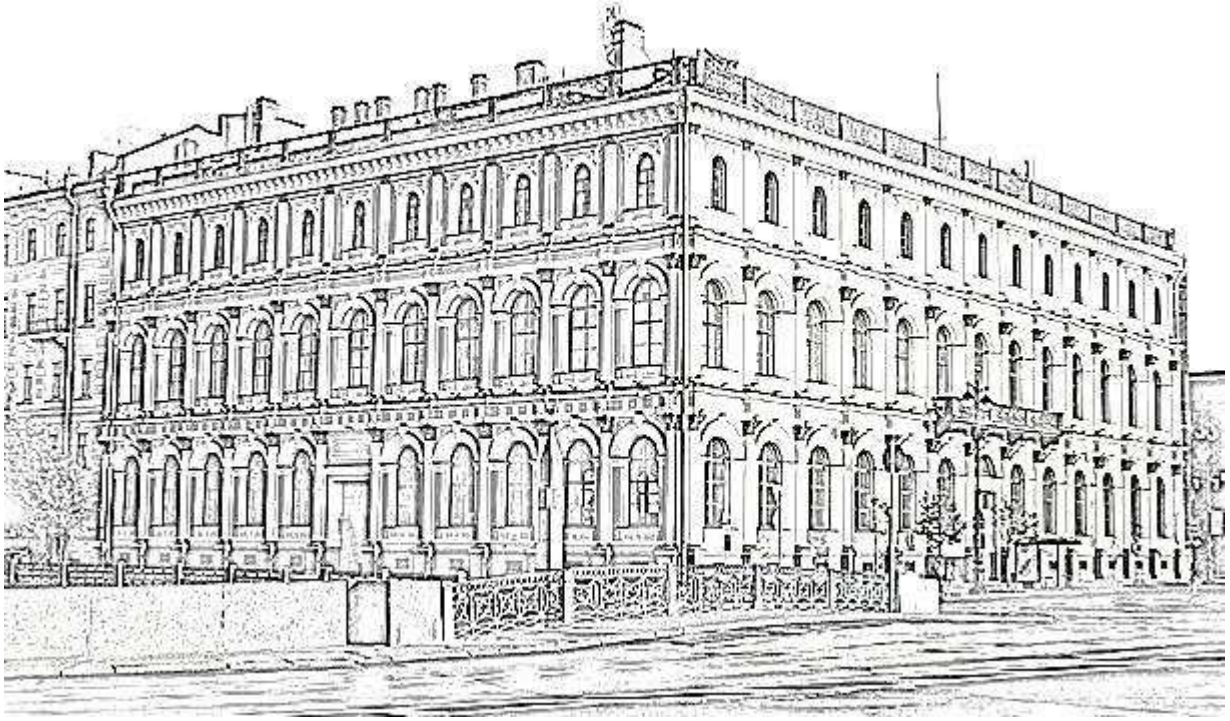


N. I. VAVILOV ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE
OF PLANT INDUSTRY (VIR)

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING

volume 175
issue 3

Editorial board

O. S. Afanasenko, B. Sh. Alimgazieva, I. N. Anisimova, G. A. Batalova, L. A. Bespalova, N. B. Brutch, Y. V. Chesnokov, I. G. Chukhina, A. Diederichsen, N. I. Dzyubenko (Chief Editor), *E. I. Gaevskaya* (Deputy Chief Editor), *K. Hammer, A. V. Kilchevsky, M. M. Levitin, I. G. Loskutov, N. P. Loskutova, S. S. Medvedev, O. P. Mitrofanova, A. I. Morgunov, H. A. Muminjanov, E. K. Potokina, E. E. Radchenko, I. Rashal, A. V. Rodionov, N. I. Savelyev, Z. Sh. Shamsutdinov, L. Y. Shipilina* (Executive Secretary), *M. M. Silantyeva, Y. M. Sivolap, I. A. Tikhonovich, J. Turok, E. K. Turuspekov, M. A. Vishnyakova*.

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

ST. PETERSBURG

2014

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСТЕНИЕВОДСТВА имени Н. И. ВАВИЛОВА (ВИР)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ

том 175
выпуск 3

Редакционная коллегия

Б. Ш. Алимгазиева, И. Н. Анисимова, О. С. Афанасенко, Г. А. Баталова, Л. А. Беспалова, Н. Б. Брач, М. А. Вишнякова, Е. И. Гаевская (зам. гл. редактора), *А. Дидериксен, Н. И. Дзюбенко* (главный редактор), *А. В. Кильчевский, М. М. Левитин, И. Г. Лоскутов, Н. П. Лоскутова, С. С. Медведев, О. П. Митрофанова, А. И. Моргунов, Х. А. Муминджанов, Е. К. Потокина, Е. Е. Радченко, И. Рашаль, А. В. Родионов, Н. И. Савельев, Ю. М. Сиволап, М. М. Силантьева, И. А. Тихонович, Й. Турок, Е. К. Туруспеков, К. Хаммер, Ю. В. Чесноков, И. Г. Чухина, З. Ш. Шамсутдинов, Л. Ю. Шипилина* (отв. секретарь).

Ответственный редактор выпуска *М. А. Вишнякова*

САНКТ–ПЕТЕРБУРГ

2014

УДК 633.1: 633.854.78: 634.2: 635.5: 575.1:581.573.4

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 175. Вып. 3. СПб.: ВИР, 2014. 144 с.

Освещены современные аспекты работы с генетическими ресурсами зернобобовых в русле задач, стоящих перед ВИР. Анализируется генетическое разнообразие, сохраняемое в коллекции ВИР и пути его использования в качестве исходного материала для селекции. Приведены результаты экспедиционных обследований обширных территорий РФ и сопредельных государств по инициативе и с участием сотрудников отдела генетических ресурсов зернобобовых культур. Освещены молекулярные подходы к изучению генофонда для решения вопросов систематики и филогении. Дан обзор создания и особенностей генномодифицированной сои. В статьях известных селекционеров освещена методология создания новых сортов, даны их характеристики

Табл. 20, рис. 8, библиогр. 211 назв.

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

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. V. 175. I. 3. SPb: VIR, 2014. 144 p.

Modern aspects of the work with genetic resources of grain legumes have been highlighted here in the context of the tasks faced by VIR. The genetic diversity held in VIR's collection is analyzed, and the ways of its utilization as source material for breeding are discussed. The results of plant explorations initiated and undertaken by the staff of the Department of Grain Legume Genetic Resources over the vast territories of Russia and adjacent countries are presented. A review is made on molecular approaches to genetic diversity studies to solve the problems of taxonomy and phylogeny. The development and specific features of genetically modified soybean are debated. The articles of prominent plant breeders are dedicated to the methods used to develop new cultivars and contain their characteristics.

Tabl. 20, fig. 8, bibl. 211.

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

Рекомендовано к печати
ученым советом ВИР
(протокол №11 от 18.09.2014)

© Федеральное государственное
бюджетное научное учереждение
Всероссийский научно–исследовательский
институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, 2014

УДК 635.65:631.526

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЗЕРНОБОБОВЫХ ИЗ «ГОРЯЧИХ ТОЧЕК» МИРОВОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ В КОЛЛЕКЦИИ ВИР. СРЕДИЗЕМНОМОРЬЕ

(обзор)

М. А. Вишнякова, Т. Г. Александрова, С. В. Булынцев, Т. В. Буравцева, М. О. Бурляева, Г. П. Егорова, Е. В. Семенова, И. В. Сеферова, И. И. Яньков

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства
им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: m.vishnyakova@vir.nw.ru.

Средиземноморье – третья по числу эндемиков мировой флоры «горячая точка» мирового биоразнообразия. В коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР поступления из Средиземноморского региона составляют более 12%. На побережьях Средиземного моря находится центр происхождения целого ряда видов зернобобовых, произрастает множество эндемичных видов, введено в культуру и интродуцировано несколько экономически важных зернобобовых культур, а в дикой флоре сохраняются многочисленные дикие родичи ряда культурных видов зернобобовых. Все это придает генетическим ресурсам зернобобовых из Средиземноморья особую ценность. В статье обсуждается эколого-географическое и генетическое разнообразие 5563 образцов средиземноморского происхождения, сохраняемых в коллекции ВИР, история их поступлений и использование в отечественной селекции.

Ключевые слова: Средиземноморье, генетические ресурсы растений, зернобобовые, эндемики, виды, источники ценных признаков.

GENETIC RESOURCES OF GRAIN LEGUMES FROM THE “HOT SPOTS” OF THE GLOBAL BIODIVERSITY IN THE VIR COLLECTION. MEDITERRANEAN REGION

(a review)

M. A. Vishnyakova, T. G. Aleksandrova, S. V. Bulyntsev, T. V. Buravtseva, M. O. Burlyaeva, G. P. Egorova, E. V. Semenova, I. V. Seferova, I. I. Yankov

N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
St. Petersburg, Russia, e-mail: t.buravtseva@vir.nw.ru

Summary

The Mediterranean region is the third “hot spot” of the world’s biodiversity by the number of endemic species. In the collection of grain, legumes at the Vavilov

institute (VIR) the accessions introduced from the Mediterranean region represent more than 12%. This is also one of the centers of origin of cultivated plants. Here several economically important legumes have been domesticated and introduced, and numerous wild relatives of cultivated species are preserved in wild flora. All this makes the germplasm from this region very valuable. Botanical and genetic diversity of 5563 accessions of Mediterranean origin preserved in VIR collection and their use in breeding are discussed.

Key words: Mediterranean, plant genetic resources, legumes, endemic species, sources of valuable traits, breeding.

Введение

Наибольший интерес в коллекциях генетических ресурсов растений представляют образцы из центров происхождения (формообразования) культурных растений, их видовое разнообразие и история введения в культуру. Н. И. Вавилов писал по этому поводу: «Овладевая центрами формообразования, исследователь овладевает прежде всего генами культурных растений» (Вавилов, 1965б. С. 138). Средиземноморье – один из таких регионов, область древнейшего земледелия, богатый флористический район. Здесь и в расположенном в непосредственном соседстве Переднеазиатском центре – родина большинства зернобобовых культур, а также район интродукции и дальнейшего распространения в Европу фасоли, сои, вигны.

В широком географическом смысле Средиземноморье – обширнейшая территория, природная страна, включающая бассейн Средиземного моря с его островами и примыкающие территории Европы, Азии и Африки, а также пояс Переднеазиатских нагорий. Более узкое значение Средиземноморья, которое мы используем в нашей статье – это историческая область, расположенная по берегам Средиземного моря и объединяющая страны трех частей света: Европы, Азии и Африки, а также многочисленные острова и архипелаги. Сильная расчлененность рельефа и разнообразие почвенно-климатических условий обусловили на этой обширной территории (площадью 4 млн км², а с Переднеазиатскими нагорьями – свыше 5 млн км²) значительное природное разнообразие (Большая Советская Энциклопедия, 1976). Этот регион входит в число 34 «горячих точек» биоразнообразия» (Mittermeier et al., 2005) благодаря наличию на его территории более 13 тысяч эндемичных видов сосудистых растений, что составляет 4,3% от мирового числа эндемиков. По этому показателю Средиземноморье уступает только территориям Сундаланда (юго-восток Азии) и тропических Анд (Meyers et al., 2000). Во флоре же самого Средиземноморья эндемики составляют 40% (Вульф, 1944).

Наряду с благоприятными почвенно-климатическими особенностями, Средиземноморье – регион с наиболее высокой плотностью древних цивилизаций в Старом Свете. На его территории находились государства древних египтян, греков и римлян, финикийцев, византийцев, арабов, франков и турок-османов, которые обогатили не только культуру, но и сельское

хозяйство стран региона. Удачное расположение на стыке континентов способствовало быстрому распространению по побережьям Средиземного моря культурных растений и внедрению их в сельскохозяйственное производство (Климанова, 2003).

Благоприятный климат, плодородные почвы и высокая культура земледелия сделали этот регион одним из основных производителей растениеводческой продукции в мире. Не удивительно, что Средиземноморье, отличающееся, по словам Н. И. Вавилова (1962а) «необычайной концентрацией видового разнообразия» и древними агрономическими традициями, было одним из ключевых объектов исследований и его самого, и академика П. М. Жуковского, а впоследствии и других коллекторов ВИР.

Средиземноморский генофонд составляет более 12% коллекции зернобобовых ВИР, насчитывающей в настоящее время более 46 тысяч образцов. Его ценность определяется большим разнообразием признаков, длительной историей культивирования многих образцов, активной селекцией как традиционных для региона, так и целого ряда интродуцированных и получивших широкое распространение в странах Средиземноморья культур, а также наличием диких родичей целого ряда видов зернобобовых. Известно, что зернобобовые культуры достаточно популярны в этом регионе и являются неотъемлемой частью так называемой «средиземноморской диеты», способствующей здоровому образу жизни и высокой ее продолжительности в средиземноморских странах.

Сохранением средиземноморского генофонда культивируемых зернобобовых и их диких родичей, который наряду с другими растительными ресурсами подвергается генетической эрозии, озабочены все генбанки. Анализ современных коллекций гермоплазмы представителей родов *Lathyrus* L., *Pisum* L., *Vicia* L. и *Lens* Mill., выявил степень представленности в них генетических ресурсов, собранных в прибрежных странах Средиземного моря, а также в районе их максимальной концентрации – на территории «плодородного полумесяца»: в Турции, Сирии и Ливане (Maxted et al., 2012). В этой работе наглядно отображено богатое видовое разнообразие региона, сохраняемое *ex situ,* и представлены предложения по его дальнейшему сохранению *in situ*.

О ценности генетического материала из Средиземноморья говорит тот факт, что в рамках Международного года биоразнообразия (2010) среди лауреатов премии Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» была Эль-Салама Фатехи (Марокко) – молодой ученый, организатор проекта «Оценка генетических ресурсов находящегося под угрозой исчезновения вида бобовых (*Vicia ervilia*) на территории Средиземного межконтинентального биосферного заповедника (Марокко-Андалузия/Испания)» (Юнеско-пресс, 2014).

Цель нашей статьи – обзор эколого-географического и генетического разнообразия культурных растений и диких родичей зернобобовых из стран Средиземноморского региона, сохраняемых в коллекции ВИР, и их ценности в качестве исходного материала для селекции. В статье рассматриваются все

культуры, представленные в коллекции из этого региона, независимо от их центра происхождения.

Состав средиземноморского генофонда зернобобовых из коллекции ВИР

Средиземноморский центр разнообразия и введения в культуру растений, согласно Н. И. Вавилову (1965в), имеет четыре очага: пиренейский, апеннинский, балканский и сирийско-египетский (рис. 1). Именно здесь и в расположенном в непосредственной близости Переднеазиатском центре с тремя очагами – кавказским, переднеазиатским и северо-западноиндийским – сформировались основные зернобобовые культуры: горох, чечевица, вика, чина, бобы, люпин, а также целый ряд кормовых видов бобовых (Вавилов, 1965б).

Начало массовых поступлений образцов зернобобовых из Средиземноморского региона положено экспедицией Н. И. Вавилова в 1926–1927 гг. Как известно, маршрут этой самой продолжительной экспедиции составил 80 тыс. км и охватил территории всех прибрежных стран и крупнейших островов, включая Португалию, Абиссинию и Эритрею, не имеющих непосредственного выхода к Средиземному морю. Число образцов зернобобовых, собранных Н. И. Вавиловым и его помощниками М. Гайсинским (на Сардинии) и Р. Гудзони (в Египте), составило 1262 (Вишнякова, 2012).

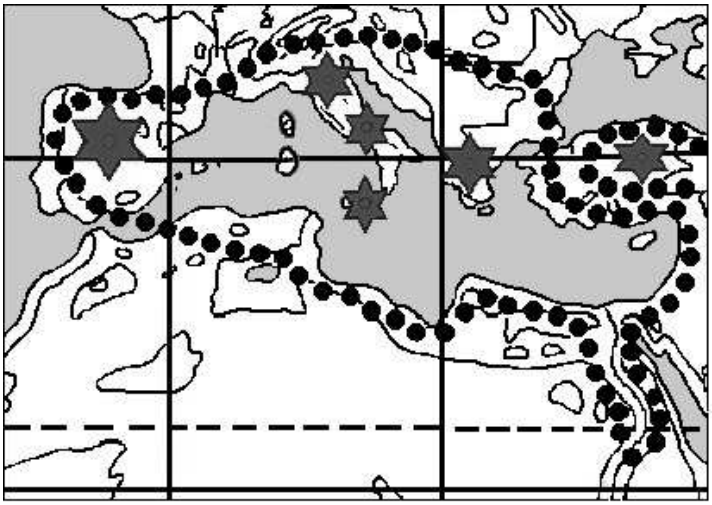


Рис. 1. Средиземноморский центр происхождения и очаги разнообразия культурных растений (по Вавилову, 1960)

В дальнейшем коллекция пополнилась образцами из экспедиций П. М. Жуковского в Сирию, Турцию, Месопотамию и в ряд других стран и островных территорий (1925, 1926, 1927, 1954); В. Ф. Дорофеева в Турцию (1967) и Сирию (1974); К. З. Будина и В. Л. Витковского в Алжир (1969); А. В. Пухальского и Е. В. Мажорова в Тунис и Марокко (1970) и т.д.

Поступления последних двух десятилетий в большинстве своем – обмен материалом с зарубежными НИУ и генбанками.

В настоящее время число образцов, происходящих из стран Средиземноморья, в коллекции зернобобовых составляет 5563 (12,2 %), таблица.

Число образцов зернобобовых культур и их диких родичей в коллекции ВИР из Средиземноморья (на 01.01.2014)

Культура (род, вид)	Число образцов в коллекции, шт.	Происхождением из Средиземноморья		От общего числа образцов по культурам, %
		Число образцов, шт.	Число стран, шт.	
Cicer L.	3310	779	15	23,5
Glycine Willd.	7267	286	8	4,0
Lathyrus L.	2066	367	11	17,8
Lens Mill.	3040	606	13	20,3
Lupinus L.	2833	300	15	10,6
Phaseolus L.	7678	638	14	8,3
Pisum L.	8057	685	16	8,5
Vicia faba L.	1964	231	12	11,8
Vicia L.	5509	1499	17	27,2
Vigna Savi	5915	172	11	2,9
ВСЕГО	45792	5563		12,2

Большинство зернобобовых культур, как известно, произошли в юго-западноазиатском центре (Вавилов, 1965б). В отношении Средиземноморского очага Н. И. Вавилов писал: «Несмотря на огромное культурно-историческое значение... он содержит небольшое число автохтонных растений растительных культур… Большинство полевых культур заимствовано из других очагов» (Вавилов, 1965а. С. 146). Это относится практически ко всем экономически значимым культурам зернобобовых, возделываемым в нашей стране. Из Средиземноморского центра происхождения ведут свое начало только «…кормовые чечевицы *Ervum ervilia*, *Ervum monanthos*, кормовые чины *Lathyrus cicera, L. gorgoni, L. ulex*» (Вавилов, там же) и ряд видов люпина. Тем не менее, как показали флористические исследования, в естественной и культурной растительности Средиземноморья насчитывается 1974 вида бобовых (Rikli, 1943–1948), что означает наличие значительного ресурсного потенциала для мобилизации в коллекцию ВИР. Множество видов зернобобовых, которые позднее введены в культуру, были освоены человеком в Древнем Средиземноморье со времен среднего плейстоцена (Камелин, 2005).

Наличие региональных различий компонентов природы Средиземноморского региона, в том числе флоры, были отмечены давно. Для северной (европейской) части региона характерны представители умеренной флоры, для южных африканских и азиатских частей – в большей доле

субтропические и тропические виды. В западном Средиземноморье широко распространены вечнозеленые лиственные растения и в обилии – представители атлантической флоры. В Восточном Средиземноморье преобладают виды, хорошо переносящие как летнюю сухость, так и зимние холода (Грацианский, 1971).

Дифференциальный ботанико-географический подход, разработанный Н. И. Вавиловым, позволил выявить *внутривидовую изменчивость* признаков у видов, произрастающих в разных частях этой обширной территории и их определенную географическую приуроченность. Закономерности этой изменчивости, внутривидовой дифференциации растений по биологическим и агрономическим признакам и ее связи с географией отражены в созданной Н. И. Вавиловым (1962б) эколого-географической классификации – «новой систематике культурных растений». Эта классификация касалась всех культур Старого Света. Из установленных Н. И. Вавиловым 18 эколого-географических типов растений Старого Света для побережий Средиземного моря характерны четыре: сирийский, анатолийский, средиземноморский и южно-европейский.

В дальнейшем эта систематика была детализирована специалистами ВИР для многих конкретных культур, в том числе видов зернобобовых (Культурная флора, 1937). В пределах видов были выделены географические ветви (proles), объединяющие группы разновидностей, характерные для того или иного региона.

Культурные растения, возделываемые в странах западного и северного Средиземноморья (средиземноморский и южно-европейский эколого-географические типы), в течение многих веков подвергались тщательному отбору, культивировались на плодородных почвах, в условиях мягкого климата и в большинстве своем характеризуются мощным габитусом, крупными плодами и семенами. В засушливых условиях стран южной и восточной частей средиземноморского бассейна (сирийский и анатолийский эколого-географические типы) произрастают скороспелые растения, адаптированные к засухе и жаре. Географическая приуроченность признаков или «…правильность в формообразовательном процессе, которая оказалась при ближайшем изучении общим процессом» (Вавилов, 1965б. С. 94) показана на целом ряде культур, в том числе горохе, бобах, нуте и чечевице. Если у конских бобов (*Vicia faba* L.), собранных в странах западного и среднего Средиземноморья (Испании, Италии, Тунисе), длина боба, диаметр семени и масса 100 семян были соответственно 10,9 см, 2,3 см, 162,7 г, то у образцов, собранных в горных районах Юго-Западной Азии, в том числе примыкающих к бассейну Средиземного моря (к примеру, в Персии), эти параметры были намного меньше – 5,4 см, 0,84 см и 30 г. У чечевицы эти же признаки из указанных регионов выражены следующими значениями: 1,8 см, 0,78 см и 8,13 г и 1,15 см, 0,42 см и 2,73 г (Вавилов, 1965б).

В течение многолетнего изучения коллекции ВИР эти закономерности были многократно подтверждены. Зная происхождение растения, можно *a priori* предполагать у него наличие определенных свойств. В свою очередь,

знание эколого-географической дифференциации вида определяет адресный поиск полезных генов.

Очень важный для селекции и интродукции генофонд представляют дикие родичи ряда культурных растений, сохранившиеся в этом регионе, и несущие целый ряд ценных признаков, интрогрессия которых в культурные растения может способствовать их агрономическому улучшению. К примеру, люпин испанский (*Lupinus hispanicus* Boiss. et Reut.), произрастающий в Испании и Португалии, может служить донором холодо- и засухоустойчивости, а также устойчивости к болезням (Майсурян, Атабекова, 1974; Вишнякова, 2005). Дикорастущие и местные образцы турецких (анатолийских) вик, относящиеся к *Vicia sativa* L., отличаются множеством хозяйственно ценных признаков, необходимых для возделывания вида в северных условиях нашей страны: скороспелостью, высокой семенной продуктивностью, устойчивостью к зерновке, хорошей облиственностью растений, слабой полегаемостью, дружным цветением и созреванием. Наряду с крупностью семян у этих вик отмечено увеличение отношения массы семян к массе соломы, что в растениеводстве принято называть уборочным индексом (Тупикова, 1932).

Знание экотипического разнообразия вида, необходимое для определения его агрономического потенциала, в идеале возможно только при наличии представителей вида из различных точек ареала. Однако отдельные обширные регионы с большим разнообразием почвенно-климатических и ландшафтных условий, каковым является Средиземноморье с прилегающими к нему Переднеазиатскими нагорьями, могут в большой степени репрезентативности отразить экотипическую структуру вида. Приводим обзор эколого-географического и ботанического разнообразия всех основных зернобобовых культур, поступивших в коллекцию ВИР из Средиземноморского региона.

Горох – *Pisum* L.

В коллекции представлено два вида: *Pisum sativum* L., *P. fulvum* Sibth. et Smith. Из общего состава коллекции (8057 образцов), 685 – средиземноморского происхождения. Из них: сортов научной селекции – 46%, местных сортов – 38%, диких форм – 1,5% и образцов с неизвестным статусом – 13%.

Первичными центрами происхождения и разнообразия гороха Н. И. Вавилов (1965б) считал горные области Передней и Средней Азии и Эфиопию, придавая Средиземноморью статус вторичного центра. Современные исследования несколько скорректировали понимание первичного центра, расширив его пределами Передней Азии (Иран, Афганистан, Пакистан и Туркменистан) и всего Средиземноморья (Греция, Италия, Испания и Марокко). Эфиопии при этом придан статус вторичного центра (Smýkal et al., 2011). В юго-восточной Азии в силу малого воздействия человека горох сохранил множество примитивных черт. В Европе шел интенсивный процесс окультуривания (Макашева, 1979), что привело к созданию продуктивных сортов зернового использования и многочисленных сортов овощного гороха –

наиболее селекционно проработанной группы культурного гороха. Здесь начали использовать рецессивные признаки, в конечном счете, определившие успех селекции культуры и облик современных сортов.

Неудивительно поэтому, что основная часть средиземноморских образцов представлена современными коммерческими сортами. Больше всего сортов (268) поступило в коллекцию из Франции – одного из мировых лидеров производства гороха. Селекция гороха во Франции имеет длительную историю. Известные во всем мире французские сорта неоднократно использовали в качестве исходного материала в создании целого ряда отечественных сортов. Достаточно активно селекцией гороха занимаются в Испании, Италии, странах бывшей Югославии (по 66, 39 и 44 сортов в коллекции соответственно). Большая выборка турецких образцов – 125 – представлена преимущественно местными сортами, собранными в центре происхождения и центре разнообразия культуры. Большая часть этих образцов – экспедиционные сборы П. М. Жуковского (1926 г.) и В. Ф. Дорофеева (1967 г.)

Эколого-географическая дифференциация гороха была предметом нескольких классификаций. Мы воспользуемся классификацией Л. И. Говорова (1937), различавшего 18 эколого-географических групп гороха, четыре из которых представлены в Средиземноморье.

Наиболее распространенный экологический тип с самым обширным ареалом представляют образцы *средиземноморской* группы. Они сочетают в генотипе максимальное число рецессивных признаков, обладают крупными вегетативными и генеративными органами, толстым стеблем, белыми цветками и светлыми семенами и высокой продуктивностью. Наряду с высокорослыми, имеются переходные и низкорослые формы. Растения теплолюбивы, имеются генотипы от ранне- до позднеспелых.

Образцы *сирийской* группы скороспелые, но малопродуктивные, с тонкими ветвистыми стеблями, окрашенными цветками. Семена мелкие, буро-мраморные с фиолетовой крапчатостью. Описанные признаки характерны для пелюшек, которые филогенетически близки к диким формам.

У образцов *псевдо-азиатской* группы проявление признаков промежуточное между европейскими и азиатскими формами. Они позднеспелые, обладают высокой зимостойкостью и поэтому хороши для подзимнего сева, что используется в настоящее время во многих средиземноморских странах. Рекомендуются также для кормового использования, поскольку формируют высокий урожай вегетативной массы.

Европейская группа образцов характеризуется средними размерами органов растения, укороченными периодами цветения и созревания, высокой продуктивностью семян и вегетативной массы.

Многолетняя оценка образцов гороха, относящихся к выше перечисленным группам, позволила выявить целый ряд источников ценных признаков. Приводим некоторые из них:

– *скороспелости*: к-2495 (Турция); к-6018, (Франция); к-3108, (Италия); к-7262 (Алжир);

– *крупноплодности*: к-2613, к-2975, (Италия); к-3118, к-7573 (Испания); к-2593 (Кипр); к-4421, к-4414, (Югославия); к-2415 (Алжир);
– *безлисточковости*: к-8577 (Испания); к-8720, к-9263, к-9453, (Франция);
– *высокой семенной продуктивности*: к-5568, к-4954, к-5430, к-6017 (Франция); к-6151, к-6299 (Марокко);
– *устойчивости к фузариозу*: к-2629 (Италия); к-5524, к-6668 (Франция);
– *устойчивости к фомопсису*: к-6667, к-5424 (Франция); к-2249 (Турция);
– *устойчивости к черной пятнистости*: к-2247 (Турция); к-9342 (Греция);
– *многоплодности* (3 и более боба в узле): к-7243, к-6936, к-6727, к-6934, к-6667, к-6935 (Франция); к-7644 (Алжир).

Бобы конские – *Vicia faba* L.

Первичный центр происхождения культуры – юго-западноазиатский. Средиземноморье с концентрацией здесь крупносемянных форм считают вторичным центром (Муратова, 1937). Современные исследования показали, что доместикация бобов и нута могла произойти в северо-западной Сирии в непосредственной близости от Средиземного моря в 10-м тысячелетии до н.э. (Tanno, Wilcox, 2006).

Из общего состава коллекции (1964 образцов) – 231 средиземноморского происхождения. Из них только 6% составляют сорта научной селекции, остальные – местные сорта. По-видимому, разнообразие местных сортов объясняется длительной историей культивирования бобов в Европе в древности, средневековье и в новое время, когда они составляли основной источник растительного белка, как для пищи, так и для корма. Однако ситуация резко изменилась с началом импорта в Европу сои в середине XX века. Это отразилось как на производстве, так и на состоянии селекции.

Из 15 установленных для бобов эколого-географических групп (Муратова, 1938), три относятся к Средиземноморью: египетская, средиземноморская и южно-европейская.

Египетская группа объединяет все разнообразие бобов, произрастающих по нижнему и среднему течению Нила, спорадично в странах Малой Азии. Растения низкорослые, тонкостебельные, слабо ветвящиеся. Среди других североафриканских форм выделяются мелкими, слегка уплощенными слабо морщинистыми семенами. Используют для питания и кормовых целей. Посев исключительно подзимний.

Большинство коллекционных образцов бобов этой группы – источники скороспелости с вегетационным периодом от 78 до 87 дней, имеющие при этом высокое содержание белка в семенах.

Средиземноморская группа включает формы, возделываемые по всему средиземноморскому побережью до западного Ирана как озимую культуру. Растения среднерослые с сильно ветвящимся стеблем, образующим до 4-5 ветвей. Ветвление оказывает большое влияние на продуктивность. В годы благоприятные для ветвления, количество бобов на растении увеличивается в 1,5–2 раза. Размер семян от мелких до крупных. Окраска семян только светлая.

В коллекции представлены мелко- и среднесеменные формы. Растения устойчивы к засухе, низким температурам и ржавчине, но полегают.

Южноевропейская группа распространена в Северной Италии, встречается в странах бывшей Югославии. Возделывается в чистом виде и смесях на сено, зеленый корм и как сидерат.

Высота и толщина стебля средние, ветвистость слабая или отсутствует. Семена мелкие, вальковатые, светлые и черные (темно-коричневые). Растения позднеспелые, с высокой семенной продуктивностью и высоким содержанием белка в семенах и зеленой массе. В. С. Муратова (1938), считала эту группу переходной от азиатских форм бобов к европейским.

Приводим некоторые источники ценных признаков из средиземноморского генофонда:

– *скороспелость*: к-1569, к-1571 (Египет);
– *высокое содержание белка в семенах*: к-1579, к-1580, к-1581 (Судан); к-1717, к-1832 (Италия), к-1577 (Франция);
– *высокая семенная продуктивность*: к-1575 (Сирия); к-1582, к-1583, к-1584 (Египет); к-1416 (Югославия); к-1470, к-1688 (Франция).

Нут – *Cicer* L.

Из общего состава коллекции (3310) – 779 (более 20%) – средиземноморского происхождения. Образцы поступили из 15 стран региона: от восточного Средиземноморья (Иран, Сирия, Ливан, Израиль) до западных его районов (Испания, Франция, Марокко).

В Средиземноморье находится центр происхождения культуры. К роду *Cicer* относятся 44 вида, 14 из которых происходят непосредственно из стран Средиземноморья (Maesen, 2007). Из этих видов 7 представлены в коллекции ВИР: *Cicer anatolicum* Alef. (Турция, Армения), *C. bijugum* Rech. (Сирия, Турция, Иран, Ирак), *C. cuneatum* Hochst. ex Rich. (Египет, Эфиопия), *C. echinospermum* Davis (Турция, Ирак), *C. judaicum* Boissier (Израиль, Ливан), *C. pinnatifidum* Jaub. et Spach (Турция, Сирия, Армения, Ирак), *C. reticulatum* Ladiz. (Турция).

В культуре известен только один вид – *Cicer arietinum* L., в пределах которого выделено четыре подвида: восточный, азиатский, европейско-азиатский и средиземноморский. Подвиды нута делятся на эколого-географические группы разновидностей, различающиеся по форме и величине куста, продолжительности периода вегетации и отношению к болезням. Из 13 эколого-географических групп, выделенных Г. М. Поповой (1937), в Средиземноморье произрастают представители четырех групп, относящихся к двум подвидам – европейско-азиатскому и средиземноморскому.

Палестинская группа объединяет низкорослые (25–28 см) растения с распластанным кустом, умеренно ветвящиеся. Все органы растений не крупные. Цветки белые, реже розовые или розово-красные. Семена белые, округлые, реже розовые угловатые, еще реже рыжие, средней величины; масса 1000 семян от 200 до 350 г. Группа среднеспелая, средне засухоустойчивая. Не

устойчива к аскохитозу – наиболее вредоносной болезни нута, но наиболее стойкая в отношении фузариоза. Содержание белка от 22 до 27%. Встречается в Израиле, Сирии, Марокко.

Турецкая группа также характеризуется низкорослостью, но куст прямостоячий, в верхней части раскидистый. Органы растения также средней величины. Цветки по большей части белые, реже розовые. Семена белые, реже окрашенные, округлой формы, реже угловатые или шаровидные (гороховидные). Содержание белка в семенах 22–27%. Группа среднеспелая. Поражаемость фузариозом и аскохитозом средняя. Наиболее распространенная группа в Турции и близлежащих странах.

Южноевропейская группа объединяет самые высокорослые растения среди всего разнообразия нута (50-65 см). Куст прямостоячий, сомкнутый. От основания стебля отходят только 1–2 ветви, равные по длине главному стеблю. Цветки красно-розовые, у некоторых гибридных сортов белые. Семена округлые, темноокрашенные, преобладают темно-красные, черные. У гибридных сортов желто-белые, семена средней величины; масса 1000 семян 150–200 г. Самая позднеспелая группа. Имеются образцы, слабо поражаемые аскохитозом. Сильно поражается фузариозом. Ценная группа для механизированной уборки. Образцы данной группы распространены во Франции и Италии, где имели большое значение при создании новых районированных сортов.

Испанская группа отличается среднерослыми растениями (38–40 см), с раскидистым, ветвистым, сильно облиственным кустом. Органы более крупные, чем у трех предыдущих групп. Масса 1000 семян свыше 350 г, форма их округлая и промежуточная, поверхность морщинистая. Обладают хорошими вкусовыми качествами. Окраска растения сизо-зеленая. Цветки белые. Среднепоздняя группа. Содержание белка в семенах 24–28% и жира – 6,9–7,5%. Поражаемость аскохитозом сильная, фузариозом – средняя. Образцы этой группы можно рекомендовать для скрещивания с образцами, слабо поражаемыми аскохитозом.

Источники ценных селекционных признаков, имеющиеся в коллекции ВИР:

– *скороспелости:* к-277 (Франция), к-361 (Турция), к-452 (Алжир), к-626 (Палестина);
– *высокого прикрепления нижнего боба*: к-278 (Франция), к-1886 (Испания);
– *крупносемянности:* к-277 (Франция), к-340, к-343, к-608 (Турция), к-125 (Палестина), к-453 (Алжир), к-798 (Италия);
– *высокой семенной продуктивности*: к-355 (Турция), к-1943, к-1959, к-1972, к-1991 (Испания), к-2291 (Сирия);
– *компактной формы куста*: к-278 (Франция), к-352 (Турция), к-2648 (Сирия);
– *высокого содержания белка в семенах*: к-1941, к-1980, к-1981 (Испания).

Чечевица – *Lens* Mill.

В настоящее время на основании проведенных скрещиваний и по данным молекулярно-генетического анализа в роде *Lens* различают только два вида: *L. culinaris* Medik. (культурная) и *L. nigricans* (Bieb.) Webb et Berth. – дикий вид (Ladizinsky et. al., 1985; Sharma et. al., 1995). Е. И. Барулина (1930) разделила культурную чечевицу *L. culinaris* на два подвида: subsp. *macrosperma* (Baumg.) Bar. с крупными цветками и семенами 7–9 мм и subsp. *microsperma* (Baumg.) Bar. с мелкими или средними цветками и семенами 3–6 мм.

Происхождение чечевицы до сих пор дискутируется. Основной монограф культуры в СССР Е. И. Барулина (1937) считала, что культурный вид – чечевица тарелочная – *Lens culinaris* (синоним *L. esculenta* Moench) – произошла между Афганистаном, Индией и Туркестаном (между Гиндукушем и Гималаями). В наше время этот район считают вторичным центром происхождения чечевицы (Fratini et al., 2011), т.к. археологические и молекулярные данные указывают на Ближний Восток как на центр доместикации и разнообразия вида, а именно на пограничные районы между Турцией и Сирией, а также Сирией и Иорданом (Ladizinsky, 1979; Ferguson et al., 1998).

Коллекция культурной чечевицы в ВИР насчитывает 3040 образцов. Из них – 606 – средиземноморского происхождения. Эти образцы на 5% представлены сортами научной селекции, на 70% – местными сортами и 25% имеют статус неустановленных. Наибольшие поступления из Сирии – 113 образцов, 96 – из Турции (обе страны входят в десятку ведущих производителей культуры), 82 – из Израиля, а также из стран западного Средиземноморья – Марокко и Испании – 65 и 61 образцов соответственно. Распространившись по берегам Средиземного моря в Неолите, чечевица стала популярной культурой во многих средиземноморских странах.

Классификация образцов, основанная на эколого-географическом подходе, позволяет четко классифицировать образцы чечевицы в соответствии с филогеографией культуры. Е. И. Барулиной (1937) было обозначено шесть эколого-географических групп, из них в Средиземноморье представлены три.

Особое место среди них занимает *средиземноморская* группа. Растения в большинстве случаев мощные, сравнительно высокорослые, с крупными белыми цветками, крупными листочками, длинными зубцами чашечки, крупноплодные, крупносемянные. Семена достигают 7–8 мм и более в диаметре (Испания, Италия, Сицилия), различной окраски, но преобладают светло-зеленые. Чечевица этой группы является ценным исходным материалом при выведении тарелочных сортов с высокими товарными качествами семян, пригодных к механизированной уборке. Распространена в Испании, Италии, Греции, на островах: Сардиния, Сицилия, Мальта, Крит и Кипр.

Европейская группа объединяет также среднепозднеспелые и крупносемянные образцы с высокой продуктивностью семян и вегетативной массы.

Из источников ценных признаков, имеющихся в коллекции, приведем несколько:

– *скороспелости*: к-2722, к-2728 (Сирия);
– *высокорослости*: к-538 (Турция), к-1103 (Испания);
– *крупносемянности*: к-1084, к-1098 (Италия);
– *высокого содержания белка*: к-1045, к-585 (Турция);
– *высокой семенной продуктивности*: к-1045 (Сицилия), к-2727 (Сирия);
– *устойчивости к серой гнили (Botritis cinerea* Fr.*)*: к-1829 (Югославия), к-2222 (Италия).

Образец к-538 во Всероссийском НИИ зернобобовых и крупяных культур (ВНИИЗБК) М. Д. Варлаховым был включен в качестве родительской формы в скрещивания. В результате получены сорта ‘Рауза’ и ‘Светлая’, районированные в Орловской области.

Вика – *Vicia* L.

Целый ряд видов рода – эндемики области Древнего Средиземноморья (Станкевич, Репьев, 1999). Коллекция ВИР содержит 5509 образцов 58 видов рода *Vicia*, из них более четверти образцов и более половины видового разнообразия – 1499 образцов 39 видов – поступления из 17 стран Средиземноморского региона. Большие поступления, преимущественно дикие формы и местные сорта, зарегистрированы из Турции (343), Сирии (211), Франции (167), Марокко (108), Израиля (104). 209 образцов поступили из Испании, которая является лидером производства вики в Европе (FAOSTAT, 2012). Значительны поступления вики из Италии (91), Алжира (56), Югославии (55), Греции (42), Кипра (44), Туниса (45) и др.

Вика посевная (*V. sativa* L. subsp. *sativa*) – широко используемая в производстве нашей страны кормовая культура. Центр его разнообразия – северо-восточное Средиземноморье с максимальной концентрацией в странах «плодородного полумесяца» – Турции, Ливана, Сирии, Ирана, Ирака и бывших азиатских республиках СССР (Maxted, 1995). В коллекции насчитывается 532 образца вики посевной, поступивших из Испании (145), Израиля (57), Франции (60), Турции (53), Марокко (40), Сирии (37), Италии (27), Греции (29), Алжира (16) Албании, Ливии, Туниса, Египта и около 300 образцов ее близкородственных таксонов, преимущественно, *V. sativa* subsp. *nigra* (L.) Ehrh. и *V. sativa* subsp. *cordata* (Wulf. ex Hoppe) Aschers. et Graebn.

Согласно эколого-географической классификации вики посевной (Леокене, 1978), к Средиземноморскому региону отнесены: *анатолийская* (*сирийский и турецкий* экотипы) и *средиземноморская* (*североафриканский, пиренейский, апеннинский* экотипы) эколого-географические группы, а также *флорентийский* экотип *западноевропейской* эколого-географической группы.

Анатолийская эколого-географическая группа: растения низкорослые, с преобладанием ксерофитов, скороспелые с коротким периодом цветения, не возобновляющимся после выпадения осадков, засухоустойчивые, требовательны к теплу, особенно в период созревания семян. Растения

турецкого экотипа по сравнению с *сирийским* экотипом более высокорослые, имеют более толстый стебель, крупные листочки, цветки и бобы.

Средиземноморская эколого-географическая группа включает сорта и дикорастущие формы Северной Африки (Алжир, Тунис, Марокко), Пиренейского и южной части Апеннинского полуостровов. Растения средней высоты и высокорослые, сильно ветвящиеся, относительно устойчивые к засухе, слабо реагируют на избыточное увлажнение, требовательны к теплу. Семена крупные. Местные сорта и сорнополевые формы Испании и Португалии, отнесенные к *пиренейского* экотипу, по сравнению с *североафриканским* экотипом более позднеспелые, с крупными яркоокрашенными цветками, длинными бобами. Местные сорта южной и средней части Италии (*апеннинский* экотип) имеют более нежные стебли и створки бобов, меньше ветвятся.

Флорентийский экотип *западноевропейской* эколого-географической группы включает группу местных и селекционных сортов Северной Италии, Южной Франции и Албании. По признакам высокорослости, позднеспелости, требовательности к влаге является переходным *от южноевропейской (степной)* к *западноевропейской* группе.

Некоторые источники ценных признаков:

– *скороспелости*: к-920, к-923, к-33583 (Сирия), к-965, к-1058, к-1062, (Турция), к-1021 (Италия);
– *продуктивности зеленой массы*: к-1370 (Италия), к-34587 (Югославия);
– *семенной продуктивности*: к-1019 (Италия), к-35043, к-36035 (Турция), к-1141, к-35696, к-35915 (Испания);
– *высокого содержания белка в зеленой массе*: к-1370, к-35167 (Италия), к-35761 (Испания);
– *высокого содержания белка в семенах*: к-34805 (Греция), к-35262 (Франция);
– *засухоустойчивости*: к-1152 (Алжир) (Курлович и др., 1995).

Дифференциация части средиземноморского генофонда вики посевной в соответствии с географическими областями происхождения была отчетливо показана (рис. 2) при маркировании коллекций двух генбанков ВИР (VIR) и Института генетики культурных растений (IPK, Гатерслебен, Германия) AFLP-маркерами (Potokina et al., 2002).

Образцы средиземноморского происхождения использованы для создания отечественных сортов вики: к-33747 (Франция) – в сортах ‘Орловская 4’ и ‘ЛОС-5’; к-34456 (Франция) – в сорте ‘Луговская 85’, зарегистрированных в Государственном реестре сельскохозяйственных достижений, допущенных к использованию (2013) в РФ, начиная с 1989 г., и к-33583 (Сирия) – в сорте ‘Немчиновская 84’.

В приведенной в начале статьи цитате Н. И. Вавилова (1965а) упомянуты два эндемичных средиземноморских вида *Vicia articulata* Hornem. (под названием *Ervum monanthos* L.) и *Vicia ervilia* (L.) Willd. (под названием *Ervum ervilia*). *V. articulata* – вика одноцветковая представлена в коллекции ВИР образцами из Италии (2 образца) и Турции (2). *Vicia ervilia* – вика горькая или

французская чечевица представлена в коллекции 334 образцами. Основные поступления в коллекцию вики горькой зарегистрированы из Турции (177), Испании (57), Израиля (31), Кипра (27), Сирии (15).

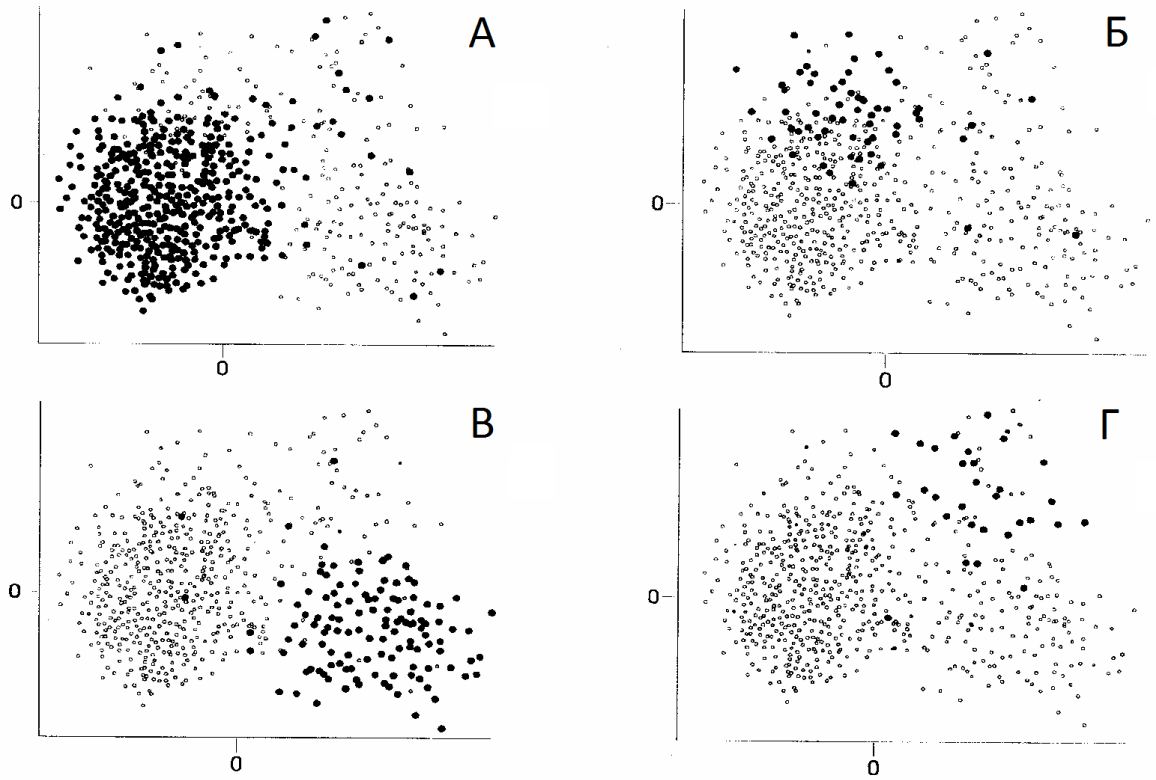


Рис. 2. Точечная диаграмма распределения популяций в пространстве первых двух главных компонент на основе анализа матрицы генетических расстояний по Dice (1945) у 1088 образцов *Vicia sativa* L. из генбанков ВИР и IPK (по Potokina et al., 2002)

А – государства бывшего Советского Союза; Б – Польша, Чехословакия и Германия; В – Греция, Испания и Италия; Г – Турция и Болгария.

Первоначальным местом выхода в культуру вики горькой считают восточную область Средиземноморья (Барулина, 1930). У *V. ervilia* нет резко очерченных морфологически и экологически групп, имеющих определенные географические ареалы, как у чечевицы, но все же намечаются две группы форм. Первая из них – *средиземноморская* – занимает сравнительно узкий район. Эта группа эндемичных форм восточного Средиземноморья, характеризуется «…карликовостью, скороспелостью, мелкими одиночными цветками, признаками, сближающими эти культурные формы с дикорастущими. Вторая группа – *exparsae* включает обычные широко-распространенные формы, встречающиеся всюду, где только имеет место культура французской чечевицы: З. Европа, С. Африка, М. Азия, Персия,

Афганистан, закавказские республики» (Барулина,1930. С. 160). Растения отличаются засухоустойчивостью и скороспелостью, могут вызревать даже на крайнем севере, давая большую зеленую массу. Это преимущественно растение горных стран (Барулина, 1930).

Некоторые источники ценных признаков:

– *засухоустойчивости*: к-161 (Турция), к-339 (Кипр), к-384 (Испания), к-388 (Италия), к-439 (Греция), к-602 (Марокко);
– *скороспелости*: к-107, к-141, (Турция), к-340, к-392 (Кипр), к-281, к-295 (Израиль), к-240, к-535 (Сирия);
– *семенной продуктивности*: к-253 (Сирия), к-18 (Франция), к-112, к-204, к-213, (Турция), к-333, к-537 (Греция), к-390 (Испания), к-588 (Алжир);
– *продуктивности зеленой массы*: к-213, к-259 (Турция), к-356 (Италия), к-537 (Греция), к-588 (Алжир), к-230 (Тунис) (Волузнева и др., 1981).

Сорт вики горькой ‘Флория’ в 2011 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (2013).

Остальное видовое разнообразие представлено в коллекции небольшим числом или единичными образцами – представителями флоры стран Средиземного региона.

Чина – *Lathyrus* L.

Средиземноморье – центр происхождения целого ряда видов чины: *Lathyrus cicera* L., *L. gorgoni* Parl., *L. ulex* (Вавилов, 1965а), *L. odoratus* L., *L. tingitanus* L. и др. (Жуковский, 1971). В коллекции ВИР сохраняется 56 видов чины, в том числе 33 имеют средиземноморское происхождение. Большинство из них относится к диким видам. Ряд видов используют как кормовые и сидеральные культуры: *L. cicera*, *L. ochrus* (L.) DC., *L. tingitanus*, *L. clymenum* L., *L. articulates* L., *L. aphaca* L., *L. hirsutus* L. Широкое распространение и хозяйственное значение имеют только два вида – *L. odoratus* (душистый горошек) и *L. sativus* L. (чина посевная).

Чина посевная – очень древняя культура, с давних лет возделывалась в Средиземноморье. По данным палеоботаники и фитогеографии, она выращивалась на Балканском полуострове еще в раннем неолите в начале VI тысячелетия до нашей эры (Kislev,1989). Ряд ученых считает, что в странах Средиземноморья располагается один из центров разнообразия видов чин в Старом Свете (Zeven, Wet, 1982). Н. И. Вавилов рассматривал Средиземноморье как вторичный центр происхождения чины посевной (Vavilov, 1951).

Всего в коллекции ВИР 2066 образца, из них средиземноморского происхождения – 367 (90 % составляют местные сорта, 10 % – дикие формы). Преобладающее число образцов относится к чине посевной. В настоящее время в коллекции имеются образцы из 11 стран Средиземноморского бассейна. Больше всего образцов из Греции, Италии, Алжира, Сирии, Кипра, Франции и Турции.

В соответствии с эколого-географической классификацией Ф. Л. Залкинд (1953) из 7 выделенных ею географических групп в Средиземноморском

бассейне произрастают представители четырех групп: средиземноморской, кипрской, абиссинской и анатолийской.

У образцов, принадлежащих к *средиземноморской* и *кипрской* группам встречаются преимущественно рецессивные формы: белоцветковые, светлосемянные. Для образцов *анатолийской* и *абиссинской* групп (из Малой Азии, горной Африки, Абиссинии, Египта и др.) характерны голубая и интенсивно синяя окраска лепестков, мелкие и темноокрашенные крапчатые семена.

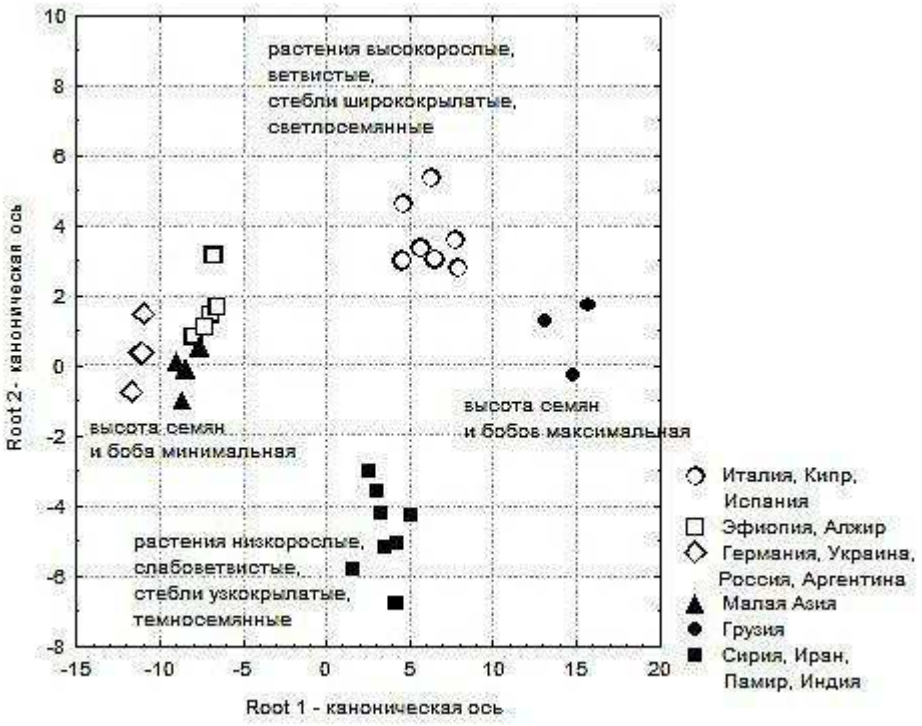


Рис. 3. Распределение образцов *Lathyrus sativus* разного географического происхождения в пространстве двух канонических осей по результатам морфометрической оценки

Главные признаки растений *средиземноморской* группы: быстрый рост, засухо- и холодоустойчивость, высокая требовательность к теплу во время созревания, высокая продуктивность семян, зеленой массы, повышенное содержание белка. Многие образцы устойчивы к грибным заболеваниям. К этой группе относятся образцы с побережья Средиземного моря, включая Апеннинский и Пиренейский полуострова, и острова Сардинию, и Сицилию. Данные образцы послужили исходным материалом для всех крупносемянных селекционных сортов в нашей стране (Залкинд, 1953). Растения *кипрской* группы раннеспелые, с быстрым ростом, с семенами средних размеров, с многосемянным бобом, имеют высокую продуктивность и разваримость семян, устойчивы к аскохитозу. Формы и сорта *анатолийской* группы, произрастающие в горах Анатолии, Алжира и Испании, выделяются слабой полегаемостью, зноевыносливостью, высоким содержанием белка в семенах

(Колотилов и др., 1989). Образцы *абиссинской* группы распространены в Египте и отличаются скороспелостью, низкой продуктивностью семян и зеленой массы, высоким содержанием белка в семенах.

Дискриминантный анализ основных морфологических признаков образцов коллекции ВИР разного происхождения (рис. 3) выявил эколого-географическую дифференциацию генофонда чины посевной, в том числе средиземноморского происхождения (Бурляева, Вишнякова, 2010).

В результате многолетнего изучения чины посевной из стран Средиземноморья были выделены образцы, имеющие высокие показатели по следующим хозяйственно-ценным признакам (Смирнова-Иконникова и др., 1958; Кирьян, 1973; Бурляева и др., 2012б):

– *скороспелости*: к-775 (Испания), к-1114 (Франция), к-801, к-865, к-870 (Турция);
– *высокой продуктивности*: к-30, к-742, к-1112 (Франция), к-791, к-879, к-880 (Италия), к-410 (о. Кипр), к-884 (Испания);
– *высокой продуктивности семян и зеленой массы*: к-390 (о. Кипр), к-420 (Италия), к-1110 (Франция);
– *крупносемянности*: к-774, к-775, к-778, к-781 (Испания), к-791, к-795 (Италия), к-1112 (Франция);
– *высокого содержания белка в семенах*: к-417 (Алжир), к-706, к-983 (Италия), к-1095, к-1363 (Турция);
– *высокого содержания белка в зеленой массе*: к-773 (Испания);
– *устойчивости к аскохитозу*: к-1221 (Югославия), к-703, к-765, к-770, к-879, к-881 (Италия), к-774 (Испания), к-395, к-398, к-409, к-411 (о. Кипр), к-30 (Франция);
– *устойчивости к мучнистой росе* (*Erysiphe communis* Grev. f. *lathyri* Rabh.): к-406 (о. Кипр), к-781 (Испания);
– *устойчивости к ржавчине* (*Uromyces pisi* (Pers.) Schröt): к-836 (Югославия), к-888 (о. Сардиния).

Среди видов чины, произрастающих в изучаемом нами регионе, также были выделены источники хозяйственно-ценных признаков, такие как:

– *высокого содержания белка в семенах*: к-200 (*L. tingitanus*, Франция), к-135 (*L. ochrus*, Франция);
– *высокого содержания белка в зеленой массе*: к-387 (о. Кипр), к-769 (Италия) из образцов *L. cicera*;
– *устойчивости к ржавчине*: к-1391 (*L. tingitanus*, Франция);
– *устойчивости к аскохитозу и ржавчине*: к-200 (*L. tingitanus*, Франция), из образцов *L. ochrus* к-135 (Франция), к-443 (Турция).

Люпин – *Lupinus* L.

Средиземноморье – центр происхождения небольшого по сравнению с Новым Светом числа видов люпина, среди которых важное хозяйственное значение имеют люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.), люпин желтый (*L. luteus* L.) и люпин белый (*L. albus* L.). Первые два из перечисленных

видов введены в культуру в середине XIX века, люпин белый – древняя культура. Дикие формы этих видов до сих пор произрастают на песчаных почвах средиземноморских побережий, невысоких возвышенностей и нередко на вулканических горах (Жуковский, 1932). Генофонд люпина из Средиземноморья находит широкое применение в селекции разных стран.

В коллекции ВИР насчитывается 2833 образца 50 видов люпина. Центрами происхождения и формообразования 9 из них является Средиземноморье. По количеству образцов средиземноморские виды в коллекции распределены следующим образом: *L.albus* – 494, *L. angustilolius* – 841, *L. atlanticus* Glads. – 9, *L. cosentinii* Guss. – 25, *L. digitatus* Forsk. – 6, *L. hispanicus* Boiss. et Reut. – 18, *L. luteus* – 800, *L. micrantus* Guss. – 5 и *L. pilosus* Murr. – 15 образцов, при этом часть образцов является селекционными сортами из Австралии, Беларуси, Польши и России. Число образцов, поступивших непосредственно из средиземноморских стран, составляет около 300. Значительное количество образцов поступило из Испании (87), Египта (53), Греции (28), Марокко (36), Италии (22), Израиля (15) и т. д. Ни одна из этих стран не относится к крупным производителям культуры, но все они находятся на территории центров его разнообразия. Поэтому большая часть образцов (70%) представлена местными сортами, остальные 30% – дикими формами.

Лучше всего в эколого-географическом отношении изучен *L. albus,* поскольку первые поступления в коллекцию от Н. И. Вавилова относились именно к этому виду. Б. М. Либкинд (1931) различала в генофонде люпина белого две крупные географические группы – *средиземноморскую* и *абиссинскую*, представители которой встречались и в Египте. Для *средиземноморской* группы характерны крупные распростертые растения с белыми цветками, светлыми семенами и крупными бобами. У представителей *абиссинской* группы габитус растений сжатый, цветки темнее, бобы и семена мельче. В следующей классификации вида (Федотов, 1948) к этим группам в пределах Средиземноморья прибавилась *палестинская*, к которой принадлежали очень рано созревающие растения, характеризующиеся высокой продуктивностью семян и зеленой массы.

Дальнейшая эколого-географическая дифференциация, достаточно сходная у всех трех описываемых нами видов люпина, была отражена в классификации Б. С. Курловича (1991, 1995). Эта классификация учитывает целый ряд факторов: географический, экологический, морфологический.

L. albus в пределах Средиземноморья имеет следующие геотипы: балкано-азиатский, палестинский, алжирский, иберийский и апеннинский. В классификациях *L. angustifolius* и *L. luteus*, ареалы которых заходят на северном побережье Африки дальше на запад, чем люпин узколистный, добавляется марокканский геотип, но у желтого люпина отсутствует алжирский геотип. При этом у всех видов в пределах каждого геотипа выявлена дифференциация на эко- и сортотипы.

Источники ценных признаков в коллекции ВИР:

– *скороспелости*: к-3154 (Египет), к-3293, к-3294 (Израиль);
– *скороспелости и продуктивности*: к-3109 (Египет), к-3115 (Греция), к-3118 (Югославия);
– *устойчивости к фузариозу*: к-507 (Египет), к-682 (Югославия), к-2864, к-2865 (Греция);
– *высокого содержания белка*: к-294, к-295, к-298, к-302, к-306 (Палестина), к-1435 (Греция), к-502 (Египет), к-2299, к-2298 (Испания), к-313, к-1600, к-1601 (Италия);
– *высокого содержания масла*: к-290, к-294, к-295, к-298, к-302 (Палестина), к-1649 (Югославия), к-2297 (Испания).

L. angustifolius: образцы иберийского геотипа отличаются устойчивостью к низким температурам и целому ряду болезней: антракнозу, фузариозу, серой пятнистости листьев. Они обладают мелкими семенами и высокой продуктивностью зеленой массы. Образцы этого геотипа из Португалии и Испании широко используются в селекции в Австралии и США. Среди образцов балкано-азиатского и палестинского геотипов имеются источники крупносемянности, скороспелости, засухоустойчивости и высокого содержания масла. Они используются для селекции сортов зернового использования.

Источники ценных признаков:
– *устойчивости к серой гнили*: к-3093 (Марокко);
– *высокой продуктивности*: к-91, к-371, к-372, к-373 (Алжир), к-169 (Италия), к-2868 (Корсика);
– *скороспелости*: к-288 (Палестина);
– *засухоустойчивости:* к-3347 (Турция), к-2666 (о. Крит), к-3345 (Греция);
– *высокого содержания масла*: к-288 (Палестина), к-169 (Италия).

Многие местные сорта люпина узколистного из восточного Средиземноморья использованы в селекции сортов для сравнительно северных широт.

L. luteus: образцы апеннинского геотипа характеризуются большим числом семян в бобе; образцы иберийского геотипа используются при создании фузариозоустойчивых сортов (‘Cyt’, ‘Afus’); формы марокканского геотипа представляют интерес при селекции на продуктивность и высокое содержание белка, а палестинский экотип характеризуется скороспелостью, засухоустойчивостью и толерантностью к вирусным инфекциям.

Источники ценных признаков:
– *высокой продуктивности и засухоустойчивости*: к-2072, к-2076, к-2081, к-3343 (Турция);
– *скороспелости, продуктивности, устойчивости к вирусным болезням*: к-3341 (Италия).

Фасоль – *Phaseolus* L.

Коллекция фасоли ВИР насчитывает 7678 образцов, относящихся к 5 видам. Образцы, полученные из стран Средиземноморья, представлены двумя

видами (*Phaseolus vulgaris* L. и *P. lunatus* L.) в количестве 638 образцов. Из них около половины (48,1%) имеют неопределенный статус, сортов научной селекции – 36,4%, местных – 7,2%, селекционного материала – 8,3%.

Очагом происхождения и центром формообразования *P. vulgaris* и *P. lunatus* являются Гватемала и южные штаты Мексики. Вторичной зоной распространения фасоли этих видов следует считать Перу (прибрежный район). Условия орошения и народная селекция создали здесь совершенно своеобразные крупносеменные сорта обыкновенной и лимской фасоли с рецессивными признаками (Иванов, Буданова, 1976).

Из Америки семена фасоли были завезены в Европу и прежде всего в район Средиземноморья (в Испанию и Португалию) около 1500 г. (Zeven, 1997). По мнению некоторых исследователей, Иберийский полуостров, главным образом его северные и северо-западные регионы, можно считать вторичным центром генетического разнообразия для фасоли, особенно для крупных белосемянных коммерческих сортов (Santalla et al., 2002). Уже через несколько десятилетий после интродукции на Иберийский полуостров фасоль распространилась по странам Европы. Судя по разнообразию описываемых морфологических признаков цветков и семян интродуцированных растений, фасоль в Европу завозили неоднократно из разных районов Америки (Papa et al., 2004).

За пятивековую историю возделывания фасоли в Европе, в том числе в странах Средиземноморья, создано множество местных и селекционных сортов разных направлений использования и разных морфотипов (вьющиеся, полувьющиеся, кустовые), адаптированных к условиям определенных регионов (Zeven, 1997).

Не считая нескольких первых поступлений из Милана и Болоньи, начало средиземноморскому генофонду фасоли в коллекции ВИР положено Н. И. Вавиловым в 1926–1927 гг., собравшему 37 образцов. Например, в Италии были собраны типичные для того времени преимущественно позднеспелые местные образцы с разнообразными семенами от мелких до крупных, от белых до почти черных и пестрых (Piergiovanni, Lioi, 2010).

За последующее время в коллекцию поступило более 600 образцов фасоли из стран Средиземноморья. В 1954 г. П. М. Жуковский привез из Италии и Франции 70 образцов, представлявших собой сорта научной селекции. За всю историю создания коллекции больше всего образцов средиземноморского генофонда (331) получено из Франции, где научной селекцией фасоли занимаются с середины XIX века. Такие сорта как ‘Mont d’Or’, ‘Чудо Парижа’, ‘Черный Принц’, созданные фирмой Вильморенов в начале XX века, до сих пор пользуются популярностью во многих европейских странах, включая Россию. Значительная партия образцов – 87, из них – 52 селекционные линии – получена из бывшей Югославии, где фасоль очень популярна и ее селекцией занимаются в Сербии. Об этом свидетельствует тот факт, что селекционные линии поступили в коллекцию исключительно из

бывшей Югославии. Популярность культуры в Средиземноморье подтверждается и большими поступлениями из Италии, Испании, Турции.

В коллекции имеются источники хозяйственно-ценных признаков:

– *скороспелости*: к-11992, к-12031, к-12037, к-12048, к-12063, к-12150, к-13412, к-14673 (Франция), к-15279 (Греция);
– *короткого периода всходы-цветение*: к-12019, к-12034, к-13750 (Франция);
– *короткого периода цветение-созревание*: к-11980, к-12251 (Франция), к-12677 (Турция);
– *продуктивности:* к-11963, к-12037 (Франция), к-15121 (Италия), к-15347 (Турция);
– *крупносемянности*: к-12683 (Турция), к-13750 (Франция);
– *высокого содержания белка (>27%):* к-1118, к-12052, к-11988, к-11977, к-12018, к-12019, к-11993 (Франция), к-10312 (Италия), к-12321 (Марокко), к-12952 (Греция), к-15169, к-15171 (Турция);
– *низкой активности ингибиторов трипсина*: к-11972, к-12013, к-12027, к-13403, к-14672, к-14690, к-14694 (Франция);
– *нейтральной ФПР:* к-2279 (Италия), к-76, к-14910 (Франция), к-12682 (Турция);
– *засухоустойчивости*: к-7192, к-11967, к-12028, к-12031, к-12034, к-12043, к-12044, к-12047, к-12049, к-12138, к-13967 (Франция), к-14160 (Испания);
– *холодостойкости*: к-11992, к-13066, к-13067, к-13534, к-14664 (Франция), к-13328 (Тунис);
– *устойчивости к обыкновенной мозаике*: к-11771, к-11959 (Франция);
– *устойчивости к антракнозу*: к-13365 (Франция);
– *устойчивости к комплексу болезней*: к-13063, к-14665 (Франция).

Вигна – *Vigna* Savi.

В настоящее время в коллекции ВИР присутствуют 5915 образцов вигны, из них 172 поступили в коллекцию из стран Средиземья. Из хранящихся в коллекции 8 видов, наиболее широкое распространение в Средиземноморье имеет только *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (коровий горох), который является традиционной местной культурой.

Первичным центром происхождения коровьего гороха по мнению многих исследователей являются страны Восточной Африки (Иванов, 1937; Вавилов, 1962а; Жуковский, 1964), ряд авторов предполагают, что этот вид возник в Центральных и Южных частях континента (Perrino et. al., 1993). Именно с этих территорий это древнее пищевое и кормовое растение достигло побережий Средиземноморья.

Длительная история культивирования коровьего гороха на обширной территории Средиземноморья, гибридологические и мутационные процессы привели к созданию множества местных сортов. Причем генетическое разнообразие средиземноморского генофонда шире, чем африканского и северо-американского (Perrino et. al., 1993). В итоге эта традиционно тропическая культура, обладающая широкими адаптационными

способностями, в частности, способностью расти на мало плодородных почвах, на богаре и на поливе, в условиях воздушной засухи, в наше время стала поистине мировой. В Средиземноморье ее возделывают практически во всех странах, но преимущественно как огородную культуру. Производственные площади имеются в Хорватии и на Кипре (FAOSTAT, 2012). В Российской Федерации она успешно произрастает на Кавказе, Дальнем Востоке, в Краснодарском крае, при орошении в Прикаспийской низменности и др. южных районах (Бурляева и др., 2012а).

В коллекции ВИР 1847 образцов *Vigna unguiculata*, из них только 80 имеют средиземноморское происхождение. Данные образцы из 11 стран (Алжира, Египта, Туниса, Кипра, Греции, Турции, Испании, Италии, Сирии, Франции, Израиля) были либо собраны сотрудниками института во время экспедиций, либо получены по выписке из различных генетических банков и селекционных учреждений. Часть из представленных образцов (49) была привезена Н. И. Вавиловым из Средиземноморской экспедиции (1926–1927 гг.).

В настоящее время в странах Средиземноморья наиболее часто культивируют два подвида *V. unguiculata*: subsp. *cylindrica* (L.) Verdc. и subsp. *unguiculata*. Среди средиземноморских образцов, принадлежащих к подвиду subsp. *cylindrica* встречаются растения с кустовой и стелющейся формой. Большинство образцов отличаются скороспелостью, хорошей продуктивностью и высоким содержанием белка в семенах, устойчивостью к вирусной мозаике. Кустовые формы данного подвида имеют значение при скрещивании с образцами других подвидов вигны. Полученные гибриды выделяются высокорослостью и компактной формой куста, пригодны для механизированной уборки.

Широкие адаптационные возможности subsp. *unguiculata* обусловили его дифференциацию на 9 разновидностей (Павлова, 1937) и 7 эколого-географических групп (Павлова, 1972) из которых две (*африканская*, *средиземноморская*) широко культивируются в странах Средиземноморья. Образцы *средиземноморской* группы имеют вьющиеся формы с длиной стебля до 150 см, крупные листья и цветоносы, длинные бобы (до 25 см), крупные белые с черным или коричневым пятном около рубчика семена. Среди них встречаются формы устойчивые к вирусным болезням. Сорта имеют преимущественно пищевое назначение. Длинные цветоносы используются при изготовлении веревок и канатов.

Местные сорта *африканской* эколого-географической группы – стелющиеся, выделяются длинными, вьющимися ветвями (более 2 м). Имеют короткие желтые бобы (11–12 см) с 10–12 мелкими семенами. Растения этой группы слабо поражаются вирусной мозаикой. Образцы в основном позднеспелые. Выделяются большой зеленой массой и имеют значение как кормовые и сидеральные культуры.

Образцы коровьего гороха из Средиземноморья используются в селекции многих южных стран. Большинство американских сортов (‘New Era’, ‘Clay’,

‘Brabham’, ‘Whipporwill’, ‘Iron’, ‘Groit’, ‘Victor’, ‘Тейлор’ и др.) были созданы при участии вигны из *средиземноморской* эколого-географической группы.

В коллекции ВИР существуют образцы источники признаков ценных для селекции культуры, в том числе:

– *продуктивности семян*: к-247 (Турция), к-481 (Италия), к-1226 (Египет), к-304, к-1221 (Сирия);
– *продуктивности зеленой массы*: к-292 (Алжир);
– *скороспелости:* к-492, к-495, к-896, к-1226 (Египет), к-309 (о. Кипр);
– *скороспелости и продуктивности семян*: к-309 (о. Кипр);
– *крупносемянности*: к-247 (Турция), к-304 (Сирия), к-307 (Тунис), к-309 (о. Кипр), к-478, к-481 (Италия), к-518, к-901 (Египет);
– *высокого содержания белка в семенах*: к-292(Алжир), к-190 (Италия), к-247 (Турция).

Соя – *Glycine* Wild.

В составе рода *Glycine* возделывается только один вид *G.max* (L.) Merr. (соя культурная). Соя не является исконным культурным растением Средиземноморья. Ее родина – Восточноазиатский центр происхождения культурных растений, расположенный на территории Китая, Кореи и Японии (Вавилов, 1965б).

При развитии контактов европейских стран с Юго-Восточной Азией происходил многократный завоз семян сои в Европу и предпринимались попытки ее возделывания. Уже в 1740 г. сою выращивали в Ботаническом саду в Париже. С середины XIX века попытки внедрения сои в Европу осуществлялись многими научными учреждениями и обществами (Puech J. 1986; Shurtleff, Aoyagi, 2013), особенно после показа 20 сортов на Венской всемирной выставке в 1873 г. (Подоба, 1881). С 1880 г. французская семеноводческая фирма Вильморинов предлагала семена сои в своем каталоге для садоводов и фермеров (Shurtleff, Aoyagi, 2013). Уже 1920-х гг. на опытной станции, расположенной в окрестностях Парижа, Руестом Л. были развернуты работы по изучению и селекции сои (Puech J., 1986). Однако дешевый импорт сои (сначала из Китая, а затем из стран Латинской Америки и США) надолго затормозил производство культуры в Европе. На современном этапе 27 стран Европейского Союза в совокупности имеют производственные площади всего 364,9 тыс. га, из которых самые значительные (153 тыс. га) принадлежат Италии, расположенной в зоне средиземноморского климата. На территории бывшей Югославии в Сербии посевы составили 162,7 тыс. га (FAOSTAT, 2012).

Из 7267 образцов коллекции сои в ВИР средиземноморское происхождение имеют 286 образцов. Материалы были переданы в ВИР в различные годы из научных и селекционных организаций и, кроме того, передавались сотрудниками дипломатических представительств и пароходств. Основная часть образцов представляет собой сорта научной селекции и селекционный материал, но для части образцов их статус не известен. Следует заметить, что не все сорта, поступившие из Средиземноморья, были созданы

именно в этом регионе. Об их происхождении трудно судить достоверно, поскольку в материале, переданном в ВИР, информация о первичном происхождении сортов отсутствовала.

Первые три образца сои из Средиземноморья поступили из Италии в 1912 г. от семенной фирмы Dammann & Co. Долгое время в коллекцию ВИР из Средиземноморья поступали лишь единичные образцы. Масштабные поступления из этого региона начались с 1949 г. Наибольшее число образцов было получено из Франции, Югославии и Алжира, небольшие наборы поступали из Италии, Израиля, Марокко и Сирии.

При изучении этих образцов в Краснодарском крае и на юге Украины были выделены источники хозяйственно ценных признаков, в том числе:

– *высокой семенной продуктивности*: к-7456, к-8216 (Алжир), к-5529 (Израиль), к-10087, к-10088, к-10089, к-10091 (Италия), к-5895, к-9116, к-9233, к-9799, к-10506, к-10615 (Франция), к-9655, к-9928, к-9930, к-9931 (Югославия);
– *скороспелости*: (от 90 до 110 дней от всходов до созревания): к-5868, к-5870, к-5874, к-5897, к-5903, к-5905, к-5937(Алжир), к-5863 (Марокко), к- к-3965, к-5452, к-5724 – 5727, к-5749, к-5750, к-5794, к-5795, к-5876, к-5878, к-5885, к-5918, к-6058, к-6190, к-6226, к-6230, к-6887, к-7019, к-7021, к-7028, к-7032, к-7037, к-7039, к-7044, к-7046, к-7088, к-9470, к-9529, к-9631, к-9632, к-9922, к-10128–10132, к-10138–10140, к-10606 (Франция), к-4351, к-4352, к-5317, к-5499, к-5985, к-5986, к-6118, к-6138, к-6808, к-7066, к-7067, к-7399, к-8266, к-8268 (Югославия);
– *крупносемянности*: (масса 1000 семян больше 240 г): к-5921, к-7443 (Алжир), к-5886, к-5888, к-10158 (Франция);
– *высокого содержания белка в семенах* (от 45 до 50 %): к-5868 (Алжир), к-5319 (Марокко), к-5543, к-8268 (Югославия), к-5727, к-6226, к-10675 (Франция);
– *высокого содержания масла в семенах* (от 24 до 26 %): к-10086 (Италия), к-9233, к-10148 (Франция), к-9653 – 9657, к-9923 – 9927, к-9929 – 9931, к-9936 (Югославия).
– *высокой продуктивности зеленой массы*: к-8277, к-9189, к-9258 (Франция);
– *высокой устойчивости к засухе*: к-5935 (Алжир), к-5529 (Израиль), к-5318 (Марокко), к-5725 – 5727 (Франция), к-5750, к-5798, к-6058, к-6190 (Франция), к-4351, к-4352, к-4355, к-5543, к-5982, к-6137, к-6808, к-7067, к-8267, к-8269 (Югославия).

Заключение

Признание бассейна Средиземного моря одной из «горячих точек» биоразнообразия вообще (Mittermeier et al., 2005), а территории стран «плодородного полумесяца» – «горячей точкой» видового разнообразия основных родов зернобобовых Старого Света: *Lathyrus*, *Pisum, Vicia* и *Lens* (Maxted et al., 2012), – свидетельство неоценимой важности региона для сбора и

сохранения этой группы генетических ресурсов растений. Сохраняемые в коллекции ВИР в течение многих десятилетий образцы подвергаются всестороннему изучению, систематизации, классификации и целенаправленному использованию в селекции и в фундаментальных исследованиях. На примере коллекции генетических ресурсов зернобобовых, в которой средиземноморский генофонд составляет в зависимости от культуры от 2,9 до 27,2 %, совершенно очевидны его разнообразие и ценность не только для практического использования, но и для изучения с целью создания ботанических и эколого-географических систем, филогенетических построений и познания эволюции культурных растений.

Литература

Барулина Е. И. Чечевица // В кн.: Культурная флора: Зерновые бобовые. Т. IV. М., 1937. С. 127-167.

Барулина Е. И. Чечевица СССР и других стран // Приложение 40 / Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1930. 319 с.

Большая Советская Энциклопедия. М., 1976. Т. 24. Книга 1. С. 363.

Бурляева М. О., *Вишнякова М. А.* Фенотипическое и генотипическое разнообразие *Lathyrus sativus* L. из коллекции ВИР. Вестник ВОГиС, Новосибирск, 2010. Т. 14. № 4. С. 747–760.

Бурляева М. О., *Гуркина М. В.* и др. Вигна. Зерновые и овощные образцы, перспективные для возделывания в южных регионах европейской части Российской Федерации: Каталог мировой коллекции ВИР. СПб, 2012а. Вып. 806. 26 с.

Бурляева М. О., *Соловьева А. Е.* и др. Коллекция видов рода *Lathyrus* L. ВИР им. Н. И. Вавилова – источник исходного материала для селекции высокобелковых кормовых сортов чины // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012б. № 4. С. 62–71.

Вавилов Н. И. Ботанико-географические основы селекции (Учение об исходном материале в селекции) // Избранные труды. М.–Л., 1962а. Т. 2. С. 21–70.

Вавилов Н. И. Географические закономерности в формообразовании у культурных растений // Избранные труды. М.–Л., 1965а. Т. 5. С. 94–107.

Вавилов Н. И. Новая систематика культурных растений // Избранные труды. М.–Л., 1962б. Т. 2. С. 492–503.

Вавилов Н. И. Проблема происхождения культурных растений в современном понимании// Избранные труды. М.–Л., 1965б. Т. 5. С. 131–142.

Вишнякова М. А. О перспективах введения в культуру и интродукции различных видов люпина. Сельскохозяйственная биология, 2005. № 2. С. 21–28.

Вишнякова М. А. Роль Н. И. Вавилова в создании коллекции генетических ресурсов зернобобовых культур // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 5. С. 31–38.

Волузнева Т. А., Кожушко Н. Н., Волкова А. М. Чечевица французская (Оценка засухо- и жароустойчивости образцов): Каталог мировой коллекции ВИР. Л., 1981. Вып. 323. 34 с.

Вульф Е. В. Историческая география растений. История флор земного шара. М.–Л., 1944. 546 с.

Говоров Л. И. Горох. //В кн.: Культурная флора СССР. М.–Л., 1937. Т. 4. С. 229–336.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. М., 2013. 393 с.

Грацианский А. Н. Природа Средиземноморья. М., 1971. 510 с.

Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. 2-е изд. М., 1964. 791 с.

Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи: Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. 3-е изд., Л., 1971. 752 с.

Жуковский П. М. Мировые сортовые ресурсы люпина // Приложение 54 / Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1932. С. 58–62.

Залкинд Ф. Л. Чина. М.–Л., 1953. 144 с.

Иванов Н. Р. Географические закономерности в распределении культурных Phaseolinae // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1937. Сер. I, II. С. 41–106.

Иванов Н. Р., *Буданова В.И.* К вопросу о происхождении *Phaseolus* L. //Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1976 Т. 57. Вып. 3. С. 59–69.

Камелин Р. В. Великая селекция зари человечества (этноботанические этюды). Барнаул, 2005. 127 с.

Кирьян Н. А. Оценка исходного материала для селекции чины на устойчивость к грибным заболеваниям. Автореф. дис. … к. с.-х. н. Л., 1973. 21 с.

Климанова О. А. Исторические ландшафты Средиземноморья // Материалы юбилейной научной конференции «Культурный ландшафт: теория и практика». М., 2003. С. 42–44.

Колотилов В. В., *Колотилова А. С.* Изменчивость коллекции чины посевной по продолжительности вегетационного периода // Бюлл. ВИР. Л., 1989. Вып. 193. С. 63–66.

Культурная флора СССР. Т.4. М.-Л. Сельхозгиз, 1937. 680 с.

Курлович Б. С. Эколого-географическая классификация люпина и ее использование в селекции. Методические указания Л., 1991. 89 с.

Курлович Б. С., *Репьев С. И.* и др. Генофонд в селекции зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль) // Теоретические основы селекции. Т.III. СПб., 1995. 438 с.

Леокене Л. В. Эколого-географическая классификация возделываемых сортов вики посевной (*Vicia sativa* L. subsp. *sativa*) // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1978. Т. 63. Вып. 1. С. 108–122.

Либкинд Б. М. Люпин. Л., 1931. 164 с.

Майсурян Н. А., *Атабекова А. И.* Люпин. М., 1974. 464 с.

Макашева Р. Х. Горох // Культурная флора СССР. Л., 1979. 324 с.

Муратова В. С. Бобы // В кн.: Культурная флора СССР: Зерновые бобовые. М.–Л., 1937. Т. IV. С. 75–124.

Муратова В. С. Эколого-географическая классификация и эволюция бобов (*Vicia faba* L.). ДАН СССР. 1938. Т. 21. № 4. С. 198–201.

Павлова А. М. Вигна // В кн.: Культурная флора СССР: Зерновые бобовые. М.–Л., 1937. Т. IV. С. 623–646.

Павлова А. М. Вигна: Каталог Мировой коллекции ВИР. Л., 1972. Вып. 80. 29 с.

Подоба И. Г. Масличный горохъ или соя (*Soja hispida*). Свойства культуры и способы употребления. Одесса, 1881. 14 с.

Попова Г. М. *Cicer* (Tourn.) L. Нут // В кн.: Культурная флора СССР: Зерновые бобовые. М.–Л., 1937. Т. IV. С. 25–75.

Смирнова-Иконникова М. И., *Гаранина Л. С.* Коллекция чины – исходный материал для селекции высокобелковых сортов на корм. Бюлл. ВИР. 1958. Вып. 4. С. 23–27.

Станкевич А. К., *Репьев С. И.* и др. Вика // Культурная флора. СПб., 1999. Т. IV. Ч. 2. 492 с.

Тупикова А. Ю. Посевная вика Турции // В кн.: Вики, бобы и люцерны Турции. Л., 1932. С. 3–30.

Федотов В. С. Белый люпин и перспективы его культуры в СССР // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1948. Т. 28. Вып. 1. С. 77–89.

Юнеско-пресс. 2013. [сайт] URL: http://www.unesco.org/new/ru/media-services/ single-view/news/unesco (отбращение 07.01.2013)

FAOSTAT. Production / Crops. [сайт] URL: http://faostat3.fao.org/ FAOSTAT-gateway/ go/to/ download/Q/QC/E. (обращение 07.01.2013).

Ferguson M. E., *Ford-Lloyd B. V.* et al. Mapping the geographical distribution of genetic variation in the genus *Lens* for the enhanced conservation of plant genetic diversity. Mol. Ecol. 1998. № 7. P. 1743–1755.

Fratini R., *Perez de la Vega M.*, *Cubero J. I.* Lentil origin and domestication // Grain legumes. 2011. № 56. P. 5–9.

Kislev M. E. Origins of the cultivation of *Lathyrus sativus* and *L. cicera* (Fabaceae) // Econ. Bot. 1989. V. 43. P. 262–270.

Ladizinsky G. The origin of lentil and its wild genepool. Euphytica. 1979. V. 28. P. 179–187.

Ladizinsky G., *Gohen D.*, *Meuhlbauer F. J.* Hybridization in the genus *Lens* by means of embryo culture // Theor. Appl. Genet. 1985. V. 70. P. 97–101.

Maesen van der L.J.G. Taxonomy of the Genus *Cicer* Revisited. In: Yadav S.S. et al. Chickpea breeding and management. India, 2007. P. 14–38.

Maxted N. An Ecogeographical Study of *Vicia* subgenus *Vicia*. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools. 8. IPGRI. Italy, 1995. 190 p.

Maxted N., *Hargreaves S.*, *Kell S. P.* et al. Temperate forage and pulse legume genetic gap analysis // Bocconea. 2012. V. 24. P. 115–146.

Meyers N., *Mittermeier R. A.* et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities // Nature. 2000. № 403. P. 853–858.

Mittermeier R. A., *Robles P.* et al. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Washington, 2005. 392 p.

Papa R., *Nanni L.* et al. The evolution of genetic diversity in *Phaseolus vulgaris* L. // In: Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution and conservation of crops. USA, 2004. P. 121–142.

Perrino P., *G. Laghetti P. L.* et al. Diversification of cowpea in the Mediterranean and other centres of cultivation // Genetic Resources and Crop evolution. 1993. V. 40. № 3. P. 21–132.

Piergiovanni A., *Lioi L.* Italian Common Bean Landraces: History, Genetic Diversity and Seed Quality. Diversity, 2010, № 2/ P. 837–862.

Potokina E., *Blattner R.*, *Alexandrova T.*, *Bachmann K.* AFLP diversity in the common vetch (*Vicia sativa* L.) on the world scale // Theor. Appl. Genet. 2002. V. 105. № 1. P. 58–67.

Puech J. Les tentatives successives d'introduction du soja en France et leurs consequences // Soja. CETIOM-INRA. Paris. 1986. P. 9–13.

Rikli M. Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. Bern, 1943-1948. Bd. 1–3. 1418 s.

Santalla M., *Rodino A. P.*, *Ron A. M.* Allozyme evidence supporting southwestern Europe as a secondary center of genetic diversity for the common bean // Theor. Appl. Genet. 2002. V. 104. № 6–7. P. 934–944.

Sharma S. K., *Dawson I. K.*, *Waugh R.* Relationships among cultivated and wild lentils revealed by RAPD analysis // Theor. Appl. Genet. 1995. № 91. P. 647–654.

Shurtleff W., *Aoyagi A.* Early named soybean varieties in the United States and Canada (1890–2013): extensively annotated bibliography and sourcebook. Soyinfo Center. USA, 2013. 961 p.

Smykal P., *Kenicer G.* et al. Phylogeny, phylogeography and genetic diversity of the *Pisum* genus // Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. 2011. V. 9. P. 4–18.

Tanno K., *Willcox G.* The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium // Vegetation History and Archaeobotany. 2006. V. 15. I. 3. P. 197–204.

Vavilov N. I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. N.Y., 1951. 366 p.

Zeven A. C. The introduction of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) into Western Europe and the phenotypic variation of dry beans collected in the Netherlands in 1946 // Euphytica. 1997. V. 94. P. 319–328.

Zeven A. C., *Wet J. M. J.* Dictionary of Cultivated Plants and their Regions of Diversity. Wageningen, 1982. 263 p.

УДК 635.655: 631.52

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ СОИ НА АДЛЕРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР В 2010–2012 ГГ.

И. В. Сеферова[1], А. П. Бойко[2], Т. В. Шеленга[1], Т. А. Шолухова[2].
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: i.seferova@vir.nw.ru.
[2]Адлерская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия, Сочи, e-mail: aos.vir@mail.ru.

Резюме

На Адлерской опытной станции за 2010–2012 гг. было изучено 472 образца сои различного происхождения. Образцы охарактеризованы по продолжительности вегетационного периода, семенной продуктивности, массе и морфологическим признакам семян, размеру и форме листочков, высоте и габитусу растений, высоте прикрепления нижнего боба, окраске цветка. Выделены высокопродуктивные, скороспелые, характеризующиеся высоким содержанием белка и масла в семенах образцы. Проанализированы зависимости в варьировании признаков.

Ключевые слова: соя, изменчивость признаков.

RESULTS OF TESTING SOYBEAN ACCESSIONS AT VIR'S ADLER EXPERIMENT STATION IN 2010–2012

I. V. Seferova[1], A. P. Boyko[2], T. V. Shelenga[1], T. A. Sholukhova[2].
[1]N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry, St. Petersburg, Russia, e-mail: i.seferova@vir.nw.ru.
[2]Adler Experiment Station of the N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry, Sochi, Russia, e-mail: aos.vir@mail.ru.

Summary

474 soybean accessions of various geographic origin were tested at Adler Experiment Station from 2010 through 2012. Seed weight and morphological characters, leaflet size and shape, plant height and habit, pod attachment height, and flower colour were assessed and recorded. The most productive and early- matureting accessions and those with high protein and oil content in seeds were selected. The variability of characters was analysed.

Key words: soybean, accessions, variability of characters.

Введение

В течение трех лет (2010–2012 гг.) было изучено 472 образца сои – *Glycine max* (L.) Merr. В изучении находились образцы, первичная характеристика которых не была ранее опубликована в издаваемых ВИР

каталогах. Данные образцы поступали в ВИР в период с 1921 по 1986 гг. (в том числе 10 образцов поступило с 1921 по 1932, 29 – с 1947 по 1970 и 433 – с 1971 по 1986 гг.). Полевое изучение проводили на Адлерской опытной станции ВИР, анализ некоторых признаков осуществляли в отделе генетических ресурсов зернобобовых культур и в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР.

Материалы и методы

Адлерская опытная станция ВИР расположена в Адлерском районе города Сочи на Черноморском побережье Кавказа на широте 43º26’. Полевое изучение образцов проводилось в соответствии с «Методическими указаниями» (Вишнякова и др., 2010). Посев образцов сои выполняли в первой декаде мая по схеме 70 × 10 см. Уборку осуществляли по мере созревания образцов, а для наиболее позднеспелых образцов, имеющих период вегетации более 150 дней, применялось послеуборочное досушивание в снопах.

Репродукции, полученные на Адлерской опытной станции, были использованы для описания признаков семян и биохимического анализа. Белок и масло определяли методом спектроскопии в ближне-инфракрасной области (NIR) с помощью анализатора Infratec 1241 Grain Analyzer фирмы Фосс Текатор (Швеция). Калибровочные кривые стандартизированы фирмой производителем. В соответствии с возможностями анализатора содержание белка и масла было оценено только для образцов, имеющих семена с желтой семенной кожурой. Всего по биохимическим показателям было оценено 296 образцов. Результаты изучения опубликованы в выпуске «Каталога мировой коллекции ВИР» (Бойко и др., 2014). При анализе полученных результатов и расчете их связей использовались средние значения полученных за три года показателей. Расчеты выполнялись в программе Excel.

Изучавшиеся образцы по происхождению относятся к 42 странам. Наибольшее их число относится к Восточно-Азиатскому региону (Китай, Южная и Северная Корея, Япония) и к Северной Америке (Канада, Мексика, США). Остальные образцы распределяются между странами Африки (Алжир, Бурунди, Камерун, Мадагаскар, Танзания, Уганда, Эфиопия, Южная Африка), Ближнего и Среднего Востока (Афганистан, Иран, Пакистан), Центральной Азии (Киргизия, Таджикистан, Узбекистан), Южной и Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Индонезия, Непал, Филиппины), Передней Азии (Грузия), Южной Америки (Бразилия, Колумбия), Европы (Великобритания, Венгрия, Молдавия, Польша, Португалия, Румыния, Франция, Украина, Чехословакия, Швеция, Югославия). В изучение было включено несколько образцов из Австралии и Кубы. Было изучено 43 образца, происходящих с различных территорий России, в том числе сорта и селекционный материал Ершовской опытной станции расположенной в Саратовской области, Научно-исследовательского института сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В. В. Докучаева (НИИСХ ЦЧП) в Воронежской области, Всероссийского научно-исследовательского института сои (ВНИИ сои) в Амурской области,

Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства и Дальневосточной опытной станции ВИР в Приморском крае и Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В. С. Пустовойта (ВНИИМК) в Краснодарском крае. Все изучавшиеся образцы ВНИИМК представляют собой селекционный материал, созданный с использованием химического и радиационного мутагенеза.

Результаты и обсуждение

Основной характеристикой сорта, показывающей возможность его возделывания в определенных условиях, является продолжительность вегетационного периода, а эффективность его выращивания определяется, прежде всего, семенной продуктивностью. У сои как короткодневной культуры продолжительность периода всходы-созревание сильно зависит от длины светового дня. Поэтому образцы, происходящие из более низких широт, чем место проведения полевого изучения материала, затягивали свое созревание, и, напротив, созданные в более северных широтах показывали крайне короткий период вегетации, сокращая при этом высоту растений и их продуктивность.

Наиболее быстро (за 70–80 дней) в условиях изучения созревало 7 образцов, в том числе сорта созданные в институтах Украины (‘Терезинская 24’, ‘Херсонская 908’, ‘Харьковчанка’), сорт ‘Соер 1’, созданный на Ершовской опытной станции, образцы Ihar-NK (Польша) и 1181-14-5 (Швеция). Продуктивность этих образцов варьировала от 6 до 17,9 г с растения, а самую высокую продуктивность имел образец из Швеции.

За период 81–90 дней созревало 15 образцов: 8 образцов, созданных в Канаде, а так же образцы Добруджанка 1062 (Молдавия), Нордик 138 (Польша), Herb 610 (Румыния), N 53-83 (Украина), Гамма 85 (из НИИСХ ЦЧП) и сорта ‘Zora’ (Чехословакия) и ‘Нада’ (Югославия). Из них относительно высокую продуктивность (18–25,9 г с растения) имели только образцы 0227, 0469, 0385 (Канада), образцы Добруджанка 1062 и Гамма 85.

За период 91–110 дней созревало 78 образцов, происходящих из Грузии, Камеруна, Канады, Китая, Молдавии, США, Узбекистана, Украины, Франции, Японии и России (Амурской области, Приморского и Краснодарского краев). Высокую семенную продуктивность (26–33 г с растения) показал образец из Канады (М 70-127) и сорт ‘Osso’ из Франции. Несколько меньшую продуктивность (18–29,9 г) имели 15 образцов, в том числе образцы из Канады (0158, 0344, 21-22×22-22), Молдавии (ДН 12-84, КСХИ 713, Л. 1, Л. 359), образец АР-10 и сорт ‘Renville’ из США, сорта из Японии (‘Kaku Hadaka’, ‘Kotou’), образец из Северо-Восточного Китая (к-2348) и образцы, созданные во ВНИИМК (к-8303, к-8301, к-8313).

За период 111–130 дней созревало 123 образца, происходящих из 18 стран мира, в том числе 22 – из Краснодарского и Приморского краев России. Из них продуктивность выше 33 г с растения имели 4 образца: сорт ‘Hodgson’ и образец 0240 из Канады, образец Scioto 8394 (собранный в Китае) и образец

SFR 174 (полученный из Аргентины). Продуктивность в 26–33 г с растения показал 21 образец, в том числе 0240 из Канады, два образца из Северо-Восточного Китая (к-2502 и к-4325), образец ДН 62-84 из Молдавии, TGM 13-3-2644 (Эфиопия), 7 сортов из Японии (‘Hatsukari’, ‘Kantou 6’, ‘Matsuzukuri’, ‘N-B’, ‘Saikai 16’, ‘Sanryuu’, ‘Shin 3’), сорт ‘Nigra’ из Португалии, 6 созданных во ВНИИМК образцов (к-8283, к-8321, к-8323, к-8324, к-8328, к-8340), образец Приморская 705 (созданный в Приморском НИИСХ) и ДВ 300 (созданный на Дальневосточной опытной станции ВИР).

Из позднеспелых образцов многие обладают высоким потенциалом продуктивности. За период 131–150 дней созревало 108 образцов. Из них продуктивность больше 26 г с растения имели 39 образцов, в том числе 31 – из Южной и Северной Кореи, 10 – из США, 7 – из Японии, два сорта из Узбекистана (‘Узбекская 6’ и ‘Гулистан’) и по одному образцу из Бразилии, Грузии, Канады, Китая и Танзании.

Больше 150 дней требовали для созревания 132 образца, и большая их часть (116 образцов) характеризовалась высокой продуктивностью. По происхождению эти высокопродуктивные сорта и образцы относятся к Бразилии, Грузии, Колумбии, США, Филиппинам, Южной и Северной Корее, Японии и ряду других стран.

Как видно из таблицы 1, с увеличением периода всходы-созревание возрастает количество высокопродуктивных образцов. Эта тенденция подтверждается и значением коэффициента корреляции продолжительности периода всходы-созревание и продуктивности (r=0,66).

Таблица 1. Число образцов сои с различной продолжительностью периода всходы-созревание и продуктивностью

Период всходы-созревание, дни	Семенная продуктивность, грамм с растения				
	< 9,9	10,0–17.9	18,0–25,9	26,0–33,0	>33,0
70–80	5	2	0	0	0
81–90	6	4	5	0	0
91–110	35	26	15	1	1
111–130	36	33	28	21	4
131–150	11	22	30	36	19
>150	3	1	12	50	66

Общую информацию о сорте дает характеристика его габитуса и оценка длины главного стебля. Габитус растений сои бывает кустовым (сжатым, полусжатым, канделяброобразным и раскидистым), а также вьющимся и стелющимся. С продолжительностью вегетации длина главного стебля имеет положительную связь (r=0,46). Самым низкорослым (25–29 см) был ультраскороспелый образец 1181-14-5 из Швеции, адаптированный к значительно более северным условиям. Длина стебля от 51 до 70 см была характерна для 50 образцов, а от 71 до 110 см – для 335. Среди последних

встречались как скороспелые, так и позднеспелые образцы. При длине главного стебля от 111 до 140 см (84 образца) численно преобладают позднеспелые образцы, а скороспелые не встречаются. Явную склонность к завиванию стебля проявили 23 образца. Этот признак характерен как для примитивных сортов народной селекции, так и для сортов, созданных для смешанных посевов с высокорослыми злаками, предназначенными для получения зеленой кормовой массы. Из завивающихся образцов 19 являются позднеспелыми, два – среднеспелыми и три – скороспелыми. Позднеспелые происходят из Алжира, Вьетнама, Китая, Колумбии, Кубы, Непала, Пакистана, Северной и Южной Кореи, США, Уганды, Японии. Среднеспелыми являются сорта ‘Kaneko’ (Япония) и образец Приморская 989, а скороспелыми – образец WC 347×40-42 (Канада), образец созданный во ВНИИМК (к-8290) и сорт ‘Крапинка’ (созданный во ВНИИ сои).

Высота прикрепления нижнего боба – важный хозяйственный признак. Для осуществления механизированной уборки с минимальными потерями желательно иметь расположение первого боба выше 12 см. Большая часть изученных образцов не отвечает этому требованию. Очень малую высоту прикрепления нижнего боба (ниже 8 см) имели 204, а малую (от 8,1 до 12 см) – 265 образцов. Высота прикрепления нижнего боба от 12,1 до 16 см была отмечена только у 5 образцов, из них три – высокорослые позднеспелые образцы, и только два созревают за период до 130 дней и имеют длину главного стебля около 1 м. Это сорт ‘Chousei Shirosoya’ из Японии и образец, созданный во ВНИИМК (к-8283). Образцов с более высоким прикреплением нижнего боба в изученном наборе выявлено не было.

Скороспелые формы сои имеют низкое прикрепление первого боба (от 5 до 12 см). Поэтому среди них представляет интерес образцы, у которых высота прикрепления первого боба не меньше 8 см. Среди наиболее скороспелых (созревающих за период до 80 дней) такими были два украинских сорта: ‘Терезинская 24’ и ‘Херсонская 908’. Из созревающих за 81–90 дней, такую высоту прикрепления нижнего боба имел только один образец 0092 (Канада). Среди образцов, созревающих за 91–100 дней, имелось 6, у которых признак составлял 8,1–10,0 см и у двух – 10,1–12,0 см. Это образец Приморская 1005 и образец, созданный во ВНИИМК (к-8335). Среди образцов, созревающих за 101–110 дней имелось 19, у которых значение признака составляло 8,1–10,0 см и у одного 10,1–12,0 см. Этот образец под названием «Mixture from Harrow» был получен из Канады. Высота прикрепления нижнего боба имеет слабую положительную связь с длиной главного стебля (r=0,40), продолжительностью периода всходы-созревание (r=0,43) и семенной продуктивностью (r=0,30).

В изученном наборе образцов масса 1000 семян варьировала от 50 до 435 г. Масса 1000 семян от 71 до 130 г была у 37 образцов, от 131 до 190 – у 41 образца, от 191 до 250 – у 199 образцов. Выявлено 106 образцов с очень крупными семенами (масса 1000 семян была больше 250 г). Большая часть образцов, при любой массе 1000 семян, имеет желтую семенную кожуру. Семена с черной, коричневой и зеленой семенной кожурой (свойственной ряду

сортов, предназначенных для выращивания на кормовые цели, а также для многих сортов, имеющих применение по овощному типу) встречались среди образцов с любой крупностью семян. Самыми мелкими (масса 1000 семян 50–60 г) были семена японского сорта ‘Masshokutou Kou 502’ с черной семенной кожурой.

Образцы с очень крупными семенами происходили, в основном, из стран Юго-Восточной Азии и имели длинный период от всходов до созревания. Крупносемянными, среднеспелыми, с периодом всходы-созревание 111–130 дней, были только 12 образцов из США, Канады, Алжира и Приморского края России. Крупносемянным скороспелым был образец Л. 1 из Молдавии с черной семенной кожурой, созревающий за 91–100 дней, а ультраскороспелым – сорт ‘Coep 1’ со светлыми семенами.

Масса 1000 семян считается одним из компонентов продуктивности. Но связь массы 1000 семян и массы семян с одного растения практически отсутствовала (r=0,23), поскольку при любой крупности семян выявлялись образцы с различной продуктивностью. Среди крупносемянных доля высокопродуктивных образцов несколько выше, но они большей частью являются позднеспелыми. Из образцов, созревающих за период до 130 дней, крупносемянность и высокая продуктивность совмешались у 21 образца.

Оценивались величина и форма среднего листочка на листьях среднего яруса. Мелкие листочки (длина 7,0–8,0 см; ширина 4,0–4,2 см) были только у одного сорта ‘Херсонская 908’. Среднюю величину листочка (8,1–11,0; 5,1–8,0 см) имели 195 образцов различного происхождения. Крупные листочки (11,1–14,0; 8,1–11,0) были у 240 образцов, а очень крупные (>14,0; >11,0) – у 38. Форма листочка варьировала от копьевидной до яйцевидной. Узкие листочки среднего пазмера были у двух образцов (0448 из Канады и к-8287 из ВНИИМК), а крупные у сорта‘Williams 79’ из США. Яйцевидно-копьевидные листочки были у 234 образцов, а яйцевидные – у 224. Явной связи с происхождением образцов признаки величины и формы листочка не имели.

При оценке корреляций было выявлено, что величина листочка имеет положительную связь с продолжительностью периода всходы-созревание (r=0,46), что указывает на численное преобладание позднеспелых среди крупнолисточковых образцов. Связь величины листочка с семенной продуктивностью, рассчитанная по всему набору образцов, также была слабоположительной (r=0,36), что определяется более высокой продуктивностью позднеспелых образцов, имеющих крупные листочки. Эта же связь, рассчитанная отдельно для образцов с различным периодом всходы-созревание, в большинстве случаев отсутствовала. При продолжительности вегетации до 110 дней коэффициент корреляции r составлял –0,04, от 111 до 120 дней – r=0,05, превышающей 130 дней – r= –0,06. Только в группе образцов с периодом вегетации от 120 до 130 дней корреляция этих признаков была более выраженной (r=0,41). Форма листа проявила связь только с шириной листа (r=0,52), то есть у более округлых листочков была в среднем большая ширина.

Качественный состав семян оценивали через процентное содержание в них белка и масла. Содержание белка в семенах сои от 35,1% до 45,0 % рассматривается как среднее, превышающее 45,1% – как высокое. Содержание масла, меньшее 18,0%, считается низким, от 18,1 до 22,0% – средним, а выше 22,1% – высоким. В изученном материале содержание белка варьировало от 37,0 до 49,5 %, а масла – от 14,7 до 24,3 %. Высокое содержание белка показали 95, а масла – 29 образцов (табл. 2). Корреляционная связь между процентным содержанием белка и масла была отрицательной (r= –0,63), что выявлялось и при других исследованиях сои (Бурляева, Малышев, 2013). Одновременно высокое содержание белка и масла было только у двух образцов: S-1244, созданном в Nortrup King Co (США) и N 53–83, созданном на Черновицкой опытной станции Украины. Семенная продуктивность этих двух образцов была низкой.

Таблица 2. Число образцов сои с различным содержанием белка и масла в семенах

Содержание сырого белка в семенах, %	Содержание масла в семенах, %			
	<18,0	18,1–20,0	20,1–22,0	>22,1
35,1–40,0	0	0	2	2
40,1–45,0	6	65	102	25
45,1–50,0	22	54	17	2

Хотя имеются сведения о наличии обратной зависимости между урожайностью и содержанием белка в семенах (Щелко, 1995) и о положительной корреляции между содержанием масла в семенах и длиной вегетационного периода (Бурляева, Малышев, 2013), в нашем исследовании показатели содержания белка и масла в семенах не были связаны ни с семенной продуктивностью, ни с продолжительностью периода всходы-созревание. Из высокопродуктивных образцов, созревающих за период от 111 до 150 дней, высокое содержание белка было выявлено у 10 образцов, в том числе у трех сортов из Японии (‘Sanryuu’, ‘Kantou 6’, ‘N-B), образцов из Южной Кореи (540-16, 503-16, 621-6, 351-36, 626-2) и Канады 0240и у образца, созданного во ВНИИМК (к-8324). Высокопродуктивными, созревающими за период от 101 до 140 дней и имеющими высокое содержание масла в семенах, были четыре образца: к-4325, Элита 728 (Китай), Т 181 (США), ДН 62-84 (Молдавия) и сорт ‘Osso’ (Франция). Только один ультраскороспелый образец Гамма 85 имел высокое содержание масла в семенах и относительно высокую продуктивность.

Заключение

Таким образом, проведенное в течение 2010–2012 гг. на Адлерской ОС изучение 472 образцов сои различного происхождения позволило охарактеризовать материал по основным хозяйственно-ценным и

биологическим признакам и пополнило оценочные данные коллекции. Проведена структуризация материала по значению селекционных признаков, что оптимизирует работу по поиску исходного материала в коллекции при запросе селекционерами источников конкретных признаков. Получены данные о связи целого ряда признаков. Некоторые из этих данных совпадают с общепринятыми представлениями (положительная межсортовая корреляция между продуктивностью и продолжительностью периода всходы-созревание, отрицательная между содержанием белка и масла в семенах). Однако, наши исследования не выявили некоторые из указывавшихся в литературе связей признаков. В условиях нашего изучения, содержание белка и масла в семенах не имело связи ни с семенной продуктивностью, ни с продолжительностью периода всходы-созревание.

Литература

Бойко А. П., *Сеферова И. В.* и др. Исходный материал для селекции в южных регионах Российской Федерации: Каталог мировой коллекции ВИР. СПб, 2014. Вып. 817. 40 с.

Бурляева М. О., *Малышев Л. Л.* Применение факторного и дискриминантного анализа для оценки исходного материала сои по урожайности зеленой массы и дифференциации сортов по направлениям использования // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2013. Т. 173. С. 55–67.

Вишнякова М. А., *Буравцева Т. В.*и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. СПб, 2010. 142 с.

Щелко Л. Г. Соя // В кн.: Теоретические основы селекции. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур. СПб, 1995. Т. 3. С. 196–322.

УДК 635.652:581.1

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Т. В. Буравцева, Г. П. Егорова, В. А. Кошкин
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства
им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: t.buravtseva@vir.nw.ru

Резюме

В статье приведены результаты полевого скрининга 194 образцов и изучения фотопериодической чувствительности (ФПЧ) 98 образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) из коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения. В результате проведенной оценки выделено 168 образцов с вегетационным периодом 70–90 дней, пригодных для выращивания в условиях Северо-Запада России, 28 источников скороспелости и 57 источников нейтральной ФПР.

Ключевые слова: фасоль, коллекция, образец, источники, скороспелость, фотопериодическая реакция.

SOURCE MATERIAL OF COMMON BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) FOR BREEDING IN THE NORTHWEST OF THE RUSSIAN FEDERATION

T. V. Buravtseva, G. P. Egorova, V. A. Koshkin
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
St. Petersburg, Russia, e-mail: t.buravtseva@vir.nw.ru

Summary

The sample of 194 accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from the VIR collection has been underwent field screening, and 98 accessions were studied for their photoperiodic sensitivity (PPS). As a result of the assessment, 168 accessions with the vegetable period of 70-90 days suitable for cultivation in the environments of the Northwest of Russia, 28 sources of early maturity and 57 sources of neutral PPS have been identified.

Key words: common bean, collection, accession, sources, early maturity, photoperiodic reaction.

Введение

Культура фасоли обыкновенной *(Phaseolus vulgaris* L.*)* известна с древнейших времен, возделывается на зерно и для овощных целей и выращивается почти во всех странах мира. Она ценится за свои высокие вкусовые качества. В зрелых семенах фасоли содержится в среднем 20–25% белка, высокой питательностью отличаются недозрелые семена (зеленый

горошек) и бобы овощной фасоли (зеленая лопатка), которые богаты белком, сахаром и витаминами. Как бобовое растение, фасоль обогащает почву азотом и служит хорошим предшественником для ряда сельскохозяйственных культур.

В Россию фасоль обыкновенная попала во второй половине XVI века, но почти 250 лет высевалась только в помещичьих хозяйствах. Лишь с середины XVIII в. ее стали сеять на небольших площадях в губерниях черноземной полосы. В конце XVIII в. фасоль выходит на поля юго-западных районов как зерновая культура и продвигается на восток до Волги. Учитывать же площади под посевами фасоли в России впервые начали в 1881 году (Иванов, 1933). До революции фасоль возделывали только в южной части России. В 20-е годы XIX в. началось продвижение этой культуры в северо-западные районы России.

Основной особенностью климата Северо-Запада России является непостоянство погоды. Перепады температуры воздуха, обусловленные сменой воздушных масс, нередко достигают ± 20°С и более в сутки. По причине большой изменчивости погоды ото дня ко дню (а иногда и в течение одних суток) северо-западный регион России считается одним из самых сложных для прогнозирования (Климат, 2014). Средняя многолетняя продолжительность безморозного периода составляет 105–140 дней, для весеннего сезона типичны возвраты холодов. Ночные заморозки повторяются в течение всего весеннего сезона. Сумма положительных температур на Северо-Западе России варьирует в зависимости от географического расположения, отдаленности от моря и других факторов (1400–1900°С) (Агроклиматическая характеристика, 2014).

Возделывание фасоли доходит до 60–70˚с. ш. и 85˚ ю. ш. (Терехина, Буравцева, 2014). Расширение ареала этой культуры ограничено лимитирующими факторами среды, в основном недостаточным количеством тепла. Для созревания фасоли необходимая сумма активных температур составляет 1450–1550°С, сроки посева – не позднее 5 июня (Громова, 1951). Для овощной фасоли возможен посев в течение всей первой декады июня. Так, в условиях Новгородской области такой срок посева обеспечивает прибавку урожая от 7 до 46% (Гусева, 1999). Также следует учитывать длину дня и длину вегетационного периода, т. е. иметь сорта, пригодные для выращивания в данной зоне.

С 1929 года в России было начато государственное испытание сортов фасоли. Уже в те годы созданы ценные скороспелые сорта фасоли овощного, зернового и универсального использования на Грибовской овощной селекционной станции (‘Триумф’, к-8912; ‘Грибовская 92’, к-12200; ‘Московская Белая Зеленостручная 556’, к-12171; ‘Северная Звезда 690’, к-8536), в Сибирском НИИ сельского хозяйства (‘Щедрая’, к-8449) и на Верхне-Хавской ОС (‘Сакса Без Волокна 615’, к-1198; ‘Триумф Сахарный 764’, к-12169). Несмотря на наличие скороспелых сортов, большого распространения на севере страны фасоль не имела. В последние годы отмечается рост популярности выращивания фасоли среди населения Северо-Запада России. Для продвижения этой культуры к северу необходимо наличие скороспелых, слабо чувствительных к длине дня сортов, способных давать урожай семян за

сравнительно короткий безморозный период при небольшом количестве тепла. Создание таких сортов, способных гарантировать получение стабильного урожая семян в зоне рискованного земледелия является одним из важнейших направлений селекционной работы.

Материалы и методы

В решении вопроса исходного материала незаменимым источником является коллекция фасоли ВИР, которая представлена разнообразными формами из 5 частей света и из 102 стран мира. Коллекция насчитывает более 7000 образцов, основную часть (97%) составляет фасоль обыкновенная. Генофонд культуры постоянно изучается и в зависимости от поставленных задач в селекционный процесс вовлекается исходный материал с определенными признаками. Результатом такого изучения являются выделенные источники ценных признаков. Всестороннее изучение и дальнейшее использование коллекционного материала способствует постоянному расширению, как сортового состава, так и географического ареала культуры в целом.

Для выявления источников скороспелости в испытание, проводимое в условиях Ленинградской области (2002–2013 гг.) было вовлечено 194 образца фасоли обыкновенной (кустовые или слабо вьющиеся сорта, ранее изученные на других станциях и выделившиеся по признаку скороспелости). Описание признаков выполнялось с использованием классификатора (Международный классификатор СЭВ, 1985), изменчивость длины вегетационного периода определяли по Доспехову (1979). Сроки посева – 2–5 июня на глубину 2–3 см, междурядья 45 см, между растениями 10 см. Уход за посевами состоял в своевременной прополке и рыхлении.

Опыты по изучению фотопериодической чувствительности растений (ФПЧ) проводили в вегетационных и фотопериодических павильонах отдела физиологии устойчивости ВИР (2008–2012 гг.). Была изучена фотопериодическая чувствительность 98 образцов фасоли различного эколого-географического происхождения. Растения выращивали в вегетационных сосудах в условиях естественного длинного (17 ч 30 мин. – 18 ч 52 мин.) и искусственного короткого (12 ч) фотопериода. ФПЧ устанавливали по величине задержки цветения на длинном дне (ДД) по сравнению с коротким днем (КД) с учетом коэффициента фотопериодической чувствительности ($К_{фпч}$) (Кошкин и др., 1994). Образцы фасоли, задерживающие цветение на ДД по сравнению с КД в пределах 1–10 суток и имеющие $К_{фпч}$=1,00-1,10, классифицировали как нейтральные.

Результаты и обсуждение

Скрининг на скороспелость. Оценку образцов фасоли в Ленинградской области ранее проводили ряд исследователей (Громова, 1951; Бадина, 1953;

Буданова, 1959; Буданова, 1961). Планомерный полевой скрининг образцов *P. vulgaris*, адаптированных к условиям Северо-Запада России, был начат в 2002 году и продолжается по настоящее время. Ежегодно на полях Пушкинских лабораторий ВИР (Ленинградская область) высевается по 10–20 образцов и проводится их оценка на пригодность для выращивания в условиях Северо-Запада России. В задачи исследований входит как скрининг на скороспелость, так и оценка образцов на другие хозяйственно ценные признаки (продуктивность, тип куста и направление использования).

Изучение показало, что взятые в исследование образцы различались по длине вегетационного периода (от 70 до 120 дней), массе семян с одного растения (от 4 до 50 г), направлению использования (овощные, зерновые, универсальные).

В результате проведенного исследования выявлены значительные различия в продолжительности, как межфазных периодов, так и всего вегетационного периода у изученных образцов. Продолжительность периода всходы-цветение колебалась от 22 до 59 дней, а продолжительность периода цветение-созревание изменялась от 21 до 62 дней у различных образцов. Изученные образцы были разделены на 5 групп спелости (табл. 1).

Таблица 1. Группы спелости образцов фасоли в условиях Ленинградской области (г. Пушкин, 2002–2013 гг.)

Группы спелости	Вегетационный период, дни	Число образцов	% от общего числа образцов
Скороспелые	70-75	7	3
Среднеранние	76-80	22	11
Среднеспелые	81-85	108	56
Среднепоздние	86-90	31	16
Позднеспелые	>90	26	14
Всего		194	100

Из 194 изученных образцов фасоли обыкновенной 168 образцов (86%) с вегетационным периодом 70–90 дней пригодны для выращивания на Северо-Западе России. 28 образцов (скороспелые и среднеранние) являются источниками скороспелости. В группу скороспелых (70–75 дней) вошло 7 образцов, что составляет 3% от общего числа изученных сортов (табл. 2).

При этом длина вегетационного периода по годам у разных образцов сильно различалась. Образцы Butter (Австралия) и Resista (Швеция) характеризовались значительной изменчивостью этого признака в зависимости от погодных условий. Незначительная изменчивость продолжительности вегетационного периода отмечена у образцов Dvergbonne, Drabant и Krybonen Wax из Швеции. Эти образцы представляют интерес для использования в дальнейшем в селекционном процессе.

Также интерес для селекции представляют среднеранние и среднеспелые образцы, имеющие высокую продуктивность семян (свыше 20 г с одного растения) различного использования:

зерновые — к-15237, ‘Прибельская’ (Уфимская обл.); к-15238, ‘Уфимская’ (Уфимская обл.); к-15239, ‘Золотистая’ (Уфимская обл.); к-61, ‘Чи-со-дро’ (Китай);

овощные — к-15196, ‘Рант’ (Московская обл., ВНИИССОК); к-46, ‘Чудо Парижа’ (Франция);

универсальные — к-15258, ‘Ребус’; к-15586, ‘Елизавета’; к-15587, ‘Успех’.

Таблица 2. Образцы фасоли, выделившиеся по скороспелости в условиях Ленинградской области (г. Пушкин, 2002-2013 гг.)

№ каталога ВИР	Название образца	Происхождение	Всходы-цветение, дни	Цветение-созревание, дни	Вегетационный период, дни	V, %
7411	Dvergbonne	Норвегия	30	40	70	5,1
12018	Drabant	Швеция	36	38	74	5,9
12436	Krybonen Wax	Швеция	36	35	71	5,6
14123	Butter	Австралия	32	39	71	16,0
14319	Resista	Швеция	36	38	74	11,2
15163	Nordia	Швеция	33	38	71	9,6
15215	Black Marvel	Германия	35	39	74	8,9

Кустовые сорта ‘Ребус’, ‘Елизавета’ и ‘Успех’ созданы в ВИРе в условиях Северо-Запада (Ленинградская обл.), устойчивы к низким температурам, переносят кратковременные ночные заморозки и пригодны для выращивания на зерно и зеленую лопатку в этой зоне. Сорта ‘Елизавета’ и ‘Успех’ районированы с 2014 года.

‘*Успех*’. Растения высотой 40–50 см, прикрепление нижних бобов 14–15 см. Бобы в технической спелости желтые, 12–14 см длины, прямые или слабоизогнутые, без волокна, со слабым пергаментным слоем. Семена средние, эллиптические, охряные с темным кольцом вокруг рубчика. Урожай бобов при выращивании в Ленинградской области составил 15–17 т/га.

‘*Елизавета*’. Растения высотой 35–45 см, прикрепление нижних бобов 13–15 см. Бобы в технической спелости желтые со светло-розовыми штрихами, 13–15 см длины, изогнутые, без пергаментного слоя и волокна. Семена средние, удлиненно-эллиптические, белые с серой мраморностью. Урожай бобов при выращивании в Ленинградской области составил 13–16 т/га.

Скрининг фасоли на фотопериодическую чувствительность. Фасоль обыкновенная – растение короткого дня. При выращивании в условиях длинного дня у нее изменяется продолжительность вегетационного периода, задерживается цветение и плодоношение, уменьшается урожай, может изменяться форма куста (Иванов,1961). При этом реакция сортов на продолжительность дня значительно варьирует. В процессе селекции были получены формы, не реагирующие на длину дня, нейтральные.

В коллекции ВИР имеются как длиннодневные, так и нейтральные сорта, не реагирующие на длину дня и пригодные к выращиванию в условиях Северо-

Запада России. Сорта ‘Blue Lake’ (к-10073), ‘Ocanoro’ (к-12969), ‘Tue’ (к-14023) и многие другие являются длиннодневными и зацветают раньше на коротком дне. В коллекции ВИР присутствуют кустовые нейтральные сорта – ‘Сакса Без Волокна 615’ (к-1198), ‘Мексиканская’ (к-3839), ‘Щедрая’ (к-169) и др. (Буданова, 1990).

Для продвижения фасоли в северные районы необходимо использовать сорта, которые менее других реагируют на увеличение длины дня. Изучение разнообразия реакций фасоли обыкновенной на длину дня позволяет существенно расширить границы возделывания этой культуры (Кошкин и др., 2011). Использование в селекции сортов, интродуцированных из южных регионов, требует оценки их фотопериодической реакции с целью выделения источников, обладающих нейтральной ФПЧ.

В результате изучения фотопериодической чувствительности 98 образцов фасоли различного эколого-географического происхождения выделено 57 источников нейтральной ФПЧ. Часть из них происходят из северных регионов России (к-1300, к-2754, к-6306, к-8536, к-15229, к-15288, к-15556 и др.). Некоторые сорта, полученные из Чили, Танзании, Франции, Грузии, Бразилии (к-12507, к-13690, к-15497, к-15507 и др.), оказались чувствительными к длинному дню. Выделенные образцы фасоли представляют значительную ценность для создания новых скороспелых, нейтральных к длине дня сортов.

Заключение

Таким образом, скрининг 194 образцов фасоли обыкновенной в условиях Ленинградской области показал, что для выращивания на Северо-Западе России пригодны кустовые сорта фасоли обыкновенной с вегетационным периодом 70–90 дней различного направления использования. Выделено 28 источников скороспелости, которые могут быть использованы в селекции на этот признак. Также интерес для селекции представляют среднеранние и среднеспелые образцы, имеющие высокую продуктивность (свыше 20 г с одного растения). Среди них сорта ‘Ребус’, ‘Елизавета’ и ‘Успех’, созданные в условиях Северо-Запада России и пригодные для выращивания на зерно и зеленую лопатку в этой зоне.

В результате изучения фотопериодической чувствительности выделено 57 источников нейтральной ФПЧ. Выявленные образцы фасоли представляют значительную ценность для создания новых скороспелых, продуктивных сортов и должны найти широкое использование в селекции.

Литература

Агроклиматическая характеристика северо-запада СССР. 2014. [сайт] URL: http://berrylib.ru/books/item/f00/s00/z0000056/st003.shtml (дата обращения: 01.05.2014)

Бадина Г. В. Фасоль. Лениздат, 1953. 60 с.

Буданова В. И. Выращивание овощных сортов гороха и фасоли в северо-западных районах РСФСР // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1959. Т. XXXII. Вып. 3. С. 262–269.

Буданова В. И. Оценка коллекции овощных бобовых культур в условиях Ленинградской области // Автореф. дис. …канд. с.-х. наук. Л., 1961. 19 с.

Буданова В. И. Генетика фасоли // В кн.: Генетика культурных растений: Зернобобовые, овощные, бахчевые. Л., 1990. С. 81–110.

Громова В. А. Продвижение фасоли в более северные районы // Автореф. дис. …канд. с.-х. наук. Л., 1951. 17 с.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1979. 416 с.

Иванов Н. Р. Фасоль // Растениеводство СССР. М., 1933. Т. 1. Ч. 2. С. 128–132.

Иванов Н. Р. Фасоль. М.–Л.: Сельхозгиз, 1961. 280 с.

Климат Санкт-Петербурга и Ленинградской области. 2014 [сайт]. URL: http://www.meteo. nw.ru/ articles/ index.php?id=2 (дата обращения 01.05.2014)

Кошкин В. А., *Кошкина А. А.*, *Матвиенко И. И.*, *Прядехина А. К.* Использование исходных форм яровой пшеницы со слабой фотопериодической чувствительностью для создания скороспелых продуктивных линий // Доклады РАСХН. 1994. № 2. С. 8-10.

Кошкин В. А., *Вишнякова М. А.* и др. Фотопериодическая чувствительность фасоли различного географического происхождения // Тезисы докл. IX междунар. симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». 2011. Т. 2. С. 87-90.

Международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L., 1985, 45с.

Терехина Н. В., Буравцева Т. В. Phaseolus vulgaris L. – Фасоль обыкновенная. Основные сельскохозяйственные культуры // Агроэкологический атлас России и сопредельных государств. 2014. [сайт] URL: http://www.agroatlas.spb.ru/ru/ content/cultural/ Phaseolus_ vulgaris_K/ map (дата обращения: 01.05.2014)

УСПЕХИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
THE PROGRESS OF DOMESTIC GRAIN LEGUME BREEDING AT THE PRESENT STAGE OF DEVELOPMENT

УДК 635.656: 631. 523: 575

ОРЛОВСКИЙ ЦЕНТР СОЗДАНИЯ НОВОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГОРОХА

А. Н. Зеленов, Т. С. Наумкина, А. М. Задорин, В. Н. Уваров, А. А. Зеленов
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, Орел, Россия, e-mail: zelenov-a-a@yandex.ru

Резюме

Во Всероссийском НИИ зернобобовых и крупяных культур (г. Орел) сформировался центр разнообразия *Pisum sativum* L. Определенная роль в формообразовательном процессе принадлежит агроэкологическим условиям региона. Созданы генисточники и сорта, уникальные особенности которых отвечают требованиям интенсивного производства. Дальнейшее развитие получила диверсификация направлений селекции: селекция на высокую азотфиксацию в ассоциации с клубеньковыми бактериями и эндомикоризными грибами, создание сортов для производства биодеградированных полимеров и для функционального диетического питания, селекция адаптированных к стрессовым факторам пелюшек на зерно. Важным этапом в создании высокоурожайных сортов является выявление и создание отличающихся высоким биоэнергетическим потенциалом оригинальных форм с измененной архитектоникой листа и флоральной зоны.

Ключевые слова: горох, источники и доноры, селекция, генетика, физиология, биохимия, азотфиксация, иммунитет.

THE ORYOL CENTER OF NEW PEA GENETIC DIVERSITY CREATION

A. N. Zelenov, T. S. Naumkina, A. M. Zadorin, V. N. Uvarov, A. A. Zelenov
The All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops (VNIIZBK), Oryol, Russia, e-mail:zelenov-a-a@yandex.ru

Summary

A new center of creation of *Pisum sativum* L. diversity has been generated at VNIIZBK. A certain role in the process of its formation belongs to the agroecological conditions of the region. Genetic sources and cultivars with unique features meeting the requirements of intensive production have been developed. Diversification of breeding trends has been further promoted: breeding for high nitrogen fixation in association with nodule bacteria and mycorrhiza fungi, release of varieties for production of biodegraded polymers and for functional dietary food, selection of field peas adapted to stress factors for grain. An important stage in the release of high-yielding cultivars is identification and

development of original forms distinguished for their high bioenergy potential with modified architectonics of leaf and floral zone.

Key words: pea, sources and donors, breeding, genetics, physiology, biological chemistry, nitrogen fixation, immunodefence.

Селекция гороха во Всероссийском НИИ зернобобовых и крупяных культур (ВНИИЗБК, г. Орел) началась в 1958 г. за 4 года до официального утверждения статуса института. Первое время в питомниках преобладали традиционные высокорослые листочковые формы экстенсивного типа. Были созданы и районированы зерновые сорта ‘Орловский 3’ и ‘Стрелецкий 11’, укосные белоцветковые – ‘Стрелецкий’, ‘Аист’, ‘Татарстан 2’, укосные пелюшки ‘Малиновка’ и ‘Гомельская’. Потенциальная урожайность семян у них была невысокой, а реальная в условиях производства составляла всего 1,5–2,5 т/га. Главная причина – неустойчивость к полеганию.

Была сформулирована задача – создать сорта интенсивного типа с высокой семенной продуктивностью, устойчивостью к полеганию, биотическим и абиотическим стрессорам. Под интенсивностью мы понимали не большие материально-технические и энергетические затраты на возделывание, а «…высокий удельный выход энергии и продукции на единицу энергозатрат» (Шевелуха, 1993). Для выполнения поставленной задачи селекционеры, генетики и физиологи сосредоточили поисковые исследования на изучении закономерностей эволюции гороха в культуре, разработке перспективной модели высокоурожайного технологичного сорта, выявлении существующих в мировой коллекции и создании новых доноров, соответствующих обозначенным требованиям.

В результате проведенных работ были получены новые продуктивные, слабополегающие генисточники с укороченным стеблем:

– листочковые, 3-цветковые, с неосыпающимися семенами линии В-32 и В-34 {‘Неосыпающийся 1’ (Украина) × [ОБЦ-817 (РФ, Башкирия) × ‘Мироновский 186’ (Украина)]};
– усатые линии Ус-14, Ус-16, 84-435 [ДВ-499 (РФ, ВНИИЗБК) × ‘Усач’ (РФ, Омск)];
– усатая детерминантная (самарская модель, контролируемая аллелем *deh*) линия Ус-87-022 (мутант из Самарского НИИСХ БМ-2-2-239 /1-3 × 84-435);
– усатая, детерминантная (московская модель – аллель *det*) 3-цветковая линия УГ-99-365 {[(Детерминантный ВСХИ (Украина) × М-122 (Германия)] × УП-94-277 (РФ, ВНИИЗБК)};
– листочковые с высоким темпом начального роста корешка и стебля линии ФН-154-92 (‘Тыркис’ (Чехия) × PSS 21507 (Германия)), ФН-221-92, ФН-71-92 (‘Тыркис’ × ‘Орловчанин’).

Способ оценки и отбора высокопродуктивных форм гороха по этому показателю разработан во ВНИИЗБК (Новикова и др., 1995). Величина отношения длины корня к длине стебля в пределах от 3,5 до 5,0 наиболее благоприятна для отбора высокоурожайных линий.

Использование всех указанных линий в селекционной работе показало их хорошую сортообразующую способность. Линии В-32 и В-34 в парных, насыщающих и сложных скрещиваниях использованы при создании сортов ‘Орпела’, ‘Орловчанин’, ‘Спрут 2’. С участием Ус-16 получены сорта ‘Орлус’ и ‘Спрут 2’, а в Татарском НИИСХ – сорт ‘Казанец’. Линия Ус-14 была использована при выведении короткостебельной усатой пелюшки на зерно ‘Алла’. Детерминант Ус-87-022 был одним из компонентов скрещивания в сортах ‘Батрак’ и ‘Мультик’. Сестринская по отношению к ‘Батраку’ линия Ус-90-3000 явилась отцовской формой при создании районированного в Западной Сибири сорта ‘Русь’.

Линия ФН-154-92 стала родоначальником высокоурожайного, засухоустойчивого, листочкового сорта ‘Темп’. При скрещивании этой линии с сортом ‘Carrera’ (Нидерланды) был получен высокоустойчивый к полеганию усатый сорт ‘Софья’. Чешский сорт ‘Тыркис’ входит в родословные листочкового сорта ‘Визир’ (‘Тыркис’ × ‘Орловчанин’) и усатой короткостебельной пелюшки на зерно ‘Алла’ (‘Норд’ × ‘Тыркис’) × [(‘Нижегородец’ × Ус-14) × ‘Vinco’].

Большой селекционной ценностью обладает и другой чешский сорт – ‘Смарагд’. Он стал донором короткостебельности и высокой семенной продуктивности при создании сортов ‘Норд’ (последовательное насыщение его генома аллелями *def* – неосыпаемость семян и *af* – безлисточковость), ‘Орловчанин’ (‘Смарагд’ × В-34) и укосной, высокоурожайной по семенам и зеленой массе листочковой пелюшки ‘Зарянка’ (‘Смарагд’ × ‘Малиновка’). При создании высокоурожайного, технологичного, пластичного сорта ‘Фараон’ в сложном скрещивании наряду со ‘Смарагдом’ участвовал донор полигенной устойчивости к фузариозной корневой гнили ‘Орлус’: {(‘Таловец 60’ × 616/88) × [(‘Смарагд’ × ‘Харьковский 85’) × (‘Харьковский 85’ × ‘Смарагд’)]} × ‘Орлус’. Он же был материнской формой в гибридной комбинации при выведении первого отечественного сорта с высоким содержанием амилозы в крахмале семян – ‘Амиор’ (‘Орлус’ × ‘Совинтер 1’).

Высокоустойчивый к полеганию ‘Спрут 2’ передал этот признак сортам ‘Батрак’ и ‘Шустрик’. Необходимо отметить, что при создании ‘Батрака’ [Ус-87-022 × (‘Спрут 2’ × Мутант П-1)] впервые удалось удачно совместить в одном геноме рецессивные аллели *le* (короткостебельность), *deh* (детерминантность), *af* (безлисточковость) и *def* (неосыпаемость семян).

Созревающий на 2–3 недели раньше среднеспелых стандартов сорт ‘Шустрик’ [‘Спрут 2’ × Hja 51666 (Франция)] стал первым районированным раннеспелым сортом с усатым типом листа. В сорте ‘Мультик’ [78PS2148 (Нидерланды) × Ус-87-022] впервые преодолена отрицательная корреляция между мелкосемянностью и семенной продуктивностью.

Высокоурожайный, пластичный, с повышенной симбиотической активностью сорт ‘Орловчанин’ является отцовским компонентом при выведении детерминантного листочкового сорта ‘Орловчанин 2’ (БМ-2-2-239/1-3 × ‘Орловчанин’) и индетерминантного листочкового ‘Визир’.

В лаборатории генетики и биотехнологии института впервые созданы не имеющие мировых аналогов высокоспецифичные к *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* изолинии гороха Норд sym_2 sym_2, Битюг sym_2 sym_2, Демон sym_2 sym_2, новые сорта гороха на зерно ‘Юниор’ (‘Битюг’ sym_2 sym_2 × ‘Орловчанин 2’) и высоко отзывчивый на двойную инокуляцию *Rh. leguminosarum* bv. *viciae* и эндомикоризными грибами *Glomus* sp. сорт ‘Триумф’ [к-8274 (Франция) × BC_6Classik (Дания)] с потенциальной урожайностью до 7 т/га (Наумкина и др., 2006).

В плане продвижения горохосеяния в северные и аридные регионы в институте обоснована целесообразность и впервые развернута селекция адаптированных к биогенным и абиогенным стрессорам короткостебельных пелюшек на зерно. Созданы успешно прошедшие государственное испытание листочковая пелюшка ‘Орпела’ [BC_3 Flavanda (Нидерланды) × Ус-16] и ‘Алла’ с усатым типом листа. Проведенные во Всероссийском НИИ кормов им. В. Р. Вильямса исследования показали, что по своим кормовым достоинствам они не уступают белоцветковым сортам гороха на зерно (Косолапов и др., 2009).

С использованием биотехнологических методов на селективной среде с полиэтиленгликолем из каллусной культуры от пелюшки ‘Зарянка’ выделены регенерантные линии, превосходящие исходный сорт по водоудерживающей способности, урожайности, содержанию белка в семенах и зеленой массе. Лучшая из них под названием ‘Смолянка’ передана на государственное сортоиспытание (Кондыков и др., 2011).

Проведенные физиологами ВНИИЗБК исследования позволили установить, что благодаря научной селекции в XX столетии урожайность семян гороха увеличилась с 1,1–2,0 т/га у стародавних сортов до 3,7–4,2 т/га у современных. У растений произошли морфофизиологические изменения: сократилась длина стебля, увеличилась толщина листовых пластинок, возросла аттрагирующая емкость бобов, значительно увеличилась реутилизация веществ из вегетативных органов в семена. В результате уборочный индекс повысился с 22 до 65% и приблизился к биологически возможному пределу. Однако общая продуктивность биомассы растений не изменилась (Новикова и др., 1989). Вследствие этого максимально возможная урожайность в условиях Центральной России составляет 5,5–6,0 т/га семян при содержании белка в них 22–23%. «Дальнейший прогресс представляется наиболее успешным путем увеличения общей биологической продуктивности растений» (Новикова, 2002). Таким образом, цель следующего этапа трансформации генома гороха заключалась в поиске и создании форм с высокой продуктивностью биомассы.

Основу продукционного процесса составляет фотосинтез. Главный фотосинтезирующий орган у растения – лист. В. Л. Комаров (1961) отмечал высокую развитость листьев у представителей семейства бобовых: «Такие сложные листья, как листья гороха, акации и массы других бобовых, со свободным движением отдельных частей, с организованным отводом продуктов ассимиляции из тканей (мякоти) в ситовидные трубки и пр. являются

наиболее совершенным выражением эволюции листа. От листа плауновых до листа гороха пройден сложный и долгий путь, приведший к выработке прекрасного, пластичного, сообразно условиям среды, аппарата фотосинтеза». Вот на дальнейшее совершенствование этого аппарата были направлены наши усилия.

С целью увеличения фотосинтетической поверхности безлисточковых растений была проведена гибридизация морфологически, генетически и географически отдаленных генотипов: позднеспелого, высокорослого с крупными листьями и прилистниками, крупными одиночными бобами и морщинистыми семенами хемомутанта из Индии *tendrilled_acacia* ($uni^{tac}uni^{tac}$) с английским среднеспелым, короткостебельным, безлисточковым, с редуцированными прилистниками, средними по величине парными бобами и гладкими семенами сортом ‘Filby’ *(afafstst*). В 1989 году в F_2 этой гибридной популяции впервые получена оригинальная форма хамелеон, отличительной особенностью которой является ярусная гетерофилия: нижние листья имеют два-три листочка и усик, в среднем ярусе листья усатые; выше, в зоне плодоношения, лист представлен многократно разветвленными усиками с нерегулярно расположенными на них листочками разной величины и формы (Зеленов, 1991). Экспрессивность описанных признаков в значительной степени зависит от генетических особенностей линии и условий выращивания. Морфотип хамелеон обладает высокими физиологическими показателями продукционного процесса. Биомасса и интенсивность ее образования у него на 10–20% выше лучших районированных сортов листочкового и на 25–37% усатого типов. По основным параметрам развития корней (масса, объем поглощающей поверхности) в период налива семян наиболее совершенные образцы нового морфотипа не уступали стандартным листочковым сортам и несколько превосходили сорта с усатым типом листа (Зеленов и др., 2000). Многие линии обладают высоким до 29%, содержанием белка в семенах с хорошей биологической ценностью (Косолапов и др., 2009; Корниенко и др., 2010).

Впервые генотип $afafuni^{tac}uni^{tac}$ был изучен B. Sharma (1981) и др. Однако никто из них не отметил различий в архитектонике листьев в зависимости от их расположения на стебле. Поэтому приоритет открытия формы хамелеон принадлежит нам.

Во ВНИИЗБК создан и с 2009 г. включен в Госреестр РФ первый отечественный сорт морфотипа хамелеон – ‘Спартак’ [хамелеон Аз-23 × ‘San Cipriano’ (Италия)]. В 2014 г. он допущен к использованию по шести регионам. Наиболее высокий урожай семян в Госсортиспытании (6,23 т/га, или на 1,54 т/га выше стандарта ‘Таловец 70’) получен в 2008 г. на Большеболдинском сортоучастке Нижегородской области. В 2009 г. там же урожай составил 4,70 т/га (на 1,24 т/га больше стандарта). При этом по содержанию белка в семенах в среднем по всем сортоучасткам ‘Спартак’ опережал стандартные сорта на 1,5%. Таким образом, практически доказана высокая селекционная ценность нового морфотипа.

В 2002 г. в институте в посевах размножения сорта ‘Батрак’ впервые обнаружен спонтанный мутант с необычными как для рода *Pisum* L., так и для семейства Fabaceae Lindl. вообще листьями с глубоко рассеченными в верхней части листочками и простыми неветвящимися усиками, отходящими от черешка у основания листочка (Зеленов, Неметова, 2005). Позднее были получены селекционные линии с ветвящимися усиками.

В генофонде *Pisum* известны две формы, несколько напоминающие рассеченнолисточковый мутант. У мутации *insecatus* в верхней части листочка формируется два острых зубца и часто усик между ними (Lamprecht, 1959). У листочка нашей рассеченнолисточковой формы зубцов несколько, а усики расположены у оснований черешочков. У разновидности глубоконадрезанной дикорастущего вида гороха красно-желтого (*Pisum fulvum* Sibth. et Smith var. *incisum* Post) также имеет место сильная изрезанность края листочка. Однако надрезы у нее расположены по всему краю листочка, и усики у основания черешочков отсутствуют.

Признак рассеченнолисточковости контролируется аллелями безлисточковости (*af*) и усиковой акации (tac^A). Последний аллелен определяющему морфотип хамелеон аллелю uni^{tac}. При скрещивании $uni^{tac}uni^{tac}$ x tac^Atac^A в F_2 наряду с листочковыми растениями и растениями типа усиковой акации возникают усатые формы. Часть из них константны, часть расщепляются при репродуцировании. Этот феномен требует отдельного изучения. Аллель tac^A открыт нами впервые.

Рассеченнолисточковая форма гороха отличается высокой концентрацией хлорофилла в листьях (Avercheva et al., 2012)., высокой интенсивностью фотосинтеза (Панарина, 2011), способна формировать повышенную по сравнению с усатыми и листочковыми сортами биомассу. Многие линии этого морфотипа обладают отличными показателями симбиотической азотфиксации. Лучшие из них превосходят высокоурожайный, отзывчивый на инокуляцию ризобиями сорт ‘Орловчанин’ в 2–2,5 раза по нитрогеназной активности и в 2–3,5 раза по числу клубеньков на растении. Содержание белка в семенах рассеченнолисточкового морфотипа в среднем на 2,9% превышает показатель стандарта. Таким образом, рассеченнолисточковая форма гороха перспективна для селекции на высокую семенную продуктивность и качество семян (Зеленов и др., 2013). Однако у нового морфотипа недостаточная устойчивость к полеганию. Проблема решается двумя путями. Селекционным – создание генотипов с устойчивым стеблем и длинными усиками. Второй путь – посев рассеченнолисточковых линий в смеси с устойчивыми к полеганию усатыми сортами (диморфные посевы). Показано, что такие сортосмеси создают достаточно устойчивый агроценоз и обеспечивают повышение урожайности семян (Зеленов, Щетинин, 2008).

При скрещивании рассеченнолисточкового мутанта (Рас-тип) с сортом ‘Спартак’ у части растений в F_2 произошла обратная мутация *af→Af,* вследствие которой впервые была выделена форма баттерфляй (бабочка), контролируемая аллелями *tl* (акацевидный лист) и tac^A. У листа этой формы

черешочки двух пар базальных листочков сближены так, что композиция листочков напоминает крылья бабочки, а выходящая от места прикрепления этих листочков к черешку пара усиков усиливает это сходство. Форма баттерфляй генетически нестабильна, мутируя при каждом репродуцировании.

Также впервые в результате гибридизации многократно непарноперистого образца Пап 485/4 с Рас-типом получена дважды непарноперистая с усиками и рассеченными листочками трехрецессивная ($afaftltltac^{A}tac^{A}$) форма, названная нами А-агримут. Биологические особенности и селекционная ценность двух последних форм изучены мало.

В 1991 г. из F_3 гибридной комбинации ‘Детерминантный ВСХИ’ × А-87-15 (селекционная форма ВНИИЗБК с фасциированным стеблем – аллель *fa*) впервые обнаружено растение с соцветием, напоминающим соцветие люпина – люпиноид (*detdetfafa*). Его особенностью является наличие многоплодного апикального утолщенного цветоноса, который несет до 11 очередно расположенных цветков на коротких цветоножках. Обладая высокой интенсивностью фотосинтеза, по потенциальной продуктивности новая форма превосходит родительские (Уваров, 1993). Из-за полегаемости реальная урожайность семян ниже. В процессе селекции созданы более устойчивые короткостебельные линии с усатыми листьями, рассеченнолисточковые люпиноиды, пелюшки. По урожаю семян они нередко превосходят стандартный сорт ‘Орловчанин’, а некоторые (УГ-03-387, Лу-Д-115, Лу-Д-116) обладают практически такой же устойчивостью к полеганию, как и сорт ‘Батрак’ (Кондыков и др., 2013). Благодаря совершенной проводящей системе и высокой аттрагирующей активности бобов люпиноиды являются прекрасными компонентами скрещиваний в селекции на высокую урожайность семян.

Всего во ВНИИЗБК за более чем полувековой период деятельности создано 62 сорта гороха, из которых 32 районировано в России, Белоруссии и на Украине и еще 4 сорта проходят государственные испытания. Теоретически обоснованы, методически разработаны и практически осуществляются новые направления в селекции гороха:

– на повышение симбиотической эффективности на основе симбиоза с клубеньковыми бактериями и грибами арбускулярной микоризы как целостной системы;
– на высокое содержание амилозы в крахмале зрелых семян для приготовления лечебно-функциональных продуктов повышенной биологической ценности и производства биодеградируемых пластмасс и пленок;
– на создание короткостебельных пелюшек на зерно с высокими кормовыми достоинствами.

Орел стал центром создания и центром разнообразия форм гороха с измененной архитектоникой листа и флоральной зоны: хамелеон, рассеченнолисточковый, баттерфляй, А-агримут, люпиноид. Обладая высоким биоэнергетическим потенциалом, эти формы дали основание для разработки новых направлений селекции гороха, цель которых – создание сортов с

урожайностью семян в условиях Центральной России – 7 и более тонн с гектара.

Образцы всех передаваемых на государственное испытание сортов и многие источники и доноры хозяйственно ценных признаков были направлены в коллекцию ВИР им. Н. И. Вавилова, Национальный центр генетических ресурсов Украины, селекционным учреждениям России, Белоруссии, Украины, Молдавии, Казахстана, Чехии, Индии, Великобритании, США.

В числе факторов активного формообразовательного процесса во ВНИИЗБК: повышение радиоактивного фона вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, наличие глубоко под землей залежей железной руды (отроги Курской магнитной аномалии), повышение уровня спонтанного мутирования в результате генетически контрастных скрещиваний и насыщения генотипов рецессивными аллелями.

Литература

Зеленов А. Н. Оригинальный мутант гороха // Селекция и семеноводство. 1991. № 2. С. 33–35.

Зеленов А. Н., *Амелин А. В.*, *Новикова Н. Е.* Перспективы использования новой селекционной формы гороха хамелеон // Доклады РАСХН. 2000. № 4. С. 15–17.

Зеленов А. Н., *Неметова Ю. С.* Рассеченнолисточковый мутант гороха // Новые и нетрадиционные растения и перспектива их использования. М.2005. Т.2. С.276–278.

Зеленов А. Н., Щетинин В. Ю. Диморфные агрофитоценозы гороха на зерно // Доклады Россельхозакадемии. 2008. № 2. С. 13–15.

Зеленов А. Н., *Зотиков В. И.*, *Наумкина Т. С.* и др. Биологический потенциал и перспективы селекции рассеченнолисточкового морфотипа гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 4. С. 3–11

Комаров В. Л. Происхождение растений. М., 1961. 192 с.

Кондыков И. В., *Уваров В. Н.*, *Бутримова Н. А.*, *Кондыкова Н. Н.* Перспективы использования морфотипа люпиноид в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 1(5). С. 15–21.

Кондыков И. В., *Соболева Г. В.*, *Новикова Н. Е.* и др. Результаты использования новых методов создания и оценки селекционного материала гороха // Аграрная Россия. 2011. № 3. С. 27–29.

Корниенко Н. Н., *Зеленов А. Н.*, *Павловская Н. Е.* Создание, морфобиологические особенности и селекционная ценность гороха морфотипа хамелеон // Биохимия зернобобовых и крупяных культур. Орел, 2010. С. 45-58.

Косолапов В. М., *Фицев А. И.*, *Гаганов А. П.*, *Мамаева М. В.* Горох, люпин, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных. М., 2009. 374 с.

Наумкина Т. С., *Агаркова С. Н.*, *Беляева Р. В.* Создание и использование в селекции гороха источников высокой симбиотической эффективности // Научные труды МСХ-РГАУ им. К. А. Тимирязева. 2006. Вып. 279. С. 124–127.

Новикова Н. Е., *Лаханов А. П.*, *Амелин А. В.* Физиологические изменения в растениях гороха в процессе длительной селекции на семенную продуктивность // Доклады ВАСХНИЛ. 1989. № 9. С. 16–19.

Новикова Н. Е., *Лаханов А. П.*, *Антонова Г. А.* Способ отбора высокопродуктивных форм гороха. Патент RU №2031573, A 01 H1/04 // Бюллетень «Изобретения». 1995. № 9. С. 93.

Новикова Н. Е. Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха. Автореф. дисс. … д. с.-х. н. Орел. 2002. 46 с.

Панарина В. И. Эндо- и экзогенные факторы регуляции плодо- и семяобразования у современных сортов гороха. Автореф. дисс. … к. с.-х. н. Орел. 2011. 24 с.

Уваров В. Н. Люпиноид – новый тип детерминантности у гороха // Селекция и семеноводство. 1993. № 5–6. С. 19-20.

Шевелуха В. С. Эволюция агротехнологий и стратегия адаптивной селекции растений // Вестник Россельхозакадемии. 1993. № 4. С. 16–21.

Avercheva O., *Sinjushin A.*, *Zelenov A.* A spontaneous mutation in a semi-leafless pea cultivar restores leaflet formation and improves photosynthetic function // VI Jnt. Conf. o Legume Genetics and Genomics. India / Hyderabad. 2012. P. 64.

Lamprecht H. The inheritance of colors of a seeds of *Pisum*. Agri Hort. Genet. 1959. № 17. P. 1–18 .

Sharma B. Genetic pathway of Foliage Development in *Pisum sativum* // Pulse Crops Newsletter. 1981.V. 1. № 1. S. 56–57.

УДК 635.656: 631.527

СЕЛЕКЦИЯ ЗИМУЮЩЕГО ГОРОХА НА КУБАНИ

В. И. Брежнева, А. В. Брежнев
Краснодарский НИИСХ Россельхозакадемии,
Краснодар, Россия, e-mail: brezhneva-59@mail.ru

Резюме

В ГНУ Краснодарский НИИСХ Россельхозакадемии проводятся работы по селекции зимующего гороха. Возделываются в производстве сорта ‘Спутник’, ‘Фаэтон’, создан и внесен в Госреестр сорт двуручка ‘Легион’. Приводится характеристика первых сортов зимующего гороха с усатым типом листа ‘Зимус’ и ‘Фокус’, изучаемых на Госсортоучастках Северо-Кавказского региона.

Ключевые слова: селекция, зимующий горох, сорт, усатый тип листа, семена, двуручка.

BREEDING OF WINTER PEA IN KRASNODAR REGION

V. I. Brezhneva, A. V. Brezhnev
Krasnodar agricultural institute, Krasnodar, Russia, e-mail: brezhneva-59@ mail.ru

Summary

Winter pea breeding programmes have been carried out at Krasnodar agricultural institute of the Russian Academy of Agriculture. ‘Sputnik’ and ‘Faeton’ varieties are grown for production; ‘Legion’ alternate variety has been developed and included into the State Register. The first winter pea varieties ‘Zimus’ and ‘Fokus’ leafless, sent for the State Variety Trials in the Northern Caucasus, are described.

Key words: breeding, pea, wintering, spring, variety, seeds, alternate, whiskered leaf type, yield capacity, seed-shattering tolerance.

Горох – основная зернобобовая культура, имеющая широкое распространение и разнообразное использование. Кроме пищевого и кормового значения эта культура в севообороте способствует повышению плодородия почв и является фактором биологической интенсификации растениеводства.

Для южных регионов важное значение имеет зимующий горох. Преимущество его перед яровым заключается не только в получении ранневесеннего высокобелкового корма и в более стабильном по годам урожае зерна и зеленой массы, но и в защите почв от ветровой и водной эрозии. Академик П. М. Жуковский (1953) в книге «Зерновые бобовые культуры» отмечал, что культура зимующего гороха возможна в Среднеазиатских республиках, в Прикаспии, в Закавказье, на Черноморском побережье. Однако данные последующих лет показали, что ареал возделывания этой культуры может быть значительно расширен.

Долгое время на Северном Кавказе горох возделывали в весеннем посеве, но погодно-климатические условия региона позволяют выращивать зимующий горох без существенного повреждения этих посевов в зимний период. Многие сельскохозяйственные культуры в настоящее время возделываются как яровые, и как озимые. Всходы большинства сортов гороха переносят кратковременное понижение температуры воздуха до –6°С, а образцы афганской и особенно китайской и ложноазиатской групп – до –12°С. В отдельных опытах всходы некоторых образцов указанных групп выносили понижения температуры до – 23,3°С при высоте снежного покрова 10 см (Макашева, 1971, 1973, 1975). Благодаря этому ценному биологическому свойству горох можно возделывать в южных влагообеспеченных районах при осеннем посеве. Биологически это не озимые формы, а яровые, но способные переносить понижения температуры в начальные фазы роста, которые принято называть зимующими. Озимых форм горох не имеет. Ранняя стадия развития гороха может протекать при больших колебаниях температуры. Озимые культуры хорошо используют осенне-зимние запасы влаги и развиваются лучше, чем яровые, в меньшей степени страдают от влияния высоких температур, формируют более стабильные по годам урожаи зерна. В связи с глобальным потеплением и изменением климата интерес к зимующим формам на юге России возрастает.

С 1965 года в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко начата работа по созданию сортов зимующего гороха. Если раньше селекция велась в направлении выведения укосных сортов зимующего гороха, которые использовались в основном для получения зеленой массы, то в настоящее время получены сорта зимующего гороха зернового направления. Такие сорта особенно необходимы для южных зон, где наблюдается сильное увлажнение почв в осенне-зимний и ранневесенний период. Из-за сильной влажности почв начало полевых работ, а, следовательно, и срок посева ярового гороха затягивается. Быстрое повышение температуры в весенний период в большей степени отрицательно сказывается на развитии ярового гороха, чем зимующего. Поэтому в таких зонах необходимо уделять внимание возделыванию зимующего гороха, тем более, что в настоящее время имеется набор сортов разного направления использования.

Разнообразие зимующих форм гороха не велико, а генетические ресурсы ярового гороха значительно богаче и разнообразнее. В связи с этим, большой интерес представляют скрещивания зимующих форм с яровыми. Скрещивание между озимыми и яровыми формами широко используется и у других культур. Такие скрещивания позволяют увеличить разнообразие генетического материала в популяции и передать ценные признаки от яровых форм зимующим, в том числе при селекции двуручных форм.

При выборе сорта зимующего гороха необходимо обращать внимание на зимостойкость, направление использования (зерновое, зерноукосное, использование на сидераты и т. д.).

Первые сведения о возделывании зимующего гороха в умеренном поясе встречаются у A. Schwarz (1899), который выделяет среди сортов *Pisum*

arvense L. группу *hibernum* или Wintererbse. В Баварии зимующий горох был распространен уже в 1906–1910 гг. (Макашева, 1971).

Зимующие сорта-популяции получили распространение в ряде стран Европы, пожалуй, больше всего в Германии. В 1924 г. там становится широко известным сорт ‘Lucienhofer Wintererbse’, явившийся результатом народной селекции. В Югославии распространены староместные популяции, очень сходные с сортом ‘Австрианум’. Под названием «озимый горох» некоторые из них интродуцированы в нашу страну во второй половине 40-х годов прошлого столетия. Зимующий горох возделывается в Чехословакии, Венгрии, США, в Болгарии, в Германии, во Франции. Благодаря выведению новых сортов зимующего гороха в Великобритании площади под ним расширяются с 1995 года, и в 1997 году составили 6 тыс. га (Turley, Welburn, 1998). При этом отмечается, что преимущества зимующего гороха перед яровым более существенны при недостаточной влагообеспеченности весной.

Селекционеры в начальный период широко пользовались методами аналитической селекции, отбирая лучшие растения в местных сортах, коллекционных образцах. Основным селекционным материалом для исследования оставалась все та же высокоурожайная по зеленой массе, но позднеспелая группа сортов типа ‘Австрианум’, ‘Никольсон’, ‘Lucienhofer Wintererbse’. Эта группа сортов характеризуется очень сильной антоциановой пигментацией, что долгое время связывали со способностью к перезимовке.

В нашей работе по селекции зимующего гороха были использованы перечисленные выше самые зимостойкие сорта. Современные сорта зимующего гороха зарубежной селекции менее зимостойки и зимой в условиях Северного Кавказа часто вымерзают. Сорта селекции нашего института отличаются большей зимостойкостью (до –13°С при глубине заделки семян 8 см). Зимующий горох может возделываться в осеннем и весеннем посеве и давать урожай зерна и зеленой массы, т. е. он отличается от озимых культур тем, что ему не обязательна стадия «яровизации», он может выдерживать пониженные температуры на ранних стадиях развития. Яровой горох в теплые зимы может выдержать перезимовку, но при любых резких изменениях температуры он погибает.

Современная селекция базируется на внутривидовой гибридизации с использованием мирового разнообразия селекционных сортов, коллекционных образцов с применением индивидуально-группового, многократного индивидуального отборов. Учитывая все достоинства и недостатки возделывания культуры, ведется работа по созданию новых зимостойких, неосыпающихся сортов зимующего гороха зернового и укосного направлений, пригодных для возделывания по индустриальной технологии.

В настоящее время имеется три сорта зимующего гороха, которые успешно возделываются в Северо-Кавказском регионе. Приводим характеристику этих сортов зимующего гороха.

Сорт ‘*Спутник*’**.** Выведен методом индивидуального отбора. Оригинатор – Краснодарский научно-исследовательский институт сельского

хозяйства им. П. П. Лукьяненко. Разновидность *unicolor*. Стебель простой зеленый, высокий (130–180 см), общее число междоузлий на растении 17–23, до первого соцветия 14–17. Цветки пазушные, средней величины, красно-фиолетовые, по два на цветоносе. Тип боба лущильный с сильно выраженным пергаментным слоем. Бобы 3–7 семянные, слабоизогнутые, с тупой верхушкой. Семена мелкие, угловато-округлые, серо-зеленые с темными точками и легким «румянцем». Рубчик светло-серый. При хранении семена буреют. Масса 1000 семян 137–190 г. Вегетационный период 213–247 дней. Сорт кормового назначения, возделывается на зеленую массу и зерно. Урожайность зеленой массы более 40 тонн с 1 га, наивысший показатель получен в 2004 г. в КСИ КНИИСХ – более 90 т/га. Максимальная урожайность семян 5,2 т/га была получена в 2002 году в СПК ПЗК «Наша Родина» Гулькевичского р-на Краснодарского края, в ООО «Новомихайловское» Ставропольского края – 5,0 т/га. Содержание белка в зерне – 24,3–24,8%. Слабо повреждается зерновкой, к болезням имеет повышенную устойчивость. Возделывание в производстве сорта ‘Спутник’ позволяет уже в мае получить высокие урожаи зеленой массы, ценной по кормовым достоинствам.

Сорт ‘*Фаэтон*’**.** Зимующий горох ‘Фаэтон’ выведен методом двукратного индивидуального отбора. Оригинатор – Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко. Разновидность *vulgatum*. Это первый белосемянный сорт зимующего гороха. Сорт позднеспелый. Вегетационный период 245–255 дней. Более зимостойкий. К болезням имеет повышенную устойчивость, тлей и зерновкой повреждается на уровне стандарта. Сорт зерноукосного направления использования. Содержание белка в зерне 26,3%, стандарта – 24,3%. Урожайность зерна сорта ‘Фаэтон’ в среднем за 1990–1996 гг. составила 2,64 т с 1 га, зеленой массы 47,4 т с 1 га, сена 9,8 т с 1 га. Потенциальная продуктивность зерна с 1 га 4,5–5,0 т, зеленой массы – 80 т. Растения сорта ‘Фаэтон’ имеют стебель высотой 150–230 см. Общее число междоузлий на растении – 29–31. Цветки пазушные, средней величины, белые. Цветков на цветоносе два. Тип боба лущильный. Бобы – 4–5-семянные, прямые или слабоизогнутые с тупой верхушкой. Семена средней величины, округлые, желтой окраски. Рубчик черный, бывает и светлый. Масса 1000 шт – 150–180 г. Может возделываться на зерно и зеленую массу.

Сорт ‘*Легион*’. Первый сорт гороха двуручки, который может возделываться при осеннем и весеннем посеве. В родословную нового сорта вошли два яровых и два зимующих сорта гороха. ‘Легион’ от ярового гороха унаследовал высокую зерновую продуктивность (от сорта ‘Уладовский Юбилейный’) и устойчивость к осыпанию семян (от сорта ‘Неосыпающийся 1’).

Следует отметить, что Л-2016 – это яровая форма гороха, ‘Нептун’ – зимующая, а полученный на их основе сорт ‘Легион’ показывает хорошую продуктивность и при осеннем, и при весеннем посеве, причем при осеннем посеве сорт ультраранеспелый, созревает 20–22 июня, рано освобождает поле для посева других культур, в т. ч. и промежуточных.

Разновидность *ecaducum*. Стебель высотой 90–150 см. Число междоузлий до первого соцветия 14-20, общее число междоузлий на растении 18–25. Листья с 2–4 парами яйцевидных среднего размера зеленых цельнокрайних листочков. Прилистники крупные, пазушное пятно без антоциановой пигментации. Соцветие – двухцветковая кисть. Цветки крупные, венчик белый. Бобы слабоизогнутые с тупой верхушкой, среднекрупные. Семена бело-розовые, округлые, гладкие, среднего размера, рубчик закрыт семяножкой. Масса 1000 семян 180–240 г. Содержание сырого протеина 21,8–27,0%. Сорт неосыпающийся.

В весеннем посеве сорт среднеспелый. Вегетационный период 90–95 дней. При осеннем (последние сроки сева озимых колосовых) – раннеспелый. Вегетационный период 231–235 дней. Потенциальная урожайность семян 4,5–5,0 т с 1 га.

Сорт ‘Легион’ предназначен для возделывания на зерно. Сортов подобного типа раньше не было. Все зимующие сорта условно считаются двуручками, но они резко снижают урожай зерна и особенно зеленой массы при весеннем посеве по сравнению с осенним посевом. Сорт ‘Легион’ не снижает урожайность зерна и высоту растений при весеннем посеве.

Возделываемые до настоящего времени в производстве сорта зимующего гороха (‘Спутник’, ‘Фаэтон’) имеют длинный стебель и осыпающиеся семена, что приводит к значительным потерям зерна при уборке. Первый сорт гороха двуручки ‘Легион’, который имеет неосыпающиеся семена, с 2006 года внесен в Госреестр РФ. Но этот сорт также имеет высокий стебель, что приводит к полеганию и затруднению в уборке. Среди сортов ярового гороха в последние годы получено большое разнообразие высокотехнологичных сортов, сочетающих следующие признаки: усатый тип листа, детерминантный тип роста стебля, неосыпаемость семян и т. д. Таких форм у зимующего гороха не было. Перед нами стояла задача передать ценные признаки, повышающие технологичность культуры, от ярового гороха зимующему.

Мы проводили скрещивания зимующих форм гороха с яровыми, обладающими новыми признаками. В скрещивания использовали сорта ярового гороха с наличием генов: *def* (*development funiculus*), обуславливающего вследствие прочного срастания семяножки со створкой боба, устойчивость семян к осыпанию; *af* (*afilia*) свойства «усатости» как признака, обуславливающего относительно большую устойчивость растений к полеганию; *det* (*determinate growth*) детерминантного типа роста (ДТР) стебля с целью получения разнообразия генетического материала зимующих форм гороха.

Были проведены скрещивания между зимостойкими сортами зимующего гороха (‘Спутник’, ‘Валентий’, ‘Нептун’, ‘Фаэтон’ и др.) и сортами ярового гороха ‘Спрут 2’, ‘Орлус’, ‘Приазовский’, ‘Флагман 7’, ‘Батрак’, ‘Хамелеон’ и др. Наиболее результативными оказались комбинации: ‘Спутник’ × ‘Спрут 2’, ‘Валентий’ × ‘Орлус’, (‘Нептун’ × ‘Смарагд’) × ‘Приазовский’.

Гибриды F_1 и F_2 анализировались по основным хозяйственно-ценным признакам: высота растений, высота прикрепления нижнего боба, количество плодущих узлов на одном растении, количество бобов, семян и масса семян с одного растения, масса 1000 семян, содержание белка в зерне, вегетационный период и зимостойкость.

В результате проработки большого объема селекционного материала был выделен ряд продуктивных линий зимующего гороха, которые сочетают зимоморозостойкость и низкий стебель с усатым типом листа. Впервые получены технологичные линии зимующего гороха зернового направления, которые имеют в своем генотипе гены *def, af, det*. Эти линии имеют розовые семена и могут возделываться на зерно.

Новые линии отличаются от стандарта не только по семенной продуктивности, но они более технологичны, имеют стебель высотой 50–80 см, усатый тип листа, неосыпающиеся семена, а Л-22/10 – детерминантный тип роста стебля. Такие морфотипы зимующего гороха получены впервые. В засушливые годы они имеют преимущество по семенной продуктивности перед яровыми.

Впервые получены и переданы на Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому региону технологичные сорта зимующего гороха зернового направления ‘Зимус’ и ‘Фокус’, которые имеют в своем генотипе ген *af* , а первый сорт и ген *def*. Эти сорта имеют розовые семена и могут возделываться на зерно. Такие сорта зимующего гороха получены впервые.

Сорт ‘Зимус’. Выведен методом индивидуального отбора из сложной гибридной комбинации [(‘Австрианум 244’ × Л-300-3) × ‘Неосыпающийся 1’] × ‘Орлус’. Разновидность *ecaducocontextum*. Стандартом у зимующего гороха служит самый зимостойкий сорт ‘Фаэтон’, но в таблице кроме стандарта мы приводим данные первого сорта зимующего гороха зернового направления ‘Легион’. За 4 года конкурсного сортоиспытания (2008–2011 гг.) сорт ‘Зимус’ превысил стандарт ‘Фаэтон’ по урожайности семян на 3,2 ц/га, но, кроме того, он более раннеспелый, вегетационный период на 15 дней короче, имеет низкий стебель (55–70 см против 180–210 см) с усатым типом листа, что создает неполегающий стеблестой, семена более крупные (масса 1000 семян на 31,8 г больше, чем у ‘Фаэтона’). Хозяйственный коэффициент (К хоз.) нового сорта 53,8, а у стандарта – 33,0. Семена светлые, обладают признаком неосыпаемости.

Сорт ‘Фокус’. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации ‘Спутник’ × ‘Спрут 2’. Разновидность *contextum*. За 4 года конкурсного сортоиспытания (2008–2011 гг.) сорт ‘Фокус’ по урожайности семян превысил сорт ‘Фаэтон’ на 5,6 ц/га. Сорт зернового направления, раннеспелый, вегетационный период на 9 дней короче, чем у стандарта. Сорт низкорослый, высота стебля 65–79 см, имеет усатый тип листа, устойчив к полеганию. Семена светлые с черным рубчиком, масса 1000 семян 211,6 г, что на 40,4 г больше, чем у стандарта.

Характеристика новых сортов зимующего гороха селекции КНИИСХ, КСИ, 2008–2011 гг.

Показатели	Фаэтон, стандарт	Зимус	Фокус	Легион
Урожайность семян, ц/га	26,7	29,9	32,3	28,9
Содержание белка в семенах, %	25,4	23,4	23,7	23,9
Сбор белка с 1 ц/га	6,8	7,0	7,7	6,9
Высота растений, см	184	58,1	73,3	120
Количество узлов (шт.):				
– общее	30,0	18,1	21,9	21,5
– продуктивных	5,3	5	5,1	4,4
Количество бобов на растении, шт.	9,3	8,7	9,0	8,1
Количество семян с растения, шт.	35,4	33,6	37,8	32,5
Масса семян с растения, г	6,1	6,8	8,0	7,6
Масса 1000 семян, г	171,2	203,0	211,6	234,3
К хоз., %	33,0	53,8	51,2	41,2
Тип листа	Листоч-ковый	Безлисточ-ковый	Безлисточ-ковый	Листочковый
Устойчивость (коэф.):				
– к полеганию	0,24	1,00	0,86	0,31
– к осыпанию семян	0,10	1,00	0,40	1,00
Продолжительность вегетационного периода, дни	250	235	241	233

Выводы

Сорта зимующего гороха широко возделываются в Северо-Кавказском регионе. Сорта ‘Спутник’, ‘Фаэтон’ – сорта зерноукосного направления, ‘Легион’ возделывается и на зерно, и при необходимости на зеленую массу. Впервые созданы сорта зимующего гороха, которые предназначены для возделывания на зерно и обладают высокой устойчивостью к полеганию, пригодны к прямому комбайнированию. Новые сорта зимующего гороха с 2011 года проходят Государственное сортоиспытание, и мы надеемся, что они будут востребованы в хозяйствах Северо-Кавказского региона. Возделывание зимующего гороха позволит получать более стабильные урожаи зерна, особенно в засушливые годы. Перспектива распространения зимующего гороха в южных регионах страны сильно возрастает в связи с глобальным потеплением климата и недостатком влаги в весенне-летний период.

Литература

Жуковский П. М. Зерновые бобовые культуры. М.: Сельхозгиз, 1953. 350 с.

Макашева Р. Х. К истории зимующих форм гороха посевного (*Pisum sativum* L. sensu *amplissimo* Govorov) // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1971. Т. 45. Вып. 3. С. 16–25.

Макашева Р. Х. Горох. Л., 1973. 312 с.

Макашева Р. Х. Краткая история происхождения возделываемого гороха // В кн.: Генетика и селекция гороха. Новосибирск, 1975. С. 5–36.

Turley D. B., *Welburn D. B.* Evalution of the yield potential of winter pea cultivars // Ann. Appl. Biol. 1998. 132, Suppl. S. 62–63.

Schwarz A. E. Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen – Flora der Umgegend von Nurnberg-Erlangen. Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Flora der Umgegend von Nürnberg-Erlangen und des angrenzenden Teiles des Fränkischen Jura um Freistadt, Neumarkt, Hersbruck, Muggendorf, Hollfeld. - Abhandl. Naturhist 1899. Bd. 12. S. 163-514.

УДК 635.657: 631.527(470.4)

СЕЛЕКЦИЯ НУТА В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ

Н. И. Германцева
Краснокутская селекционная опытная станция НИИСХ Юго-Востока,
Саратовская область, Россия, e-mail:soskkut@rambler.ru

Резюме

Обобщены итоги работы по селекции нута на Краснокутской станции за 80-летний период. Изложены методы и основные направления селекции. Дана характеристика сортов нута, выведенных на станции.

Ключевые слова: нут, сорт, урожайность.

CHICKPEA BREEDING IN THE DRY STEPPE ZONE ENVIRONMENTS OF THE VOLGA REGION

N. I. Germantseva

Krasnokutsk Breeding Experimental Station of the Research Institute of Agriculture of the South-East, Saratov region, Russia, e-mail:soskkut@rambler.ru

Summary

The outcome of the breeding work with chickpea at Krasnokutsk Station over the 80-year period is summerized.The methods and main trends of breeding practice are outlined. The characteristics of the chickpea cultivars developed at the station are presented.

Key words: chickpeas, breeding, cultivar, yield.

Введение

На Краснокутской опытной станции работа с нутом начата в 1913 г. П. Н. Константиновым – одним из основоположников отечественной селекции. Он изучал нут, фасоль, чечевицу, чину, горох и сою в качестве предшественников под озимую и яровую пшеницы. В результате им было установлено, что горох сильно страдает от гороховой зерновки, чечевица и соя малоурожайны, фасоль имеет длинный вегетационный период и сильно осыпается, полегающий стебель чечевицы затрудняет механизированную уборку. Нут в сравнении с перечисленными культурами отличается высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к вредителям, не полегает, не осыпается, бобы при созревании не растрескиваются (Константинов, 1926). В связи с этим в 1931 году было принято решение о развертывании работы по селекции нута. Этот год и следует считать началом селекции нута в России.

Работа началась с изучения местного материала, собранного на полях крестьянских хозяйств, а также небольшой коллекции, полученной из ВИР. Селекционеры исходили из того, что создаваемые здесь сорта должны быть приспособлены к природно-климатическим условиям сухостепной зоны Поволжья. Отсюда одно из главных направлений в селекции нута – повышение засухоустойчивости, т. е. способности сорта как можно меньше снижать урожайность в острозасушливые годы. В 1932–1935 гг. работа проводилась методом аналитической селекции, путем сравнительного изучения линий, выделенных из местных образцов и коллекции (Семенова, 1933). Селекционером М. А. Семеновой методом массового отбора из местной светлосемянной популяции под номером 195, известной на станции еще в 1913 г., был выведен сорт ‘Краснокутский 195’. Он отличался высокой засухоустойчивостью и продуктивностью и был районирован в 1939 г. по Саратовской области, а позднее и в 13 других областях Юго-Востока России и Казахстана. До 2011 г. ‘Краснокутский 195’ находился в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений и был принят стандартом на сортоучастках Ростовской области.

В 1932 г. методом однократного массового отбора из образца коллекции ВИР (к-199) был выведен сорт ‘Краснокутский черный 431’. В 1933–1936 гг. на станции проводилось его изучение в питомниках и сортоиспытаниях. В 1937 г. сорт был передан на государственные испытания, но не показал преимуществ перед стандартом и не был районирован. Вторым важным направлением селекции было создание высокорослых сортов с высоким прикреплением нижнего боба, что позволяло бы проводить механизированную уборку. Первые сорта, созданные методом отбора, имели раскидистую форму куста и низкое прикрепление первого боба, что приводило к большим потерям зерна при уборке комбайном (Малинина, 1947). Сорт ‘Краснокутский 195’, хотя и обладал высокой засухоустойчивостью и урожайностью, имел именно такую раскидистую форму куста и невысокое прикрепление нижнего боба, что затрудняло механизированную уборку. Стало очевидным, что без создания новых форм получить высокорослые и высокоурожайные сорта невозможно. Начались поиски новых методов работы.

С 1934 г. селекцию нута возглавила Е. Е. Малинина, которая разработала методику и технику скрещивания. Метод внутривидовой гибридизации стал основным методом создания наследственной изменчивости. При гибридизации ставится задача или комбинирования желательных признаков и свойств разных сортов, или усиления однозначных положительных признаков двух сортов за счет объединения их в одном генотипе.

Первые годы (1934–1936) проводились прямые и обратные скрещивания выделившихся высокорослых образцов коллекции ВИР с сортом ‘Краснокутский 195’, который по биологической урожайности и качеству зерна занимал одно из первых мест среди всего изучаемого материала. Требовалось придать сорту ‘Краснокутский 195’ ясно выраженную штамбовую форму куста и высокое прикрепление нижнего боба. В скрещивания с сортом

‘Краснокутский 195’ привлекались высокорослые образцы из Грузии и Чехословакии. Но они, наряду с положительными свойствами – высокорослостью и аскохитозоустойчивостью, несли в себе отрицательные признаки, такие как низкая урожайность, позднеспелость, мелкие округлые семена красно-коричневого цвета. Высокорослые гибриды, полученные в результате этих скрещиваний, отличались позднеспелостью и мелкими окрашенными семенами гороховидной формы (Малинина, 1947).

В последующие годы (1937–1940) для придания высокорослым формам таких хозяйственно ценных признаков как скороспелость, крупносемянность и светлосемянность, в скрещивания были привлечены крупносемянные, скороспелые, но низкорослые, склонные к повреждению аскохитозом образцы из Америки и Сицилии (Малинина, 1950). Основной трудностью, с которой столкнулись селекционеры при получении штамбовых высокорослых сортов методом гибридизации, явилось отсутствие высокопродуктивного потомства. Стали проводиться сложные насыщающие скрещивания. Применение насыщающих скрещиваний с использованием гибридов первого поколения от простых скрещиваний позволило получить и выделить формы, обладающие совокупностью хозяйственно полезных признаков, таких как крупносемянность, высокорослость и скороспелость. Методом гибридизации Е. Е. Малининой были созданы сорта ‘Альфа’, ‘Могучий’, ‘Скороспелка’, ‘Северный 1’, ‘Северный 2’, ‘Гигант’, ‘Золотой’, которые были переданы на Государственные испытания. Но по продуктивности они уступали стандарту ‘Краснокутский 195’, в результате чего и не были районированы.

Более перспективной оказалась комбинация от проведенного в 1937 г. скрещивания двух образцов коллекции ВИР – высокорослого штамбового мелкосемянного образца из Грузии к-188/1 с узколистным образцом Камышинской станции Волгоградской области. Многократным индивидуальным отбором из гибридной популяции от этого скрещивания был получен сорт ‘Юбилейный’. В 1951 г. он был передан на Государственные испытания и в 1954 г. районирован. В этом сорте удалось сочетать высокую продуктивность со штамбовой формой куста, высокорослость с высоким прикреплением нижнего боба и светлую окраску семян. Сорт был вполне пригоден для механизированной уборки. Он послужил донором при создании новых сортов как на станции, так и в других научно-исследовательских учреждениях страны.

Возделывание сортов ‘Краснокутский 195’ и ‘Юбилейный’ в более влагообеспеченных районах страны показало слабую устойчивость их к аскохитозу (Ведышева, 1966; Енкен, 1971). Перед селекционерами была поставлена задача создания засухоустойчивых, высокопродуктивных сортов, пригодных к механизированной уборке и устойчивых к аскохитозу. Однако решить эту задачу на первом этапе работы не удалось, так как в 1957 году по решению Ученого Совета НИИСХ Юго-Востока селекция нута на станции была закрыта.

Материалы и методы

Исследования возобновились через пять лет, но созданный ранее гибридный материал потерял всхожесть. На втором этапе работа началась с изучения мировой коллекции нута, усовершенствования методов и техники гибридизации, определения ведущих элементов структуры урожая, установления их корреляционных связей с продуктивностью, разработки принципа подбора пар для скрещиваний. Основные направления, по которым была продолжена селекция нута – создание высокопродуктивных, засухоустойчивых, высокорослых сортов, пригодных к механизированной уборке, устойчивых к аскохитозу, с высоким качеством зерна (Германцева, 1973).

При селекции любой культуры самым актуальным всегда был и остается вопрос об исходном материале (Вавилов, 1935а; Макашева, 1965). Основным источником его служат лучшие селекционные сорта и гибриды Краснокутской станции и мировая коллекция ВИР, включающая множество географически и экологически отдаленных форм, обладающих ценными признаками и свойствами, сформированными в результате взаимодействия генотипа с местными условиями произрастания. После тщательного их изучения лучшие образцы включаются в программу скрещиваний. Как правило, за основу берется местный селекционный материал. Скрещивание сортов и форм близких биотипов проводится с целью не нарушить в процессе гибридизации сложившийся баланс генов засухоустойчивых сортов нута, и в то же время, получить и отобрать трансгрессивные формы степного экотипа. Использование эколого-географически отдаленных форм как в парных скрещиваниях, так и посредством беккроссирования – это возможность передачи созданным сортам генов, контролирующих устойчивость к болезням и повышающих специфический гомеостаз.

Результативность селекционной работы во многом определяется подбором родительских пар и объемом гибридизации. Ежегодно количество скрещиваний составляет 25–30 комбинаций. По каждой комбинации кастрируется и опыляется 70–75 цветков. Проведение большего объема скрещиваний за сезон сопряжено с определенными трудностями, такими как короткий период цветения нута и человеческий фактор. Один работник может кастрировать и опылить 70–80 цветков за день. Кроме того, в период цветения нута стоит сухая и жаркая погода с юго-восточным ветром, что негативно сказывается не только на производительности труда, но и на завязываемости бобов. В засушливые годы процент удачи в Красном Куте снижается до 4,4–10,9%, в благоприятные – достигает 44,3–56,1%. При подборе родительских пар мы руководствуемся следующими принципами: они должны иметь максимальное количество положительных и минимальное число отрицательных признаков. Созданный константный гибридный материал, обогащенный комплексом хозяйственно ценных признаков и прошедший проверку в течение ряда лет, включается в новые скрещивания.

Селекционная работа проводится по схеме:

– изучение родительских форм в питомнике исходного материала;
– скрещивание подобранных пар; изучение комбинаций и отбор элитных растений в гибридном питомнике;
– изучение выделенных линий в селекционном, контрольном питомниках, малом и конкурсном сортоиспытаниях;
– станционное размножение новых сортов и передача их в Госсортосеть.

При работе с гибридным материалом применяется сочетание метода Педигри и пересева гибридных популяций с той целью, чтобы в условиях Заволжья в максимуме проявилось действие естественного отбора. Сочетание естественного и искусственного отборов в экстремальных условиях способствует аккумуляции генов, определяющих адаптивность и получение положительных трансгрессий (Жученко, 2000).

Отбор элитных растений, как правило, проводится в третьем поколении. Выделенные растения изучаются индивидуально, а остатки семян лучших номеров, отобранных на посев, объединяются по комбинациям в гибридные популяции. Селекционная работа с гибридами старших поколений заключается в дальнейшем изучении по методу пересевов гибридных потомств, объединенных внутри комбинации по сходным признакам.

Результаты и обсуждения

Основные направления селекции

Для условий сухостепной зоны Поволжья одним из наиболее важных свойств выводимых сортов должна быть засухоустойчивость. Особенностью таких сортов является быстрый начальный рост растений и более короткий период от всходов до цветения, благодаря чему такие сорта успевают заложить репродуктивные органы до наступления повышенных температур. После цветения рост их замедляется, и влага расходуется главным образом на процесс формирования плодов. Анализ наследования вегетационного периода, в частности фазы всходы-цветение, позволил отметить некоторые закономерности. При скрещивании скороспелых и позднеспелых сортов в первом поколении в пределах одной комбинации наблюдаются большие различия. Большинство семей наследует этот признак промежуточно. Часть семей имеет вегетационный период, равный скороспелому родителю или короче, часть отличается позднеспелостью. Выбраковку по вегетационному периоду можно начинать со второго поколения, но основную селекционную работу по этому признаку следует проводить в F3. Создание скороспелых сортов нута имеет большое значение при продвижении культуры на север, т. к. только скороспелые сорта могут давать зрелые семена в условиях короткого лета. В южных районах, где наблюдается часто повторяющийся раннелетний дефицит влаги, предпочтение имеют среднеспелые сорта, которые реализуют потенциальные возможности продуктивности до наступления засухи.

Многолетнее изучение на Краснокутской станции мировой коллекции нута, представленной скороспелыми, среднеспелыми и позднеспелыми формами, показало, что в условиях сухостепной зоны Поволжья наиболее урожайны среднеспелые формы. Коэффициент вариации урожая зерна у них составляет 46,4% по сравнению с 53,4% у скороспелых и 56,8% у позднеспелых.

Селекция нута на продуктивность

Продуктивность имеет интегральный характер и зависит от комплекса факторов, ее следует рассматривать как результат взаимодействия генотипа с условиями внешней среды. Сильная изменчивость этого признака затрудняет достоверную оценку генотипа по фенотипу в процессе селекции. Основной отбор и выбраковка генотипов по фенотипу происходит на первом этапе селекционного процесса, когда имеется малое количество семян. Поэтому здесь отбор основан больше на визуальной оценке и интуиции селекционера. Исследованиями Е. Е. Малининой (1947) было выявлено, что основными элементами структуры урожая нута следует считать число бобов и семян на растении, массу семян с одного растения. Многие исследователи отмечают достоверную положительную связь между числом бобов и продуктивностью растения, числом семян и массой семян с растения (Балашов, 2009). О связи массы 1000 семян и урожайности нет единого мнения. Одни исследователи указывают на положительную корреляцию, другие – на отрицательную.

В литературе мало сведений о связи высокорослости с другими морфологическими признаками и биологическими свойствами растений. Некоторые исследователи отмечают отрицательную связь продуктивности и высоты растений. Сравнение высокорослых и низкорослых форм по урожайности в различные по влагообеспеченности годы показывает, что первые в засушливые годы снижают урожайность меньше, чем вторые. По нашим данным, между высотой растений и его продуктивностью существует средняя корреляционная связь (r=0,556). В засушливые годы эта связь бывает более значимой, чем во влажные. Поэтому отбор высокорослых растений в сухие годы приводит к созданию высокопродуктивных форм.

Нами была изучена степень выраженности и изменчивости количественных признаков, определяющих продуктивность нута, а также определена коррелятивная связь между элементами продуктивности и высотой растений (Германцева, Филатов, 2004). На взаимосвязи элементов продуктивности большое влияние оказывают погодные условия, складывающиеся на тех или иных этапах органогенеза. В модельном опыте 1994–1999 гг. нами было исследовано семь сортов нута, различающихся по высоте растений и массе 1000 семян. Изучалась модификационная и генотипическая изменчивость пяти количественных признаков нута: высота растений, число бобов, число семян и масса семян с растения, масса 1000 семян. Установлено, что количественные признаки нута существенно

изменяются в зависимости от метеорологических условий. Так, в оптимальные по увлажнению и температурному режиму годы наблюдается максимальное развитие основных элементов структуры урожая: числа бобов, семян и массы семян с растения. В засушливые годы отмечается значительное уменьшение числа бобов и семян, массы семян с растения. По нашим данным, масса 1000 семян и высота растений изменяются незначительно, коэффициент вариации составлял от 8,87 до11,92%, признаки «число бобов», «число семян» и «масса семян с одного растения» варьируют в сильной степени (коэффициент вариации от 38,37 до 49,11%).

Нами было установлено, что масса 1000 семян мало зависит от других элементов структуры урожая, но в то же время имеет хотя и слабую, но положительную связь с продуктивностью. Средний коэффициент корреляции этих признаков составил r=0,254. Во все годы исследований урожай зерна положительно и достоверно коррелировал с числом бобов и семян на растении. Средний коэффициент корреляции составлял соответственно r=0,920 и r=0,956. На фенотипическом уровне урожайность семян с одного растения во все годы тесно связана с числом бобов (r=0,870–0,945), числом семян (r=0,949–0,962). С массой 1000 семян слабая положительная корреляция наблюдалась лишь в засушливом году (r=0,253). В остальные годы коэффициент корреляции изменялся от отрицательного значения (r= –0,011) до положительного (r= –0,149), но взаимосвязь этих признаков была недостоверной. На генотипическом уровне во все годы изучения наибольшая положительная корреляция отмечается с числом бобов (r_g=0,818–0,962) и числом семян (r_g=0,925–0,973). Коэффициент корреляции продуктивности с высотой растений изменяется от r_g=0,480 до r_g=0,650, причем в крайне засушливом 1998 г. и засушливом 1999 г. взаимосвязь этих признаков носила более выраженный характер, коэффициент корреляции составлял соответственно r_g=0,618 и r_g=0,748. В эти годы отмечалась и достоверная связь продуктивности с массой 1000 семян (коэффициент корреляции r_g=0,277 и r_g=0,303).

Изучение взаимосвязи продуктивности растений с элементами структуры урожая на генотипическом уровне в контрастные по погодным условиям годы дает возможность селекционеру более эффективно проводить отбор нужных форм. В частности, масса семян с растения находится в положительной и достоверной связи с высотой растений, особенно в засушливые годы (rg=0,618). Число бобов и семян на растении также имеет достоверную положительную связь с высотой растений (rg=0,664 и rg=0,651). Связь продуктивности с массой 1000 семян хотя и слабая, но достоверная отмечалась лишь в засушливом 1999 г. (rg=0,277). Во влажном 1997 г. связь этих признаков была несущественной и недостоверной (rg=0,148). В связи с тем, что в модельном опыте были использованы гомозиготные сорта, генотипическая корреляция семенной продуктивности с количественными признаками в исследуемой совокупности может быть объяснена не генетическими взаимодействиями (аддитивность, эпистаз, сцепление генов, плейотропия), а влиянием погодных условий. Выявление корреляционных связей между различными элементами

структуры урожая является весьма важным при селекции на продуктивность. В засушливые годы у всех сортов и линий отмечается снижение высоты растений, но у засухоустойчивых форм это снижение меньше, чем у форм, менее устойчивых к засухе.

Во все годы эффективен отбор по признаку «число бобов» и «число семян» на растении. Этот вывод подтверждается и коэффициентами наследуемости по семи сортам модельного опыта. В наших исследованиях наследуемость определялась как отношение генотипической дисперсии к общей модельной популяции. Более высокий коэффициент наследуемости имеют признаки «масса 1000 семян» (78%) и «высота растения» (75%), хотя генотипическая изменчивость невелика и составляет 9 и 7%. Наиболее важные элементы структуры урожая имеют более высокую модификационную и генотипическую изменчивость, и меньшую наследуемость. По продуктивности одного растения коэффициент наследуемости в среднем равен 63%, по числу бобов и семян соответственно 67 и 64%. Эффективность отбора зависит как от величины коэффициента наследуемости, так и от соотношения генотипического и модификационного варьирования количественных признаков. Использование коэффициента наследуемости и варьирования модификационной и генотипической изменчивости позволяет более эффективно вести отбор на семенную продуктивность.

Селекция нута на качество продукции

Наряду с созданием сортов, адаптированных к засушливым условиям, большое значение уделяется повышению качества зерна. В понятие «качество зерна» мы вкладываем не только увеличение количества белка и улучшение его аминокислотного состава, но и повышение массы 1000 семян. Содержание белка в семенах нута изменяется в значительной степени под воздействием погодных условий и меньше зависит от сортовых особенностей. Решающим фактором, способствующим повышенному накоплению белка в семенах нута, является среднесуточная температура воздуха в период вегетации. Выявлена прямая связь количества белка со среднесуточной температурой воздуха за период всходы-созревание ($r=0,769$). В условиях засушливого Заволжья подтверждена тенденция снижения содержания белка в семенах при увеличении урожайности, однако связь эта несущественна ($r=-0,182$). Довольно широкой была и амплитуда варьирования сопряженности между длиной вегетационного периода и количеством белка в семенах (от –0,122 до –0,311), между продуктивностью одного растения и белком (от –0,119 до –0,128), между массой 1000 семян и белком (от 0,195 до 0,478). Эти данные свидетельствуют о возможности селекции на повышение продуктивности и качества белка.

Многолетнее изучение мировой коллекции нута на станции позволило выделить высокобелковые образцы, а разработанная нами схема скрещиваний «высокобелковые×высокобелковые» и «высокобелковые×среднебелковые»

принесла желаемый результат. Сорта ‘Краснокутский 28’ и ‘Вектор’ превышают ранее созданный сорт ‘Юбилейный’ по содержанию белка на 1–1,3%. По данным экологических испытаний (2010–2013 гг.) среднее содержание белка в семенах сорта ‘Юбилейный’ составляет 25,4%, у сортов ‘Краснокутский 28’ и ‘Вектор’ – 26,4 и 26,7% соответственно. Пищевая ценность семян нута, как и других зернобобовых культур, определяется не только количеством белка, но и его качеством, которое зависит от входящих в его состав аминокислот. По литературным данным, белок зернобобовых культур содержит до 23 аминокислот, 12 из которых считаются незаменимыми. Исследований содержания всех незаменимых аминокислот в семенах нута при анализе литературных источников мы не выявили. Имеются данные лишь для семи аминокислот. Впервые по четырем сортам нута – ‘Юбилейный’, ‘Краснокутский 123’, ‘Краснокутский 28’ и ‘Заволжский’ в Институте биохимии, физиологии растений и микроорганизмов РАН (г. Саратов) нами был определен аминокислотный состав белка в семенах, выращенных в разные по погодным условиям годы: влажный 1997 г., крайне засушливый 1998 г. и сухой 1999 г. (Германцева, 2011). Идентифицировано 16 аминокислот из 23, в т. ч. 10 незаменимых. Установлена высокая степень варьирования содержания аминокислот по годам исследований. Во влажном 1997 г. в белке нута накапливалось незаменимых аминокислот больше, чем в сухие и засушливые годы. Семена нута отличаются высоким содержанием в белке лейцина 6,7–8,8%, лизина 6,8–7,2%, аргинина 6,8–8,2% и низким содержанием метионина – 0,1–0,8%, причем в условиях крайней засухи его накапливается больше. Триптофан и цистин не определяли, но из литературных данных известно, что их количество, особенно цистина, в семенах нута незначительно.

Востребованность нута на внешнем рынке ставит перед селекционерами задачу создания конкурентоспособных сортов. Зерно нута, экспортируемое за рубеж, должно иметь белую или розовую окраску семенной кожуры, диаметр не менее 8 мм, массу 1000 семян 350 г и более. Коллекция нута представлена большим разнообразием крупносемянных образцов. Но они имеют серьезные недостатки: раскидистый куст и низкое прикрепление нижнего боба, что делает невозможным проведение механизированной уборки. Поэтому для прямого использования такие образцы не пригодны. Необходимо привлекать их в качестве доноров крупности семян в скрещивании с высокорослыми сортами со штамбовой формой куста и высоким прикреплением нижних бобов.

Масса 1000 семян – довольно устойчивый элемент продуктивности и изменяется под воздействием погодных условий незначительно. У крупносемянных форм масса 1000 семян является более варьирующим элементом продуктивности. Большая вариабельность признака крупности семян обусловливает и нестабильность урожаев крупносемянных сортов в зоне с недостаточным и неустойчивым увлажнением. Признак крупности семян у таких форм развит в ущерб другим количественным показателям. За годы изучения коллекции (2000–2007 гг.) число бобов у крупносемянных образцов было на 30,2%, а число семян на 27,8% меньше, чем у образцов нута с

семенами средней крупности. У мелко- и среднесемянных форм крупность семян значительно меньше изменяется по годам.

Скрещивание сортов станции с крупносемянными образцами коллекции ВИР позволило создать ряд крупносемянных форм. Отбор по крупности семян проводили во втором поколении. Целенаправленная работа в этом направлении дала положительный результат. В 2003 г. в контрольном питомнике были выделены две крупносемянные линии – Л729/03 и Л730/03 с массой 1000 семян более 340 г. Дальнейшее испытание этих линий показало их преимущество по продуктивности и массе 1000 семян. Одна из них – Л730/3 (отобрана из гибридной популяции от скрещивания сорта ‘Юбилейный’ с образцом к-2423) в 2007 г была передана на Государственные сортоиспытания под названием ‘Вектор’. Результаты испытания на сортоучастках Ростовской области, Ставропольского и Краснодарского краев выявили преимущество данного сорта по продуктивности, по сравнению со стандартом. В 2011 г. сорт ‘Вектор’ был районирован по Северо-Кавказскому региону, а для Ростовской области был принят в качестве стандарта.

Селекция на устойчивость к аскохитозу

Создание сортов нута, устойчивых к болезням, являлось первоочередной задачей на всех этапах селекции. Еще Н. И. Вавилов (1935б) писал, что «…наиболее радикальным средством борьбы с болезнями является введение в культуру иммунных сортов или создание таковых путем скрещиваний». Выведение сортов нута устойчивых к аскохитозу – одна из самых трудных задач. Это осложняется тем, что в острозасушливом Заволжье, где расположена Краснокутская станция, аскохитоз проявляется исключительно во влажные годы, редкие для этой зоны (Гуляев, 1946). Изучение мировой коллекции в годы развития эпифитотии дало возможность выделить формы, толерантные к аскохитозу. Это образцы из Кубани, Украины, Грузии и Чехословакии. Использование их в скрещиваниях с местными сортами станции позволило создать гибридный материал, обладающий более высокой устойчивостью к аскохитозу. Для оценки селекционного материала на устойчивость к этому заболеванию максимально использовали годы с сильным развитием аскохитоза в условиях Красного Кута, а также провокационный фон Кубанской опытной станции ВИР (КОС ВИР).

Жесткая выбраковка больных растений, систематический отбор устойчивых и слабо поражающихся линий принес ожидаемый результат – был создан первый сорт нута устойчивый к аскохитозу ‘Краснокутский 123’. Изучение его на естественном фоне в условиях Красного Кута и на провокационном фоне КОС ВИР показало высокую степень устойчивости сорта к аскохитозу. Устойчивость сорта ‘Краснокутский 123’ была подтверждена и результатами государственных испытаний на сортоучастках страны. Сорт был районирован в 1982 г. по Саратовской области, а затем и в ряде засушливых областей Украины и Казахстана.

Селекция на пригодность к механизированной уборке

Опыт возделывания первых сортов нута в засушливой зоне Поволжья показал, что при недостатке влаги в период вегетации резко снижается высота растений и высота прикрепления нижнего боба. Это приводит к значительным потерям зерна при уборке урожая. Чтобы сорт можно было убирать комбайном без потерь, он должен иметь достаточно высокое прикрепление нижних бобов, быть устойчивым к растрескиванию их после созревания, иметь куст сжатой формы, прочное прикрепление бобов, обладать устойчивостью к полеганию. На необходимость выведения высокорослых сортов со штамбовой формой куста указывали многие исследователи (Гуляев, 1946, Малинина, 1947). Изучение мировой коллекции позволило выделить высокорослые формы. Среди выделившихся по высоте растений многие образцы имели штамбовую форму куста, но они обладали рядом отрицательных особенностей – были темносемянными, сравнительно позднеспелыми, малоурожайными. Потомство, полученное от скрещивания с такими образцами, хотя и обладало высокорослостью, но имело зерно посредственных физических и товарных качеств.

Анализ гибридного материала показал, что больше высокорослых форм получается при скрещивании высокорослых родителей. Высокорослые растения встречаются и при скрещивании высокорослых с низкорослыми, однако в значительно меньшем объеме. Кроме того, отбор высокорослых форм надо сочетать с продуктивностью: числом бобов и числом семян на растении. Особенно эффективен отбор высокорослых растений в засушливые годы. Все сорта, создаваемые на Краснокутской станции, относятся к группе высокорослых с высоким прикреплением нижних бобов, устойчивы к полеганию, растрескиванию и осыпанию бобов.

Результаты селекции

В системе адаптивного растениеводства, ориентированного на устойчивый рост урожайности, экологичность и ресурсоэнергоэкономичность, ведущая роль принадлежит селекции (Жученко, 2000). П. Н. Константинов еще в 1923 г. отмечал: «Среди мер борьбы с засухами, наряду с организацией севооборотов и общим подъемом техники земледелия, селекция растений должна занимать одно из видных мест». По оценкам разных исследователей, вклад селекции в рост урожайности от 30 до 70% (Жученко, 1990, 2000; Васильчук, Попова, 2000). По нашим данным, рост урожайности нута, за счет использования селекционных методов, составляет немногим более 20%. В конце прошлого столетия и в последние годы созданы сорта ‘Краснокутский 123’, ‘Краснокутский 28’, ‘Краснокутский 36’, ‘Заволжский’, ‘Вектор’ и ‘Золотой юбилей’, которые находятся в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений, допущенных к использованию во всех регионах возделывания культуры.

‘Краснокутский 123’. Авторы Германцева Н. И., Филатов А. Н., Алпатова А. Н., Шелестенко З. Н. Сорт получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания сорта ‘Совхозный’× к-1417. Куст прямостоячий, высота растения 50–55 см. Цветки розовые. Семена коричневые, угловатые, масса 1000 семян 300–340 г. Сорт кормового использования, среднеспелый, созревает за 90–95 дней. Имеет высокую устойчивость к засухе и суховеям. Устойчив к аскохитозу, высокоурожаен. Урожайность на сортоучастках Саратовской области достигала 4,5 т/га. Высокую продуктивность этот сорт обеспечивал и в других регионах страны. На сортоучастках Украины его продуктивность в 1987–1989 гг. составляла 2,9–3,1 т/га. Многие годы ‘Краснокутский 123’ был стандартом на сортоучастках Украины.

‘Краснокутский 28’. Авторы Германцева Н. И., Филатов А. Н., Германцев Л. А. Отбор из гибридной популяции от скрещивания засухоустойчивого сорта станции ‘Краснокутский 195’× к-1430 – образец коллекции ВНИИР. Форма куста полуштамбовая, раскидистая, высота растения 35–40 см. Семена розовые, промежуточной формы, масса 1000 семян 220–250 г. Сорт среднеспелый, вегетационный период 85–90 дней. Засухоустойчив, высокоурожаен. Характеризуется большим числом семян в бобе и более высоким содержанием белка. По числу семян в бобе ‘Краснокутский 28’ на 37% превышает сорт ‘Юбилейный’. Содержание белка в семенах достигает 30%. За годы государственных испытаний хорошие результаты показал в Чечено-Ингушетии, Башкирии и в Алтайском крае. На сортоучастках Калмыкии его урожайность достигала 3,74 т/га. По данным Центральной лаборатории по качественной оценке зерна при Госкомиссии РФ, сорт ‘Краснокутский 28’ отличается хорошими вкусовыми качествами и включен в список ценных сортов нута.

‘Краснокутский 36’. Авторы Германцева Н. И., Филатов А. Н., Германцев Л. А. Получен от скрещивания образца коллекции ВИР к-199 с сортом ‘Юбилейный’. Форма куста компактная, штамбовая, высота растения 50–55 см, высота прикрепления нижних бобов 23–25 см. Семена желто-розовые, промежуточной формы, ближе к округлой. Масса 1000 семян 250–280 г. Сорт среднеспелый, вегетационный период 85–90 дней. Имеет высокую устойчивость к засухе и суховеям. Среднеустойчив к аскохитозу и фузариозу, не повреждается гороховой зерновкой. Сочетает высокую продуктивность с устойчивостью к полеганию и осыпанию. Сорт пищевого использования. Товарные и кулинарные качества отличные. Включен в список ценных сортов нута. В Поволжье обеспечивает устойчивые сборы зерна 1,8–2,0 т/га. На Краснокутском сортоучастке по урожаю зерна сорт ‘Краснокутский 36’ в 1,5 раза превосходит яровую пшеницу. На Пугачевском сортоучастке Саратовской области в благоприятные годы он давал до 3,9 т/га.

‘Заволжский’. Авторы Германцева Н. И., Филатов А. Н., Селезнева Т. В., Калинина Г. В., Германцев Л. А. Выведен индивидуальным отбором из гибридной популяции от скрещивания сортов станции ‘Золотой’×’Краснокутский 123’. Куст прямостоячий, высота растения 45–55 см Интенсивность ветвления средняя. Цветки белые. Семена светло-бежевые с белыми прожилками, промежуточной формы, ближе к округлой. Масса 1000 семян 280–300 г. Вегетационный период 85–90 дней. Устойчивость к полеганию, осыпанию и засухе – высокая. Благодаря хорошей продуктивности, отличным товарным и вкусовым качествам, сорт вполне конкурентоспособен во всех зонах возделывания культуры.

‘Вектор’. Авторы Германцева Н. И., Селезнева Т. В., Калинина Г. В., Германцев Л. А., Филатов А. Н. Получен индивидуальным отбором из гибридной популяции от скрещивания сорта ‘Юбилейный’× к-2423. Форма растения кустовая, прямостоячая, наверху слегка раскидистая, высота 40–45 см. Интенсивность ветвления средняя. Цветки белые. Семена крупные (8×9 мм), бежевые, промежуточной формы, морщинистые. Масса 1000 семян 300–350 г. Содержание белка в семенах высокое – 26,2–27,8%. Относится к скороспелым формам. Вегетационный период 75–80 дней, созревает на 5–7 дней раньше сорта ‘Краснокутский 36’. Сорт устойчив к полеганию, осыпанию и растрескиванию бобов. Среднеустойчив к засухе. В среднем за годы испытаний на сортоучастках Северо-Кавказского региона его урожайность составляла 1,73 т/га, что на 0,09 т выше стандартного сорта. В засушливом 2010 г. сорт ‘Вектор’ был одним из лучших на сортоучастках Краснодарского края и с урожайностью 2,41 т/га признан стандартом. В этом же году на Азовском сортоучастке Ростовской области сорт ‘Вектор’ при урожайности 3,15 т/га превысил стандарт на 0,25 т/га, на Целинском сортоучастке его урожайность составила 2,31 т/га, что на 0,37 т выше стандарта. На Ставропольской сортоиспытательной станции урожайность нового сорта составила 2,99 т/га или на 0,2 т выше стандарта. Сорт пищевого использования, включен в список ценных сортов нута. Востребован на внешнем рынке как крупносемянный сорт.

‘Золотой юбилей’. Авторы Германцева Н. И., Селезнева Т. В., Калинина Г. В., Германцев Л. А. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания сорта ‘Юбилейный’× к-2405. Куст прямостоячий, высота растений 45–50 см. Цветки белые. Семена желтые, форма от округлой до угловатой, ребристость отсутствует или очень слабая. Масса 1000 семян средняя 240–260 г. Сорт среднеспелый, вегетационный период 78–85 дней. Обладает высокой устойчивостью к засухе, полеганию и осыпанию. Более устойчив к фузариозному увяданию, среднеустойчив к повреждению минирующей мухой. Отличается стабильной урожайностью. Потенциальная урожайность сорта ‘Золотой юбилей’ в Ростовской области 3,3 т/га. Средняя урожайность на сортоучастках страны – 1,6 т/га. Сорт пищевого использования, включен в список ценных сортов нута.

Сорта нута, созданные на втором этапе работы (1963–2013гг), по урожайности зерна превышают сорт ‘Юбилейный’ на 7–20% (табл. 1).

Таблица 1. Средняя урожайность зерна районированных сортов нута (2004–2013 гг.)

Сорт	Год районирования	Средняя урожайность зерна, т/га	Прибавка к стандарту, т/га	% к стандарту
Юбилейный, st *	1954	1,04		100
Краснокутский 123	1982	1,13	0,09	109
Краснокутский 28	1991	1,14	0,10	110
Краснокутский 36	1993	1,16	0,12	112
Заволжский	2000	1,19	0,15	114
Вектор	2011	1,11	0,07	107
Золотой юбилей	2012	1,25	0,21	120

st * – стандарт

В среднем за последние 10 лет погодные условия в период вегетации нута ухудшились. Среднесуточная температура воздуха за этот период увеличилась от климатической нормы в мае месяце на 2,2°С, в июне и июле на 1,5°С и составила соответственно 17,5°С; 21,9°С и 24,0°С. Осадки за этот же период уменьшились на 11 мм и составили 89% от среднемноголетней величины. Продуктивность стандартного сорта нута ‘Юбилейный’ за последние 10 лет, по сравнению с предыдущим десятилетием, снизилась с 1,62 т/га до 1,04 т/га. Преимущество новых сортов проявляется как в благоприятные, так и в засушливые годы (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность зерна сортов нута в засушливые и благоприятные годы (2004–2013 гг.)

Сорт	Годы			
	Засушливые		Благоприятные	
	Урожайность зерна, т/га	Процент к стандарту	Урожайность зерна, т/га	% к стандарту
Юбилейный, st *	0,81	100	2,01	100
Краснокутский 123	0,91	112	2,15	107
Краснокутский 28	0,98	121	2,09	104
Краснокутский 36	1,00	123	2,11	105
Заволжский	1,02	125	2,27	113
Вектор	0,84	104	2,21	110
Золотой юбилей	1,04	129	2,25	112
НСР05	0,02		0,06	

st * – стандарт

Больший прирост урожайности зерна новые сорта дают в засушливые годы. Прибавка урожая к стандарту ‘Юбилейный’ составляет от 12% у сорта Краснокутский 123 до 29% у сорта ‘Золотой юбилей’, что особенно важно для сухостепной зоны Поволжья. Только крупносемянный сорт ‘Вектор’ в экстремальные по увлажнению годы не обеспечивает повышение урожайности. В благоприятные годы прибавка урожая зерна у сорта ‘Вектор’ составляет 10% к стандарту. Сорта ‘Заволжский’ и ‘Золотой юбилей’ во все годы дают самый высокий урожай.

Таблица 3. Характеристика элементов продуктивности сортов нута (2004-2013 гг.)

Сорт	Число на одно растение		Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
	Бобов	Семян		
Юбилейный, st *	9,2	9,4	2,4	254
Краснокутский 123	8,4	8,6	2,6	302
Краснокутский 28	10,4	11,2	2,7	243
Краснокутский 36	10,2	10,8	2,8	255
Заволжский	10,0	10,2	3,0	290
Вектор	8,0	8,4	2,6	310
Золотой юбилей	10,8	11,6	3,1	253
НСР05	0,6	0,6	0,3	10,8

st * – стандарт

Таблица 4. Продолжительность вегетационного периода и высота растений сортов нута (2004–2013 гг.)

Сорт	Всходы-цветение, дней	Цветение-спелость, дней	Всходы-спелость, дней	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см
Юбилейный, st *	33,3	42,5	75,8	36,3	21,4
Краснокутский 123	37,0	44,3	81,3	39,5	20,8
Краснокутский 28	33,0	44,3	77,3	31,4	17,5
Краснокутский 36	34,5	43,3	77,8	37,3	20,6
Заволжский	32,8	41,3	74,1	36,4	19,7
Вектор	30,8	42,8	73,6	34,4	20,3
Золотой юбилей	33,8	42,5	76,5	37,5	20,9

st * – стандарт

Анализ структуры урожая по элементам продуктивности показывает, что новые сорта отличаются от стандарта по числу бобов и семян на растении, массе 1000 семян. Большее числом бобов и семян на 1 растение имеют сорта ‘Краснокутский 28’ и ‘Золотой юбилей’. По массе 1000 семян выделяются крупносемянные сорта ‘Краснокутский 123’ и ‘Вектор’. В среднем за 10 лет

масса 1000 семян сорта ‘Краснокутский 123’ составила 302 г, сорта ‘Вектор’ – 310 г, стандартного сорта ‘Юбилейный’ – 254 г (табл. 3).

Все сорта, за исключением ‘Вектора’ и ‘Краснокутского 123’, относятся к группе среднеспелых. Продолжительность периода от всходов до цветения составляет у скороспелого сорта ‘Вектор’ 30,8 дней, а у позднеспелого сорта ‘Краснокутский 123’ – 37,0. Среднеспелые сорта имеют продолжительность межфазного периода всходы-цветение – 32,8–34,5 дней (табл. 4). Вегетационный период стандартного сорта ‘Юбилейный’ составляет 75,8 дней, у других сортов он колеблется от 73,6 дней у сорта ‘Вектор’ до 81,3 дней у сорта ‘Краснокутский 123’.

Большинство создаваемых на станции сортов нута имеют штамбовую или полуштамбовую форму куста и высокое прикрепление нижнего боба. ‘Краснокутский 28’ и ‘Вектор’ по высоте растений и прикреплению нижнего боба несколько уступают стандарту ‘Юбилейный’.

Заключение

Изменение климата в сторону еще большей засушливости выдвигают нут в число приоритетных зернобобовых культур. Только в Саратовской области в 2013 г. он высевался на площади более 260 тыс. га. В ближайшие годы эта культура может занять достойное место в степных районах Поволжья, Урала и Северного Кавказа. Создаваемые на станции сорта нута отличаются высокой засухоустойчивостью, пригодностью к механизированной уборке, устойчивостью к полеганию и осыпанию, к основным болезням и вредителям, являются конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках. Расширение посевов нута позволит увеличить сборы высокобелкового зерна и повысить рентабельность его производства.

Литература

Балашов В. В, *Балашов А. В.* Нут в Нижнем Поволжье. Волгоград, 2009. 192 с.

Вавилов Н. И. Ботанико-географические основы селекции растений. Учение об исходном материале в селекции // Теоретические основы селекции. Т. 1. М.–Л:, 1935а. С. 17–162.

Вавилов Н. И. Научные основы селекции. М.–Л.: Сельхозгиз, 1935б. 246 с.

Васильчук Н. С., *Попова В. М.* Селекция яровой твердой пшеницы // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье. Ч.1. Саратов, 2000. С. 14–31.

Ведышева Р. Г. Поражаемость нута аскохитозом на инфекционном фоне // Записки Воронеж. СХИ. Т. 32. Воронеж, 1966. С. 275–281.

Германцева Н. И. Селекция нута на Краснокутской станции // Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. 1973. Вып. 33. С. 85–90.

Германцева Н. И, Филатов А. Н. Изменчивость и сопряженность количественных признаков нута // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Орел, 2004. С. 413–417.

Германцева Н. И. Нут – культура засушливого земледелия. Саратов, 2011. 198 с.

Гуляев В. Р. Производство растительного белка на полях засушливой зоны СССР. Саратов: Облгиз, 1946. 91 с.

Енкен В. Б. Опыт селекции сортов нута // Методы исследования с зернобобовыми культурами. Материалы научно-методического совещания. Т. 1. Орел, 1971. С. 238–252.

Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинев,1990. 431 с.

Жученко А. А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. Саратов, 2000. 275 с.

Константинов П. Н. Нут и его культура в Заволжье. Покровск: Немиздат, 1926. 16 с.

Макашева Р. Х. Горох // В кн.: Культурная флора СССР. Т. IV. Зерновые бобовые культуры. Ч. 1. Л.: Колос, 1973. 312 с.

Малинина Е. Е. Нут // Науч. отчет Краснокут. Госселекстанции за 1941–1943 гг. М., 1947. С. 84–96.

Малинина Е. Е. Селекция нута // Сб. науч. работ Краснокут. Госселекстанции за 1944–1948 гг. М., 1950. С. 139–150.

Семенова М. А. Селекционная работа с нутом в Нижнем Поволжье // Семеноводство. 1933. № 5. С. 35–36.

УДК 636.932.3(470.44/47)

СЕЛЕКЦИИ НУТА В ВОЛГОГРАДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ – 50 ЛЕТ

В. В. Балашов[1], А. В. Балашов[1], С. В. Булынцев[2]
[1]Волгоградский государственный аграрный университет,
Волгоград, Россия, e-mail: balashov34@yandex.ru
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме

Рассмотрены история развития селекции нута в Волгоградском государственном аграрном университете (ГАУ) и достигнутые результаты. Намечены перспективы расширения посевных площадей нута в России, повышения урожайности этой ценной зернобобовой культуры. Спроектирована модель сорта на перспективу.

Ключевые слова: нут, коллекция, гибридизация, сорт, модель сорта.

50 YEARS OF CHICKPEA BREEDING ACTIVITIES AT VOLGOGRAD STATE AGRICULTURAL UNIVERSITY

V. V. Balashov[1], A. V. Balashov[1], S. V. Bulyntsev[2]
[1]Volgograd State Agricultural University,
Volgograd, Russia, e-mail: balashov34@yandex.ru
[2]N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
St. Petersburg, Russia

Summary

The history of chickpea breeding at Volgograd State Agricultural University and the results of this work are highlighted. The prospects of expanding the areas under this valuable grain legume are discussed and the ways to increase its productivity are outlined. The model of a promising cultivar is developed.

Key words: chickpea, collection, hybridization, cultivar, model of a cultivar.

Недостаток полноценного растительного белка приводит к ухудшению продовольственного обеспечения населения продуктами питания, перерасходу кормов и повышению себестоимости животноводческой продукции. Главным источником такого белка являются зернобобовые культуры, которые к тому же способствуют сохранению плодородия почвы, снижению применения минеральных азотных удобрений и получению экологически чистой продукции. Это особенно важно на современном этапе, когда из-за паритета цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, минеральные удобрения значительно подорожали, в результате чего сократилось их

использование во всех категориях хозяйств. Для сохранения плодородия почвы в каждой почвенно-климатической зоне следует подобрать такую зернобобовую культуру, которая более полно способна реализовать свои потенциальные возможности.

В засушливых районах Нижнего Поволжья наиболее перспективной зернобобовой культурой является нут, обладающий высокой засухоустойчивостью, жаровыносливостью и технологичностью. Благоприятное сочетание в зерне белка, жира, углеводов, микро- и макроэлементов, витаминов, биологических активных веществ делают его полезным продуктом в питании населения. Из него готовят множество национальных блюд, используют как лечебное и профилактическое средство. Однако эта ценная продовольственная культура занимает незначительные площади. В последние годы интерес к нуту возрос, и его посевные площади в Российской Федерации стали расширяться, достигнув в 2013 г. в Волгоградской области 120 тысяч гектаров. Кроме того, сорта волгоградской селекции высевают в Воронежской, Оренбургской, Саратовской, Самарской и Ростовской областях, в Краснодарском и Ставропольском крае, а также в Республике Казахстан. Дальнейшее расширение посевных площадей в значительной степени зависит от повышения урожайности, где сорту отводится ведущая роль.

В Волгоградском государственном аграрном университете (ГАУ) селекцией нута занимаются более 50 лет. В результате проделанной работы были выведены и внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ следующие сорта: ‘Волгоградский 5’, ‘Волгоградский 10’, ‘Приво 1’ и ‘Волжанин’. Проходит государственное сортоиспытание новый сорт ‘Донской’. Основное направление в селекции – создание более продуктивных и скороспелых сортов, пригодных к механизированной уборке, с повышенной устойчивостью к болезням, обладающих высокими качественными показателями продукции.

Нижнее Поволжье характеризуется большим разнообразием почвенно-климатических условий, поэтому даже для одной зоны требуются биологически разнотипные сорта (Балашов, Балашов, 2009; Германцева, 2011).

Как показала селекционная практика, сочетание в сорте таких трудно совместимых признаков и свойств, как продуктивность, скороспелость, засухоустойчивость, высокое содержание белка, устойчивость к болезням и вредителям – очень сложная задача. Для ее решения требуется ведение длительной поэтапной селекции в местных условиях, в этом случае одновременно с совершенствованием сортов лучше используется комплекс признаков местного агроэкотипа культуры, что позволяет создать обширный исходный материал для дальнейшей селекционной работы. Это определило задачи и направления наших исследований, цель которых заключалась в создании биологически разнотипных сортов нута, обладающих комплексом морфофизиологических признаков и свойств, обеспечивающих формирование урожайного потенциала сорта не менее 3,0–3,5 т/га.

Наряду с задачами практической селекции отрабатывались некоторые вопросы совершенствования методики оценки гибридов и гибридных комбинаций на первом этапе, в последующем – селекционных линий, выяснение роли материнского и отцовского организма в ряде поколений.

Уровень урожайности – основной критерий хозяйственной ценности создаваемого сорта. Этот показатель служит оценочным критерием эффективности селекционной работы.

Урожайность – сложный интегрированный признак, который зависит от ряда других признаков и свойств – компонентов урожайности. Подробное изучение биологии нута в местных условиях определило важнейшие признаки, обладая которыми сорт в конкретных условиях будет отвечать требованиям производства.

На основе этого селекционная работа с нутом велась по определенной программе на сочетание в сорте повышенной зерновой продуктивности растений с засухоустойчивостью, ускоренными темпами роста, развития и органогенеза. При этом определялась и обязательно учитывалась корреляционная связь признаков – компонентов урожайности.

Поэтапное селекционное улучшение нута предусматривало ведение селекции на улучшение габитуса растения, способности формировать хорошо выполненное зерно с высоким содержанием белка. Кроме того, не оставлена без внимания устойчивость сортов к таким наиболее вредоносным болезням, как аскохитоз, фузариоз и бактериальные заболевания. Работа по данному направлению заключалась в оценке устойчивости сортов непосредственно в полевых условиях с последующим переводом лучших из них на иммунную основу.

В процессе селекционной работы решались следующие задачи:

– создать рабочую коллекцию образцов различного эколого-географического происхождения из числа образцов мировой коллекции ВИР на основе комплексной биологической, морфофизиологической оценки по признакам выживаемости и урожайности;
– по экологическим группам сортообразцов разного типа созревания на основе корреляционного анализа выявить адаптивные морфофизиологические и биологические признаки, соответствующие условиям зоны, и подобрать родительские формы для скрещиваний при разных направлениях селекции с учетом требований к создаваемому сорту нута;
– в соответствии с конкретным планом совершенствования местного агроэкотипа нута получить межсортовые гибриды, привлекая к скрещиванию сорта волгоградской селекции (‘Волгоградский 5’, ‘Волгоградский 10’, ‘Приво 1’), краснокутской селекции (‘Краснокутский 195’, ‘Юбилейный’, ‘Краснокутский 36’ и др.), приспособленных к местным условиям, а также селекционные сорта инорайонного происхождения;
– дать оценку полученным гибридам F1 и F2, обосновать принципы отбора

селекционно-ценных форм в ранних гибридных поколениях по результатам реципрокных скрещиваний и проявлению истинного гетерозиса;

– отобрать по комплексу хозяйственно-ценных признаков лучшие селекционные линии для дальнейшего скрещивания их с сортами интенсивного типа с целью повышения продуктивности растений местного агроэкотипа;
– в конкурсном сортоиспытании дать комплексную хозяйственно-биологическую оценку в процессе онтогенеза морфофизиологическим типам селекционных линий;
– на основе оценки корреляционно-регрессивной зависимости урожайности от факторов внешней среды определить отзывчивость созданных сортов на благоприятные гидротермические условия произрастания, зависимость зерновой продуктивности растений от действия засушливых условий, в том числе экстремально засушливых в разные периоды вегетации;
– определить реакцию перспективных селекционных сортов на густоту продуктивного стеблестоя, сроки посева, применение бактериальных и минеральных удобрений, гербицидов в связи с урожайным потенциалом и реализацией его в гидротермических условиях местной зоны;
– дать оценку потенциальным способностям созданных сортов по хозяйственно-биологическим показателям на основе зонального и производственного испытания.

Селекция нута в Волгоградском ГАУ возникла в то время, когда зернобобовые культуры в этом регионе занимали значительные площади. Достаточно отметить, что в 1964 г. их высевали на площади 205 тыс. га, из которых горох занимал 196, а все остальные зернобобовые – 9 тыс. га.

Селекция нута началась с изучения коллекции, полученной из ВИР, которая насчитывала 220 сортообразцов из 32 стран мира и всех регионов СССР, где он возделывался. В результате трехлетнего изучения по биологическим и морфологическим признакам были выделены 16 образцов, которые впоследствии явились родоначальниками новых сортов. В течение всей селекционной работы изучению коллекции придавалось особое значение. К настоящему времени изучено около 2 тысяч коллекционных образцов, многие из них введены в селекционный процесс.

С 1967 года впервые начали проводить скрещивания родительских пар по 25–30 комбинациям, отборы элитных растений – с 1969 г. Основным был метод многократного индивидуального отбора с раздельным высевом семян от каждого выделенного гибридного растения вплоть до получения константного потомства. В одной из комбинаций сорт ‘Юбилейный’ × к-249 (Афганистан) в 1974 г. было отобрано элитное растение, размножено и передано в Государственное сортоиспытание под названием ‘Волгоградский 5’. За годы сортоиспытания на Новоаннинском госсортоучастке (1980–1982 гг.) при урожайности 2,18 т/га он превысил сорт-стандарт ‘Юбилейный’ на 0,23 т/га. В 1980 г. его урожайность достигла 3,03 т/га. В 1983 г. он был районирован по

Нижневолжскому региону. Сорт среднепоздний, в подзоне светло-каштановых почв вегетационный период составлял 83–85 дней, в черноземной зоне – 102–105 дней.

Недостатком этого сорта являлась его позднеспелость, неравномерное созревание, а при выпадении осадков в период созревания отмечалось повторное отрастание. Для зоны каштановых почв, где нут должен был занять основные площади, назрела необходимость создать более скороспелые сорта, которые лучше используют запасы осенне-зимне-весенней влаги.

В 1985 г. в государственное сортоиспытание был передан среднеспелый сорт ‘Волгоградский 10’. Длина вегетационного периода 70–82 дня. Созревал раньше сорта ‘Волгоградский 5’ на 7–10 дней. За годы сортоиспытания на Новоаннинском государственном сортоиспытательном участке (ГСУ) за 1986–1988 гг. урожайность составила 2,69 т/га, что выше стандартного сорта ‘Волгоградский 5’ на 0,31 т/га. Максимальный урожай здесь получен в 1988 г. – 3,16 т/га. В 1991 г. он был районирован по Нижневолжскому региону, а также в Республиках Казахстан, Молдова и Украина. Особо следует отметить достаточно высокую стабильность урожайности этого сорта и его более высокую засухоустойчивость. В годы сильнейших засух (1984 и 1986 гг.) он по урожаю зерна превысил стандарт более чем на 40%.

Новые сорта нута по продуктивности уже могли конкурировать с горохом на черноземных почвах. Так, на Новоаннинском ГСУ Волгоградской области в среднем за три года (1991–1993 гг.) ‘Волгоградский 10’ превысил районированный сорт гороха ‘Неосыпающийся 1’ на 0,71 т/га (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность гороха и нута на Новоаннинском ГСУ Волгоградской области, т/га

Культура	Сорт	Годы			
		1991	1992	1993	Среднее
Нут	Волгоградский 5	1,87	2,23	1,64	1,91
Нут	Волгоградский 10	2,14	2,66	1,85	2,22
Горох	Неосыпающийся 1	1,38	1,47	1,67	1,51
НСР $_{05}$		0,16	0,15	0,12	

В зоне светло-каштановых почв горох почти не высевался, так как в сильно засушливые годы был низкорослым, и убрать его комбайном было практически невозможно. В опытах, проведенных в учхозе «Горная Поляна», в среднем за 4 года гороха собрали по 0,48 т/га, а нута – 0,99 т/га.

В 1991 г. в государственное сортоиспытание был передан сорт ‘Приво 1’, который отличался дружным цветением и созреванием. По данным Еланского, Новоаннинского, Дубовского ГСУ в среднем за 3 года сорт ‘Приво 1’ превысил ‘Волгоградский 10’ на 0,12–0,18 т/га, при этом созревал на 2–4 дня раньше.

В последнее время возрос интерес к сортам с более крупным зерном, так как основная масса его вывозится за рубеж. Предпочтение отдавалось семенам

диаметром 7 мм и более. У сортов ‘Волгоградский 10’, ‘Приво 1’ таких семян имелось от 25 до 42% в зависимости от погодных условий.

Для увеличения массы 1000 зерен при скрещивании использовались крупносемянные формы Испании, Сирии, Мексики. Из полученного гибридного материала было отобрано элитное растение, которое размножили и передали в государственное сортоиспытание под названием ‘Волжанин’. У нового сорта крупность семян 320–350 г, выход семян диаметром 7,0 и более мм составляет 82–85%, что в два раза выше стандарта.

В последние годы наблюдалось значительное потепление климата. В зоне каштановых и черноземных почв увеличилось количество засушливых лет, что оказало отрицательное влияние на рост, развитие растений, урожайность и крупность зерен нута у сорта ‘Волжанин’ (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность и крупность семян у сорта нута ‘Волжанин’ на госсортоучастках в 2008-2009 гг., т/га

Область, республика	Госсортоучасток	Урожайность, т/га		Масса 1000 семян, г	
		St.*	Волжанин	St.	Волжанин
Волгоградская	Еланский	2,00	1,82	260	307
	Волгоградский	1,56	1,42	272	339
	Октябрьский	0,58	0,44	209	222
Ростовская	Азовский	1,84	1,92	275	317
	Орловский	0,80	0,66	166	156
	Тарасовский	1,43	1,42	249	274
	Целинский	1,58	1,78	298	288
Республика Калмыкия	Башантинский	1,53	1,60	242	308
Среднее		1,42	1,38	246	276

St.* – стандарт.

Погодные условия на госсортоучастках Волгоградской, Ростовской областей и Республики Калмыкия в годы сортоиспытания нута были сильно засушливыми, особенно в зоне каштановых почв. Высокая температура, низкая относительная влажность воздуха, недостаток влаги в почве в период налива семян отрицательно повлияли на урожайность сорта ‘Волжанин’. Так, на Октябрьском ГСУ его урожайность в среднем за два года составила 0,44 т/га, Орловском ГСУ – 0,66 т/га, семена сформировались мелкими. В результате более крупнозерный сорт ‘Волжанин’ уступил стандарту по урожайности.

Более благоприятные условия для роста и развития нута сложились на черноземных почвах, однако недостаток влаги в фазу налива семян привел к уменьшению массы 1000 семян, что отрицательно повлияло на урожайность. На Еланском ГСУ сорт ‘Волжанин’ уступил стандарту ‘Волгоградский 10’ на 0,18 т/га в среднем за два года, а по массе 1000 семян превысил его на 47 г. На Башантинском ГСУ сорт ‘Волжанин’ превысил стандарт на 0,07 т/га, масса 1000 семян оказалась выше на 66 г, в Ростовской области более высокая

урожайность нута в среднем за два года была получена на Азовском ГСУ – 1,92 т/га, что на 0,08 т/га выше стандарта. Разница по массе 1000 семян составила 42 г.

В среднем по госсортоучасткам Волгоградской, Ростовской областей и Республики Калмыкия сорт ‘Волжанин’ уступил стандарту по урожайности 0,04 т/га, а по массе 1000 семян превысил его на 30 г.

Следует отметить, что на каштановых и черноземных почвах в 2008 и 2009 гг. в период налива семян влаги в почве было недостаточно, и крупносемянный сорт ‘Волжанин’ не смог реализовать свои потенциальные возможности по продуктивности и крупности семян.

Успешную селекционную работу можно вести только в том случае, если правильно разработана модель сорта на перспективу с учетом складывающихся погодных условий и требований производства. Модель сорта – это научный прогноз, показывающий, каким сочетанием признаков должны обладать растения, чтобы обеспечить заданный уровень продуктивности, устойчивости и других требуемых производством качеств.

На зернобобовых культурах исследований по разработке принципов моделирования будущего сорта крайне мало, а имеющиеся, относятся в основном к гороху (Хангильдин, 1978; Вербицкий, Абдуллаева, 1995; Зубов, 1997; Мартыненко, 2004). Модель сорта нута впервые была разработана на Краснокутской селекционной станции Н. И. Германцевой (2011).

Современному сельскохозяйственному производству требуются сорта зернобобовых культур с высокой потенциальной продуктивностью, стабильной урожайностью, высоким качеством продукции, хорошей технологичностью. В связи с этим селекционные программы должны предусматривать исследования, направленные на улучшение ряда количественных признаков или косвенно влияющих на общую продуктивность (Чекалин, 1982; Кумаков, 1995; Трунова, Кочегура, 2008).

В данной работе сделана попытка создать модель сорта нута с использованием экспериментальных данных за 30-летний период в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья.

Вегетационный период. В получении стабильных урожаев большое значение имеет продолжительность вегетационного периода. Оптимальная его продолжительность позволяет сорту наилучшим образом использовать почвенно-климатические ресурсы зоны и в максимальной степени избегать отрицательного влияния неблагоприятных условий.

По нашим данным, в Нижнем Поволжье наиболее урожайны скороспелые формы нута с продолжительностью периода всходы-созревание не более 70–75 дней.

Высокая продуктивность скороспелых сортообразцов связана с более благоприятными условиями развития, в которые они попадают. По многолетним данным, формирование урожая семян скороспелых сортов проходит во второй половине июня – начале июля при относительно благоприятных условиях произрастания. У среднепоздних форм этот период

попадал на июль месяц и совпадал с высоким температурным режимом. В среднем за 50 лет наблюдений среднесуточная температура июня на метеостанции Волгоградского ГАУ равна 21,4°С, с абсолютным максимумом 37,8°С; в июле – 24,2°С и 42,3°С соответственно. К этому периоду возрастает дефицит влаги, поэтому можно объяснить различия в урожайности сортов разной скороспелости, что позволяет считать селекцию на скороспелость актуальной для Нижнего Поволжья. Характеризуясь быстрым накоплением биомассы, скороспелые сорта «уходят» от наиболее напряженных периодов засухи.

В результате анализа многолетних данных, нами установлена связь продолжительности периода всходы-созревание с расчетной урожайностью семян у модельного сорта нута. По мере увеличения продолжительности периода всходы-созревание, рассчитанная продуктивность скороспелого модельного сорта возрастала и достигала максимальной величины 1,44 т/га при длительности указанного периода 81–84 дня. С увеличением вегетационного периода до 85–88 дней рассчитанная урожайность снижалась до 1,35 т/га при максимальной продолжительности периода всходы-созревание – 102 дня, расчетная урожайность составила 0,71 т/га. Следует отметить, что в 9 случаях (36%) продолжительность вегетационного периода составила 73–76 дней, что оптимально для сорта ‘Волгоградский 10’.

Если в течение вегетационного периода стояла сухая и жаркая погода с относительной влажностью воздуха ниже 30%, то это приводило к сокращению периода «всходы-созревание». Так, самый короткий вегетационный период 67 дней отмечался в 1984 году, когда урожайность нута составила всего 0,24 т/га.

Кроме общей продолжительности вегетационного периода существенное значение в формировании урожайности имеет соотношение межфазных периодов: всходы-цветение и цветение-созревание.

Анализ данных конкурсного сортоиспытания сорта ‘Волгоградский 10’ за 25-летний период (1984–2008 гг.) показал, что максимальная урожайность 1,80 и 1,85 т/га получена в 1990 и 1993 гг. при продолжительности периода «всходы-цветение» 40 дней, а в 2007 г. при продолжительности периода 38 дней урожайность составила 0,58 т/га. Сокращение данного периода приводило к снижению урожайности. Самая низкая урожайность 0,24 т/га получена в 1984 г. при периоде до цветения 25 суток. Увеличение этого межфазного периода также вело к снижению урожайности. Так, в 2003 влажном году при продолжительности периода от всходов до цветения 45 дней урожайность нута составила 1,29 т/га.

Оптимальная продолжительность периода всходы-цветение у модельного сорта нута должна составлять 35–37 дней, расчетная урожайность при этом будет 1,39 т/га. Дальнейшее увеличение межфазного периода до 41–42 дней приводит к снижению урожайности. У периода цветение-созревание продолжительность должна быть 41–44 дня. Расчетная урожайность при этом равна 1,26 т/га.

Максимальная урожайность в конкурсном сортоиспытании в 2004 г. составила 1,97 т/га при продолжительности периода от цветения до спелости 46 дней. Удлинение периода цветение-созревание более чем на 58 дней также вызывало снижение урожайности.

Таким образом, оптимальная продолжительность периода всходы-цветение у среднеспелого модельного сорта нута должна составлять 35–37 дней, продолжительность периода цветение-созревание – 37–40 дней, а общая продолжительность вегетационного периода – 72–77 дней. Именно при такой длительности межфазных периодов и всего периода вегетации достигается максимальная урожайность нута на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья.

Высота растений. Одним из важных направлений в селекции нута в Нижнем Поволжье является создание высокорослых сортов, пригодных к механизированной уборке. В отличие от гороха нут не полегает, его бобы при созревании не растрескиваются и не осыпаются, что позволяет проводить уборку обычными зерновыми комбайнами. Однако при возделывании нута в зоне рискованного земледелия и в острозасушливые годы высота растений и высота прикрепления нижнего боба значительно снижается, что затрудняет уборку и приводит к потерям урожая.

Таблица 3. Высота растений сортов и сортообразцов нута на светло-каштановых почвах, м

Сорт, сортообразец	Годы					
	1994	1995	1996	1997	1998	Среднее
Волгоградский 5	0,40	0,31	0,43	0,57	0,40	0,42
Волгоградский 10	0,44	0,32	0,47	0,47	0,35	0,39
Волгоградский 36	0,41	0,37	0,52	0,49	0,33	0,42
Приво 1	0,40	0,33	0,55	0,42	0,41	0,42
Юбилейный	0,42	0,32	0,50	0,47	0,36	0,35
Совхозный 14	0,39	0,31	0,46	0,43	0,33	0,38
Кинельский 17	0,46	0,31	0,47	0,51	0,39	0,43
Киевский 120	0,34	0,25	0,35	0,37	0,37	0,34
к-1766 (Болгария)	0,33	0,34	0,36	0,35	0,33	0,34
к-1789 (Италия)	0,31	0,25	0,33	0,34	0,33	0,31
к-1815 (Узбекистан)	0,41	0,26	0,34	0,42	0,31	0,35
к-1836 (Ливия)	0,34	0,30	0,32	0,36	0,32	0,33

Наши наблюдения показали, что высота растений нута в больших пределах изменялась в зависимости от сложившихся погодных условий и биологических особенностей сорта. Так, за 1994–1998 гг. в зависимости от погодных условий высота растений колебалась у высокорослого сорта ‘Волгоградский 5’ от 0,57 м во влажном 1997 г. до 0,31 м в крайне засушливом

1998 году. У низкорослого образца к-1789 – от 0,33 до 0,25 м соответственно. Следовательно, в сухие годы отмечается снижение высоты растений, как у высокорослых, так и у низкорослых форм, но в разной степени. Высокорослый сорт ‘Волгоградский 5’ снизил высоту на 0,26 м, низкорослый образец к-1789 (Италия) – на 0,08 м (табл. 3).

Наибольший интерес представляют сорта с интенсивным ростом в период всходы-цветение. У таких форм первые бобы завязываются значительно выше, что имеет большое значение для уборки урожая. Наблюдения показали, что интенсивность роста зависит как от генетических особенностей, так и от погодных условий (табл. 4).

Таблица 4. Интенсивность суточного прироста сортов и сортообразцов нута в период всходы-цветение, мм

Сорт, сортообразец	Годы					
	1994	1995	1996	1997	1998	Среднее
Волгоградский 5	5,1	6,6	4,9	5,2	6,8	5,7
Волгоградский 10	5,8	6,5	5,5	5,0	5,8	5,7
Волгоградский 36	5,1	7,3	7,8	5,9	6,5	6,7
Приво 1	4,7	5,1	5,5	4,8	5,6	5,1
Юбилейный	5,3	6,2	5,4	4,8	5,5	5,4
Совхозный 14	4,6	4,9	5,2	4,7	5,6	5,0
к-1766 (Болгария)	2,8	2,6	2,7	3,1	2,8	2,8
к-1789 (Италия)	2,2	2,3	2,3	3,0	2,7	2,5
к-1815 (Узбекистан)	4,5	2,2	2,8	4,7	3,1	3,5
к-1836 (Ливия)	2,7	2,1	2,3	2,9	2,5	2,5

Сравнение высокорослых и низкорослых форм по урожайности в различные по влагообеспеченности годы показало, что высокорослые сортообразцы в условиях Нижнего Поволжья в засушливые и крайне засушливые годы снижают урожайность меньше, чем низкорослые. Так, в засушливом 1996 г. высокорослые сорта дали урожайность в 3–4 раза выше, чем низкорослые. В крайне сухом 1998 г. урожайность высокорослых форм была в 4–6 раз ниже, чем в 1997 г. В эти же годы низкорослые образцы снижали урожайность значительно больше. Разница в урожайности крайне сухого и влажного годов доходила до 3–4 раз.

По нашим данным, между высотой растений и его продуктивностью существует высокая корреляционная связь ($r = 0,625$). Поэтому отбор высокорослых растений в сухие годы приводил к созданию высокопродуктивных форм. У модельного скороспелого сорта при минимальной высоте растения 0,33 м расчетная урожайность составила 0,30 т/га. С увеличением высоты растений урожайность возрастала и максимального значения (1,65 т/га) достигала при высоте 0,65 м. В острозасушливом 1998 г. высота растений понизилась до 0,31 м и урожайность снизилась до 0,23 т/га. В

годы, когда высота растений составляла 0,36–0,40 м с частотой 12%, урожайность повышалась до 0,57 т/га, при 0,41–0,45 м (28%) урожайность была 0,97 т/га, при высоте 0,46–0,50 м (28%) – 1,32 т/га. С увеличением высоты растений до 0,51–0,55 м (12%) – 1,48 т/га, до 0,56–0,60 м (8%) – 1,65 т/га. Дальнейшее повышение высоты растений до 0,65 м во влажном 2003 году привело к снижению урожайности. Таким образом, у модельного сорта нута оптимальная высота растений 0,56–0,60 м, именно такой высоте соответствует наибольшая рассчитанная урожайность – 1,65 т/га.

Выживаемость растений. В повышении урожайности агроценозов зернобобовых культур большое значение имеют правильно выбранные нормы высева семян, так как густота стояния растений на единице площади является главным регулятором продуктивного использования ими влаги, минерального питания и света. В условиях засушливого Поволжья наивысшие сборы зерна с гектара на Краснокутской селекционной станции обеспечивали рядовые посевы с нормой высева 0,6–0,8 млн. всхожих семян на 1 га (Германцева, Филатов, 1981).

В наших опытах лучшие результаты по урожайности показали посевы с нормой высева 0,5–0,6 млн. шт/га всхожих семян. Средняя за 1989–2008 гг. полнота всходов нута в конкурсном сортоиспытании составила 63,5%, выживаемость растений – 87,2%.

Для определения оптимального числа растений на единицу площади к моменту уборки, мы использовали двадцатилетние данные конкурсного сортоиспытания, проведя анализ взаимосвязи урожайности с числом растений на 1 м^2 перед уборкой. Оптимальной густотой стояния растений модельного сорта нута в Нижнем Поволжье следует считать 37–45 растений на 1м^2 перед уборкой. При такой густоте растений получена самая высокая расчетная урожайность – 1,36 т/га.

При дальнейшем увеличении числа растений на единицу площади расчетная урожайность снижается. Это подтверждается и данными конкурсного сортоиспытания нута ‘Волгоградский 10’. Высокая урожайность (2,37 т/га) получена в 2004 году при густоте стояния перед уборкой 42 растения на 1 м^2.

Урожайность зерна в значительной степени зависит от условий внешней среды. Хотя нут и отличается высокой засухоустойчивостью, все же хорошая обеспеченность растений влагой способствует формированию более высокой урожайности. Так, во влажном 2004 году урожайность большинства изучавшихся сортов и номеров была значительно выше, чем в засушливом 2002 году.

Большие колебания урожая по годам – результат значительной изменчивости компонентов, составляющих его. В связи с этим важной задачей является определение условий, влияющих на отдельные элементы структуры урожая и установление взаимосвязи между ними.

Число бобов на растении изменялось в широких пределах и зависело от погодных условий, площади питания растений, биологических особенностей сорта. Наши исследования (1994–2008 гг.) показали наличие высокой

корреляционной зависимости между продуктивностью и числом бобов на растении, как в засушливые, так и во влажные годы. Коэффициент корреляции составлял r = 0,897.

Минимальная рассчитанная урожайность (0,29 т/га) – получена при 5 бобах на растении. С увеличением числа бобов с 14 до 24 штук урожайность возрастала с 1,06 до 1,93 т/га. Максимальное число бобов (26) за все годы наблюдений у сорта ‘Волгоградский 10’, давшего наибольшую урожайность (2,37 т/га), отмечалось во влажном 1997 г., поэтому оптимальным числом бобов на 1 растение для модельного сорта можно считать 25–26 штук (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность зерна и число бобов на растении у сорта ‘Волгоградский 10’ (1984 – 2008 гг.)

Классы бобов/растение, шт.	Число случаев, годы	Число бобов, шт.	Расчетная урожайность, т/га
5–6	1	5	0,29
7–8	2	7	0,48
9–10	2	9	0,85
11–12	3	11	0,97
13–14	2	13	1,06
15–16	4	16	1,15
17–18	3	17	1,32
19–20	3	19	1,46
21–22	3	21	1,78
23–24	2	23	1,93
25–26	1	26	2,37
Среднее		15	1,24

Учитывая, что число бобов на растении – один из наиболее важных элементов структуры урожая, селекцию необходимо вести в направлении усиления этого признака. Но при стремлении достичь максимального числа бобов на растении следует иметь в виду, что это может сказаться отрицательно на развитии других элементов продуктивности. Так, с увеличением числа бобов на растении в годы, когда в период формирования и налива семян ощущается недостаток влаги, отмечается заметное снижение массы 1000 семян.

Масса 1000 семян. Этот признак связан с принадлежностью сортов и образцов к определенным экологическим группам. Наибольшей массой семян отличаются представители испанской и отчасти малоазиатской групп.

Масса 1000 семян – довольно устойчивый элемент продуктивности и изменяется под воздействием погодных условий в меньшей степени, чем число бобов и зерен на растении. Коэффициент вариации массы 1000 семян у разных сортов нута в конкурсном сортоиспытании составлял 9,9–13,6%, в то время как число бобов и зерен на одном растении варьировалось в значительных пределах (V = 38,3–42,9%). Проведенными исследованиями было установлено, что масса 1000 семян мало зависела от других элементов структуры урожая. Анализ коэффициентов корреляции свидетельствовал об отсутствии связи числа бобов

и зерен на одном растении с массой 1000 семян. Следовательно, эти элементы структуры урожая независимы друг от друга и имеется возможность их свободного комбинирования.

Таблица 6. Параметры сорта Волгоградский 10 и модели сорта, рассчитанные на реально возможный урожай в засушливой зоне каштановых почв Нижнего Поволжья

Показатели	Волгоградский 10	Модель сорта
Урожайность, т/га:		
– в благоприятные годы	3,0	3,5
– в острозасушливые годы	0,6	1,0
Масса 1000 семян, г	250	270
Продуктивность растения:		
Бобов на растении, шт.	22 – 24	25 – 26
Семян в бобе, шт.	1,1 – 1,2	1,1 – 1,2
Содержание белка, %	23 – 24	24 – 25
Вкусовые качества, балл	5	5
Высота растений, м	0,50 – 0,55	0,56 – 0,60
Высота до первого боба, м	0,25 – 0,27	0,25 – 0,27
Ветвистость, шт.	2 – 3	2 – 3
Растений перед уборкой шт./м^2	37 – 41	41 – 45
Продолжительность периодов, суток		
– всходы - полная спелость	72 – 76	72 – 77
– всходы – цветение	36 – 39	35 – 37
– цветение – созревание	35 – 38	37 – 40
Устойчивость к болезням, балл		
Аскохитоз	4,5	4,7
Фузариоз	4,3	4,5
Устойчивость к осыпанию, балл	5,0	5,0

По данным конкурсного сортоиспытания (1984–2008 гг.) продуктивность сорта ‘Волгоградский 10’ имела незначительную положительную зависимость с массой 1000 семян (r=0,254). В селекции на продуктивность в засушливом регионе увеличение крупности семян следует вести до определенного предела.

Для установления оптимальной массы 1000 зерен модельного сорта нута были проведены математические расчеты с применением уравнения регрессии. Анализ зависимости двух переменных величин позволил установить, как количественно меняется урожайность зерна при изменении массы 1000 семян.

У модельного скороспелого сорта с увеличением крупности расчетная урожайность росла и достигала максимального значения 0,75 т/га при массе 1000 семян 271–290 г в засушливые годы и 2,05 т/га при массе 311–330 г. Дальнейшее увеличение крупности семян не приводило к повышению урожайности. Следовательно, масса 1000 семян модельного скороспелого сорта на каштановых почвах Нижнего Поволжья должна быть в пределах 270–290 г.

На черноземных почвах, где осадков выпадает больше, крупносемянные сорта (масса 1000 семян 311–330 г) будут формировать более высокий урожай.

Параметры модельного сорта. Соединить в одном сорте все наиболее ценные свойства и признаки представляется очень сложной задачей. Поэтому приходится стремиться к тому, чтобы во вновь выводимых сортах были максимально выражены в первую очередь главные, самые существенные из них, такие, как урожайность, приемлемая для зоны продолжительность вегетационного периода, засухоустойчивость и пластичность, уборочная густота, продуктивность растений, большое число семян на растение, высокое качество зерна. С учетом научно-обоснованных оптимальных параметров по основным количественным признакам предлагается модель сорта нута для дальнейшего совершенствования селекционной работы с этой культурой.

Для зоны каштановых почв Нижнего Поволжья целесообразно выведение новых скороспелых сортов по продолжительности вегетационного периода близких к стандартному сорту ‘Волгоградский 10’, более высокорослых, с высоким прикреплением нижнего боба (табл. 6).

Сорт должен иметь 25–26 бобов на 1 растение, 1,1–1,2 шт. семян в бобе с массой 1000 семян 270 г. Модельный сорт с таким сочетанием элементов продуктивности может обеспечить получение урожайности до 3,5 т/га, что на 17% выше сорта ‘Волгоградский 10’. Содержание белка планируется увеличить на 1%. Кроме того, он должен обладать устойчивостью к полеганию и осыпанию, быть устойчивым к засухе, иметь более высокую устойчивость к поражению аскохитозом и фузариозом.

Литература

Балашов В. В., *Балашов А. В*. Нут в Нижнем Поволжье. Волгоград, 2009. 192 с.

Вербицкий А. М., *Абдуллаев В. В.* Обоснование оптимальных параметров модельных сортов гороха // Генетика и селекция растений на Дону. Ростов-на-Дону, 1995. С. 76–84.

Германцева Н. И. Нут – культура засушливого земледелия. Саратов, 2011. 200 с.

Германцева Н. И., *Филатов А. Н.* Совершенствование технологии возделывания нута на каштановых почвах Заволжья // Пути интенсификации использования земель в Поволжье. Саратов, 1981. С. 55–59.

Зубов А. И. Изменение в структуре признаков продуктивности и их коррелятивной связи с урожаем зерна у сортов гороха нового агроэкотипа // Научные основы создания моделей агроэкотипов сортов зернобобовых культур для экотипов России. Орел, 1997. С. 50–55.

Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сорта пшеницы. М., 1985. 270 с.

Мартыненко Г. Е. О модели высокоурожайных сортов гречихи в аспекте онтогенетического развития // Физиологические аспекты продуктивности

растений: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Орел, 2004. С. 260–266.

Трунова М. В., *Кочегура А. В.* Модель высокопродуктивного среднераннеспелого сорта сои для условий недостаточного увлажнения Юга России // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои: Сб. статей 2-ой международной конференции по сое. Краснодар, 2008. С. 85–90.

Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков с.-х. растений. М., 1978. С. 11–16.

Чекалин Н. И. Перспективы селекции зернобобовых культур на повышение урожайности // Селекция и семеноводство. 1982. № 9. С. 5–8.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЗЕРНОБОБОВЫХ КАК ОБЪЕКТЫ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
GENETIC RESOURCES OF GRAIN LEGUMES AS OBJECTS OF HIGH-TECHNOLOGY RESEARCH

УДК 633.34:577.21:575.2:575.167

КОММЕРЧЕСКАЯ ROUNDUP READY СОЯ

Ю. В. Чесноков
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме

Устойчивая к глифосату Roundup Ready® соя компании Monsanto стала одной из первых генно-инженерно-модифицированных культур, разрешенных в 1996 г. для коммерческого использования. В 2013 г. посадки коммерческой трансгенной сои составили около 80% от всех возделываемых сортов данной культуры. За прошедший 17-летний период после коммерциализации, помимо выявления структурных изменений в геноме трансгенной сои, был установлен ряд неожиданных эффектов, связанных с ее использованием. Показано, что наряду с возможностью генетического загрязнения генетических ресурсов сои, широкое использование гербицида Roundup ведет к потере не только генетического разнообразия в (агро)биоценозах, но и имеет неблагоприятные последствия для (агро)биоразнообразия, включая сложные растительно-микробные взаимодействия, происходящие в почве.

Ключевые слова: *Glycine max*, трансген, устойчивость к гербициду Roundup, генетическое загрязнение, сохранение биоразнообразия

COMMERCIAL ROUNDUP READY SOYBEAN

Yu.V. Chesnokov
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry, St. Petersburg, Russia

Summary

Resistant to glyphosate Roundup Ready® soybean of Monsanto Company was one of the first genetic engineering modified crops which were allowed for commercial use in 1996. In 2013, planting of commercial transgenic soybean was about 80% of all cultivated varieties of this crop. During 17-years period after commercialization of soybean, besides identification of structural modification in its genome, some unexpected effects concerning the use of transgenic soybean have been revealed. It is shown that with the possibility of genetic contamination of soybean genetic resources, widespreading of herbicide Roundup using is not only leading to a loss of genetic diversity in (agro)biocenosis, but has a great unfavorable impact and consequences for (agro)biodiversity, including complex plant-microorganisms interaction occurring in soil.

Key words: *Glycine max*, transgene, Roundup resistance, genetic contamination, preservation of biodiversity.

Введение

Развитие агробиотехнологии, основанной на генетической модификации важных сельскохозяйственных культур, открыло новые перспективы для производства продуктов питания, волокон, древесины и другого агропромышленного сырья, в том числе и кормов. Существующие в настоящее время генетически модифицированные (ГМ) растения создаются исключительно в лабораторных условиях методами генетической инженерии с помощью ограниченного набора чужеродных для реципиентного организма относительно коротких последовательностей ДНК, встраиваемых в его геном, – новых, рекомбинантных по своей сути, генов, получивших название трансгенов. Возникновение любых новых селекционно-значимых форм, в конечном итоге, всегда определяется генетическими изменениями. В этой связи развитие современных технологий создания генетически модифицированных организмов (ГМО) можно лишь приветствовать. Уже сегодня ГМО – продуценты рекомбинантных биологически активных веществ – спасают жизни людей, а трансгеноз является одним из важнейших научных инструментов, позволяющих проводить фундаментальные исследования и устанавливать функции генов. Проблема возникает лишь при поспешных и широкомасштабных планах выращивания ГМО в естественной среде в открытых (агро)экосистемах и использования в качестве продуктов питания (Чесноков, 2004, 2007, 2011).

По состоянию на 2013 г. отмечено более чем 100-кратное увеличение площадей под коммерческими ГМ культурами. Их посевы выросли с 1,7 млн. га в 1996 году до 175,2 млн. га в 2013, причем из 27 стран, выращивающих такие растения, 19 относятся к развивающимся и только 8 к – группе промышленно развитых государств. В 2013 г. 18 млн. фермеров (на 0,7 млн. больше, чем в 2012 г.) выращивали на своих полях ГМ культуры. Более 90% от их числа (около 16,5 миллионов) составляли мелкие фермеры в развивающихся странах. По прогнозам ВОЗ и ФАО, к 2015 г. ГМ культуры будут выращивать в 40 странах мира с участием 20 млн. фермеров (James, 2013).

Модификация ряда хозяйственно-ценных признаков в результате переноса нескольких генов одновременно является важной особенностью ген-модифицирующих конструкций сегодняшнего дня. Так, в 2013 г. 13 стран мира выращивали трансгенные культуры с двумя или более генетически измененными признаками, причем 10 из них – это развивающиеся страны. Около 47 млн. га, что составляет 27% от общей площади пашни, было засеяно культурами, имеющими генетическую модификацию по нескольким признакам, тогда как в 2012 г. ими было занято 43,7 млн. га, или 26% из 170 млн. га. Наибольшее распространение в 2013 г. получили трансгенные сорта сои – около 80% от всех возделываемых сортов данной культуры, хлопчатника –

70%, кукурузы – 32%, рапса – 24%. Основными признаками, подвергавшимися генетической модификации в 2013 г., были: гербицидоустойчивость – около 110 млн. га, устойчивость к инсектицидам – более 20 млн. га. В 2013 г. суммарная мировая прибыль только от продажи семян ГМ культур оценивается примерно в 15,6 миллиардов долларов, что составляет 35% от 45 млрд. долларов коммерческого рынка семян (James, 2013).

По состоянию на 30 ноября 2013 г. в общей сложности 36 стран (35 + ЕС-27) с 1994 года предоставили разрешения регулирующих органов для биотехнологических культур для производства продуктов питания и/или использования в качестве кормов и для высвобождения в окружающую среду или посевов. В этих 36 странах получено в общей сложности 2833 разрешения регулирующих органов для 27 ГМ культур и для 336 ГМ разрешенных событий были выданы компетентными органами, из которых 1321 предназначены для использования в качестве продовольствия (прямое использование или переработка), 918 разрешений для использования на корм (прямое использование или переработка) и 599 для высвобождения в окружающую среду или посева. Культурой, которая получила наибольшее число разрешений, является толерантная к гербицидам соя GTS-40-3-2 (51 разрешение в 24 странах + ЕС-27) (James, 2013). Все эти факты не могут не вызывать беспокойства у исследователей, занимающихся сохранением и изучением генетических ресурсов этой важной и экономически значимой сельскохозяйственной культуры. Рассмотрению некоторых особенностей использования и распространения коммерческой генно-инженерно-модифицированной сои устойчивой к глифосату Roundup и посвящен настоящий обзор.

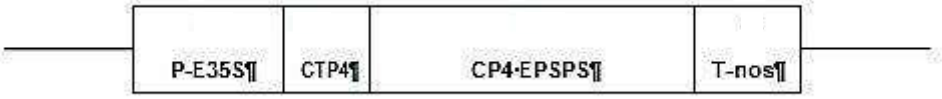
Структурные особенности интеграции трансгена в геном сои

Коммерческая трансгенная линия GTS 40-3-2 сои – *Glycine max* (L.) Merr. разработана фирмой Monsanto Canada Inc. для того, чтобы можно было использовать глифосат в качестве альтернативной системы борьбы с сорняками при промышленном выращивании сои. Создание линии GTS 40-3-2 основано на генно-инженерной технологии получения рекомбинантных ДНК и осуществлено путем введения гена толерантной к глифосату формы фермента 5-енолпирувилшикимат-3-форфат-синтазы (EPSPS), выделенного из штамма CP4 патогенной бактерии *Agrobacterium tumefaciens*, в коммерческий сорт сои ‘A5403’ (Asgrow Seed Company).

Глифосат, активный ингредиент Roundup, является системным гербицидом, используемым после появления всходов, и распространенным во всем мире в качестве неселективного средства борьбы с сорняками. Глифосат действует как конкурентный ингибитор EPSPS, жизненно важного фермента биохимического пути шикимата, участвующего в биосинтезе ароматических аминокислот фенилаланина, тирозина и триптофана. Ингибирование фермента EPSPS приводит к подавлению роста и гибели растения.

Введенный трансген толерантности кодирует бактериальный (из штамма CP4 *A. tumefaciens*), мутантный вариант этого необходимого фермента, повсеместно распространенного и обнаруживаемого в растениях, грибах и микроорганизмах, который является в значительной степени не чувствительным к глифосату. Таким образом, он может выполнять свою роль в осуществлении необходимого для растений метаболизма ароматических аминокислот в присутствии глифосата, в то время как продукт нормального немутантного варианта этого же гена растений ингибируется глифосатом.

Трансген *EPSPS*, вводимый в растения, находится под контролем сильного конститутивного промотора, полученного из вируса мозаики цветной капусты (Cauliflower Mosaic Virus – P-CaMV E35S) и терминатора гена нопалинсинтазы (nopaline synthase terminator – T-nos) из *A. tumefaciens* (рисунок). Нопалин, N-α[1,3-дикарбоксилпропил]-L-аргинин – редкая аминокислота, производное аргинина, синтезируемая в клетках растений, трансформированных почвенной патогенной бактерией *A. tumefaciens*. Эта бактерия переносит в растительную клетку опухолеобразующую часть Ti-плазмиды, интегрирующей в ядерную ДНК. В свою очередь ДНК несет «nop»-ген, кодирующий фермент нопалинсинтетазу, которая синтезирует нопалин из альфа-кетоглютарата и L-аргинина. Нопалин является одним из опинов – химическим соединением, производным аргинина, продуктом конденсации аминокислоты с кетокислотой и сахаром. Известно несколько видов опинов: октопин, нопалин, агропин. Опины синтезируются в корончатых галлах растений, трансформированных разными штаммами почвенной бактерии *A. tumefaciens*; служат источником питания для агробактерий, замещают ауксины и цитокинины. Все опины обнаруживаются только в опухолевых клетках, индуцированных *A. tumefaciens*, и отсутствуют в клетках нормальных растений или клетках растительных опухолей других типов. Таким образом, нопалин не может использоваться растительной клеткой, но секретируется и утилизируется агробактерией как источник углерода, азота и энергии. Для этого на Ti-плазмиде агробактерии имеется «nos»-ген, осуществляющий катаболизм нопалина.



Схематическое изображение рекомбинантного трансгена из Roundup Ready® сои (по: Padgette et al., 1995)

Помимо названных регуляторных последовательностей 35S-промотора и nos-терминатора в состав трансгена введена растительная ДНК-последовательность, кодирующая пептид, обеспечивающий доставку белка в хлоропласты (сигнальный пептид из *Petunia hybrida* Hoort. ex Vilm.), она была клонирована на 5'-конце гена толерантности к глифосату. Данный сигнальный пептид CTP4, слитый с геном *EPSPS*, облегчает доставку

новосинтезированного фермента в хлоропласты, где осуществляется метаболический путь шикимата и где располагаются участки, на которые воздействует глифосат. После того, как произошла доставка фермента, последовательность сигнального пептида удаляется и быстро разрушается с помощью специфической протеазы.

EPSP синтаза повсеместно распространена в природе в растительном царстве, и не предполагается, что она может быть токсичной или аллергенной. При проведении сравнительного анализа с базами данных последовательностей токсичных или аллергенных полипептидов, аминокислотная последовательность фермента не показала значительной гомологии с какими-либо известными токсинами или аллергенами.

Экспериментальные данные (Padgette et al., 1995, 1996) показали, что линия GTS 40-3-2 содержит единственную функционирующую копию трансгена CP4 EPSPS, содержащую E35S промотор вируса мозаики цветной капусты, хлоропластный сигнальный пептид, кодирующую последовательность CP4 EPSPS и сигнал полиаденилирования nos гена. Не было обнаружено включения какой-либо кодирующей области вне слитого гена исходного плазмидного вектора PV-GMGTO4, использованного для трансформации Roundup Ready® сои. Последующие поколения растений не демонстрировали дальнейшего разделения слитого трансгена, описанного выше, что указывает на то, что линия GTS 40-3-2 являлась гомозиготной по данному трансгену. Молекулярно-генетический анализ ДНК в течение шести поколений показал, что вставка была стабильной. Однако проведенные дополнительные исследования показали, что в процессе интеграции ДНК-вставки трансгена происходит некоторая реорганизация, и в дополнение к основному функциональному трансгену Roundup Ready® соя, трансформационное событие 40-3-2 содержит два небольших нефункциональных фрагмента введенной чужеродной генно-инженерно-модифицированной ДНК, размером 250 и 72 п.н. соответственно (Monsanto Company, 2000; Windels et al., 2001). Кроме того, как было показано (Windels et al., 2001), Roundup Ready® соя содержит не только два случайно внедренных фрагмента, но и смежный с основной вставкой фрагмент ДНК, идентифицировать который не удалось. Авторы полагают, что этим фрагментом может быть значительно измененная ДНК растения либо обширная делеция ДНК растения во время интеграции в геном реципиентного организма, либо это может оказаться фрагментом ДНК из неизвестного источника. В 2002 году Monsanto представила дальнейшую информацию (Monsanto Company, 2002a), из которой следует, что частично этот фрагмент представляет собой ДНК сои, но с измененной последовательностью нуклеотидов. Существенная часть этого фрагмента (20%) до сих пор не идентифицирована.

Следует отметить, что один из дополнительных фрагментов чужеродной ДНК в геноме Roundup Ready® сои и некоторые из участков растительной ДНК с измененной последовательностью являются функционально активными. Monsanto признала (Monsanto Company, 2002 b, c), что эта ДНК

транскрибируется в промежуточный продукт, РНК, а следующим шагом после синтеза РНК является синтез белка. Тот факт, что в клетке происходит транскрипция этой ДНК, обусловливает возможность синтеза новых, несвойственных и нетестированных белков в клетках сои. Например, возможно, что измененная/неидентифицированная ДНК может обусловить отсутствие синтеза либо (или) модификацию растительного белка, синтезируемого только в условиях стресса (жары или засухи) и играющего роль в повышении сопротивляемости ему (организма растения). В этом случае эффекты проявятся только при воздействии соответствующих стрессовых факторов окружающей среды. Действительно, было показано, что тепловой стресс приводит к расщеплению стебля у ГМ сои, предположительно, по причине повышенного содержания лигнина, хотя точная причина этого явления неизвестна (Coghlan, 1999).

Возможность генетического загрязнения

Как известно, соя способна к скрещиванию с другими видами рода *Glycine* Willd., распространенными в Китае, Австралии и на островах Тихого океана, включая Японию (Nakayama, Yamaguchi, 2002). Центром происхождения культурной сои является Китай, где произрастают также и различные разновидности диких видов сои. Наибольший риск возникает при выращивании ГМ сои в местах произрастания ее диких родственников. В таких областях намеренное культивирование Roundup Ready® сои даже не является обязательным, растения ГМ сои могут вырасти из семян, случайным образом попавших в окружающую среду. Непреднамеренное распространение семян неизбежно в процессе транспортировки и распределения, даже если соевые бобы импортируются только для использования в пищу. В своей работе M. Crawley (1996) так говорит об этом: «Если семена путешествуют на сотни километров между продавцом, фермером и местом переработки, потеря семян в процессе транспортировки неизбежна – и тревожит более, чем распространение пыльцы».

В России для изучения факторов, влияющих на частоту свободного переопыления в естественных условиях Дальнего Востока, в 2004 году были сформированы смешанные посевы культурной сои сортов ‘Венера’ (не ГМ сорт) и ‘Stine 2254RR’ (Roundup устойчивый). Смешанные посевы и полученные в результате естественного переопыления гербицидоустойчивые гибриды изучали на протяжении трех лет (Тихонов и др., 2010). В результате проведенных исследований было установлено, что в 2005 г. количество гербицидоустойчивых растений было 0,24%, в 2006 г. составило 22,9%, в 2007 г. – 95,2% и в 2008 г. – 98,05%. Таким образом, всего за три года отбора на устойчивость к гербициду произошло насыщение агроценоза с традиционной соей гербицидоустойчивой. В эксперименте по изучению элиминации вставки в отсутствии обработки гербицидом в поколениях сои, полученной при гибридизации традиционной и ГМ сои, было установлено, что в отсутствии

обработки селективным гербицидом процент погибших растений в 2007 г. составил 0,91%, в 2008 г. – 4,06% и в 2009 г. – 13,71% соответственно (Тихонов и др., 2010). На основании полученных данных можно смоделировать ситуацию, когда прекращение применения гербицида Roundup приведет к возможной элиминации вставки из агроценоза через 6–7 лет.

Биологические эффекты действия гербицида Roundup

Когда в 1996 году в США стали выращивать Roundup Ready® сою компании Monsanto, то это было сельское хозяйство абсолютно нового типа. ГМ соевые бобы в результате проведения генетической трансформации приобрели устойчивость к гербициду Roundup производства той же компании, содержащему в качестве активного ингредиента глифосат. Многие американские фермеры решились использовать модифицированные соевые бобы, поскольку это обещало существенное снижение затрат благодаря тому, что система использования ГМ сои вместе с гербицидом Roundup была проще в применении, чем обычно используемый сложный режим распыления гербицидов. Кроме того, предполагалось, что при выращивании ГМ соевых бобов потребуется меньшее количество гербицидов (Benbrook, 2003). При этом Monsanto запатентовала как гербицид, так и ГМ семена с целью продажи ГМ сои и гербицида Roundup в «одном флаконе».

При появлении этого «2 в 1 флаконе» Monsanto заявляла, что уникальный механизм действия Roundup делает появление устойчивых сорняков маловероятным (Bradshaw et al., 1997). Однако вскоре после этого устойчивость к гербициду Roundup была обнаружена у однолетнего райграса (*Lolium rigidum* (Gaudin) Weiss ex Nyman) в Австралии (Powles et al., 1998). Позже устойчивость к глифосату у райграса была зафиксирована в Калифорнии (Simarmata et al., 2003), у сорняка *Eleusine indica* (L.) Gaertn. – в Малайзии (Baerson et al., 2002), у итальянского райграса (*Lolium multiflorum* Lam.) – в Чили (Perez, Kogan, 2003), и ворсистого мелколепестника (*Coniza bonariensis* (L.) Cronquist) – в Южной Африке (International Survey, 2014). Но наиболее часто этот феномен обнаруживался у мелколепестника канадского в самих США (Van Gessel, 2001). К лету 2003 года устойчивость к глифосату у мелколепестника канадского была обнаружена в девяти штатах США (International Survey, 2014). В том же году появились данные о том, что использование глифосата на протяжении одного года провоцирует рост гриба фузариума на посевах пшеницы, выращиваемых на том же поле на следующий год (Coghlan, 2003). Та же проблема выявлена и для сои. Как оказалось, глифосат является фактором увеличения темпов роста грибных поражений растений. В попытке борьбы с заболеваниями, вызываемыми *Fusarium,* Monsanto продает свои новые семена сои, устойчивые к гербициду Roundup, с патентованным фунгицидным и инсектицидным покрытием (Мир теплиц, 2013). Иными словами, Monsanto создала проблему грибного поражения ГМ сортов, а потом получила финансовую прибыль от «решения» этой проблемы техно-исправлением. Очевидно, что такая

деятельность выгодна транснациональным биотехнологическим компаниям-продуцентам ГМО, но наносит вред фермерам, потребителям и окружающей среде.

Применение глифосата Roundup для обработки посевов ГМ сои, как оказалось, может ингибировать как рост корневой системы, так и фиксацию азота, особенно в условиях дефицита воды (King et al., 2001). Растения ГМ сои содержат трансген, обусловливающий устойчивость растения к глифосату. Однако азотфиксирующая бактерия *Bradyrhizobium japonicum*, фиксирующая в клубеньках корней необходимый для растения азот из атмосферы, не содержит генно-инженерной вставки и является чувствительной к действию глифосата. Глифосат не подвергается быстрой деградации в клетках растения и концентрируется в «метаболических сточных колодцах» – молодых корнях, а также развивающихся и зрелых клубеньках, где замедляет фиксацию азота. Так, были зарегистрированы различия в чувствительности к глифосату среди растений ГМ сои с уменьшением биомассы в ответ на применение глифосата от 0 до 30% для наиболее устойчивых и наиболее чувствительных особей в течение 40 дней после воздействия (King et al., 2001). Это свидетельствует о том, что биотехнологическими компаниями полностью игнорируются сложные растительно-микробные взаимодействия, происходящие в почве при возделывании ГМ сои.

Заключение

Таким образом, принимая во внимание все вышеизложенное, можно сказать, что на настоящий момент генная инженерия, применяемая транснациональными биотехнологическими компаниями для создания коммерческих генно-инженерно-модифицированных сортов, преимущественно используется для продолжения ведения интенсивного сельского хозяйства. Промышленный импорт ГМ соевых бобов в регионы, являющиеся центрами происхождения и разнообразия сои, несет с собой опасность генетической контаминации ценного биологического разнообразия этой культуры. Широкое использование глифосата Roundup, по всей видимости, также имеет неблагоприятные последствия для (агро)биоразнообразия, включая сложные растительно-микробные взаимодействия в почве. После высвобождения в окружающую среду ГМ организмы не могут быть удалены из нее, поскольку обладают способностью к воспроизводству и распространению, как и любые иные биологические организмы. Исходя из этого, можно заключить, что проблематичность широкого распространения генетически модифицированных растений требует глубокого осмысления этого процесса на основе разработки соответствующих критериев потенциального риска, базирующихся на общебиологических закономерностях, интеграции с другими областями знаний и, наконец, выбора оптимальных возможностей распространения конечного продукта. Главная трудность на сегодня заключается в том, что мы пока не в силах точно спрогнозировать не только все последствия широкого

использования ГМ сортов растений в долговременной перспективе, но и потенциальный риск в обозримом будущем. То, что генетическая инженерия позволяет обеспечить «гибридизацию без границ», вовсе не дает право для безграничных фантазий, выдаваемых нередко в качестве панацеи, позволяющей избавить современную цивилизацию от всех природных, экономических и социальных бед (Жученко, 2003). Следовательно, должно быть построено соответствующее древо логически связанных проблем, которые необходимо свести к уже известным составляющим или, по крайней мере, использовать соответствующие модели. Разумеется, это вовсе не означает игнорирование мнения общественности. И все же поставить критические вопросы по обсуждаемой проблеме использования ГМО, в том числе и экологической могут только ученые (Жученко, 2003, 2009).

Литература

Жученко А. А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реалии) // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 1. С. 3–33.

Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М.: Изд-во Агрорус, 2009. Т. 2. С. 458–480.

Проблемы безопасного питания // Мир теплиц. 2013. №5. С. 13–16.

Тихонов А. В., *Мороховец В. Н.* и др. Изучение безопасности и возможности сосуществования ГМ и традиционной сои в естественных условиях юга Дальнего Востока РФ // Материалы X Молодежной научной конференции "Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии". Москва, 2010. С. 45–47.

Чесноков Ю. В. Аллергены и генетическая трансформация растений // Сельскохозяйственная биология. 2004. № 3. С. 33–41.

Чесноков Ю. В. Генно-инженерные манипуляции у растений и их естественная основа. СПб.: ВИР, 2007. 80 с.

Чесноков Ю. В. ГМО и генетические ресурсы растений: экологическая и агротехническая безопасность // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2011. Т. 15, № 4. С. 818–827.

Baerson S. R., *Rosriguez D. J.* et al. Glyphosate-resistant goosegrass. Identification of a mutation in the target enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase // Plant Physiol. 2002. V.129. P. 1265–1275.

Benbrook C. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: the first eight years. // AgBioTech InfoNet Technical Paper Number 6. 2003. http://www.biotech-info.net/troubledtimesfinal-exsum.pdf.

Bradshaw L. D., *Padgette S. R.* et al. Perspectives on glyphosate resistance // Weed technol. 1997. V.11. P. 189–198.

Coghlan A. Splitting headache. Monsato's modified soya beans are cracking up in the heat // New Scient. 1999. V.20. P. 25.

Coghlan A. Weedkiller may encourage blight // New Scient. 16th August 2003. P. 6

Crawley M. The day of the triffids // New Scient. 1996. V.6. P. 40-41.

James C. Global status of commercialized Biotech/GM crops: 2013. ISAAA Brief № 46. ISAAA: Ithaca, 2013. 20 p.

International Survey of Herbicide Resistant Weeds. 2014. [сайт] URL: http:// www.weedscience.org/Case/Case.asp?ResistID=5192 (дата обращения 13.07.2014)

King C. A., *Purcell L. C.*, *Vories E. D*. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications // Agron. 2001. V.93. P. 179-186.

Monsanto Company. Updated molecular characterization and safety assessment of Roundup Ready soybean event 40-3-2. Monsanto Report. Product Safety Centre. 2000.

Monsanto Company. DNA sequences flanking the 3´end of the functional insert in Roundup Ready soybean event 40-3-2. 2002a. [сайт] URL: http//www.food.gov.uk/ multimedia/webpage/72699. (дата обращения 13.07.2014)

Monsanto Company. Transcript analysis of the sequence flanking the 3´end of the functional in Roundup Ready soybean event 40-3-2. 2002b. [сайт] URl: http//www.food.gov.uk/multimedia/webpage/72699 (дата обращения: 13.07.2014)

Monsanto Company. Additional characterization and safety assessment of the DNA sequences flanking the 3´end of the functional insert in Roundup Ready soybean event 40-3-2. 2002c. [сайт] URL: http://www.foodstandarts.gov.uk/ multimedia/ pdfs/ RRSsafetysummary.pdf (дата обращения: 13.07.2014)

Nakayama Y., *Yamaguchi H.* Natural hybridization in wild soybean (*Glycine max* ssp. *soja*) by pollen flow from cultivated soybean (*Glycine max* ssp. *max*) in a designed population // Weed Biol. Manag. 2002. V.2. P. 25–30.

Padgette S. R., *Kolacz K. H.* et al. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line // Crop Science. 1995. V.35. P. 1451–1461

Padgette S., *Re D. B.* et al. New weed control opportunities: Development of soybeans with a Roundup Ready gene. In: Herbicide-Resistant Crops. Agricultural, Economic, Regulatory and Thechnical Acpects. Duke S.O. (ed.). CRC Lewis Publishers. 1996. P. 53–58.

Perez A., *Kogan M*. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards // Weed Res. 2003. V. 43. P. 12–19.

Powles S. B., *Lorraine-Colwill D. F.* et al. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia // Weed Sci. 1998. V. 46. P. 604–607.

Simarmata M., *Kaufmann J. E.*, *Penner D*. Potential basis of glyphosate resistance in California rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) // Weed Sci. 2003. V.51. P. 678–682.

Van Gessel M. J. Glyphosate-resistant horseweed from Delaware // Weed Sci. 2001. V. 49. P. 703–705.

Windels P., *Taverniers I.* et al. Characterization of the Roundup Ready soybean insert // European Food Research Technology. 2001. V. 213. P. 107–112.

УДК 635.651: 577.2: 575.17

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ISSR-АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА LATHYRUS L.

Бурляева М. О.
Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail:m.burlyaeva@vir.nw.ru

Резюме

Проведен анализ молекулярно-генетической гетерогенности 72 образцов представителей родов *Lathyrus* L., *Vicia* L., *Pisum* L., *Lens* Mill. из коллекции ВИР. ISSR маркеры выявили высокий уровень меж- и внутривидового полиморфизма генома. Получен целый ряд данных, подтверждающих видовой/родовой статус образцов, имеющих спорное таксономическое положение. Подтверждена необоснованность включения в секцию *Lathyrus* видов секции *Cicercula* (Medik.) Gren et Godr. Доказана самостоятельность видов *Lathyrus clymenum* L. и *L. articulatus* L. Обнаружена близость оробоидного вида *Vicia unijuga* A. Br. как с видами чин, так и вик, что свидетельствует о его промежуточном положении между родами *Lathyrus* и *Vicia*.

Ключевые слова: *Lathyrus*, *Pisum*, *Vicia*, *Lens*, ISSR анализ.

USING ISSR MARKERS FOR THE EVALUATION OF GENETIC POLYMORPHISM AND TAXONOMIC RELATIONS OF THE GENUS *LATHYRUS* L. REPRESENTATIVES

M. O. Burlyaeva
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
St. Petersburg, Russia, e-mail: m.burlyaeva@vir.nw.ru

Summary

Molecular heterogeneity was studied in 72 accessions of *Lathyrus* L., *Vicia* L., *Pisum* L., *Lens* Mill. from the collection of Vavilov institute by using ISSR markers. The study revealed a high level of inter- and intrageneric polymorphism. New data proving specific generic status of accessions with disputable taxonomic position have been obtained. It was proved the baselessness of including the species from the section *Cicercula* (Medik.) Gren et Godr. into the section *Lathyrus*. The independence of spp. *Lathyrus clymenum* L. and *L. articulatus* L. has been proved. The closeness of oroboid species *Vicia unijuga* A. Br. with both *Vicia* and *Lathyrus* has been revealed.

Key words: *Lathyrus*, *Pisum*, *Vicia*, *Lens*, ISSR markers.

Введение

Оценка генетического разнообразия и идентификация образцов является одним из самых важных условий хранения и рационального использования коллекций культурных и дикорастущих видов растений[1].

Коллекция чины, хранящаяся в ВИР им. Н. И. Вавилова включает 56 видов, представленных 2062 образцами. При работе с коллекций, содержащей такое большое количество видов, необходимо иметь четкое представление о таксономической принадлежности образцов. Однако в современных системах рода *Lathyrus* L. существует много спорных вопросов по классификации видов, разные взгляды на объемы видов и секций. В результате очень часто определение вида по ключам, созданным на основе морфологических признаков, практически невозможно осуществить.

В настоящее время существует несколько точек зрения как на структуру рода *Lathyrus*, так и на его объем и внутриродовую классификацию (Kupicha, 1976, 1983; Станкевич, 1999). F. Kupicha (1983) выделяет 13 секций *Lathyrus*: *Orobus* (L.) Gren. et Godr., *Lathyrostylis* (Griseb.) Bässler, *Pratensis* Bässler, *Neurolobus* Bässler, *Orobon* Tamamshjan, *Orobastrum* Boiss., *Viciopsis* Kupicha, *Linearicarpus* Kupicha, *Lathyrus* L., *Aphaca* (Miller) Dumort., *Nissolia* (Miller) Dumort., *Clymenum* (Miller) DC., *Notolathyrus* Kupicha. Многие исследователи некоторым секциям рода *Lathyrus* присваивают ранг самостоятельных родов: *Orobus* L., *Ochrus* L. (Bronn, 1822), *Nissolia*, *Aphaca* (Adanson, 1763), *Clymenum* Mill. (Чефранова,1987; Станкевич, 1999). Усложняют классификацию в роде так называемые оробоидные виды, сочетающие в себе признаки *Vicia* L. и *Lathyrus*.

В современных работах, направленных на уточнение классификаций F. Kupicha (1983) и А.К. Станкевич (1999), также приводятся противоречивые данные. Так, анализ хлоропластной ДНК выявил близость видов секции *Orobus* и видов секции *Notolathyrus* из Северной Америки и сходство видов монотипных секций *Orobon* и *Orobastrum* с видами секции *Lathyrus* (Asmussen, Liston, 1998). Авторы включили виды секции *Notolathyrus* в секцию *Orobus* и предложили либо разделить секцию *Lathyrus* на три небольших секции *Orobon*, *Lathyrus*, *Orobastrum,* либо расширить эту секцию за счет включения в ее состав секций *Orobastrum* и *Orobon.* Кроме того, авторы признают самостоятельный статус секции *Cicercula* (Medik.) Gren et Godr. AFLP анализ видов секции *Lathyrus* показал, что разделение этого таксона на ряд секций неправомерно, и все виды, входящие в нее, имеют монофилитическое происхождение (Badr et al., 2002). То же показала оценка молекулярного полиморфизма внутренних транскрибируемых спейсеров рибосомальной РНК и хлоропластной ДНК (Keiser et al., 2005). M. Leht (2009) проанализировавшая 47 видов по 210 морфологическим признакам, считает необходимым признать

[1] Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 06-04-48869-а, 09-04-00574-а.

самостоятельность секции *Cicercula,* а *Lathyrus roceus* Steven (секция *Orobon*) относит к *Orobus* и т. д. Следует заметить, что такие разнородные результаты могли быть получены из-за привлечения в исследования разных наборов видов. Таким образом, в настоящее время в мире нет ни одного современного исследования, в котором были бы изучены все представители рода.

Однако изучение генетического разнообразия и генетических взаимоотношений при помощи молекулярных маркеров существенно облегчает работу по идентификации образцов, помогает при определении видов. Для осуществления таких задач используют разные методы – RFLP, AFLP, SSR, ISSR, RAPD и др. Изучение полиморфизма генома и уровня генетических взаимоотношений посредством ISSR анализа успешно проводилось при исследованиях генофондов различных видов растений (Глазко и др., 1999; Орловская и др., 2012, Бобошина и др., 2013).

В связи с этим целью настоящей работы стало уточнение существующих систем рода и определение таксономического статуса спорных видов. В задачи исследования входило изучение молекулярно-генетической гетерогенности видов *Lathyrus*, идентификация и паспортизация образцов из коллекции чины ВИР посредством ISSR маркирования.

Материалы и методы

Для определения уровня геномного полиморфизма представителей рода *Lathyrus* и для выяснения его секционной дифференциации было проведено ISSR маркирование 72 образцов 44 видов, принадлежащих к секциям *Aphaca*, *Nissolia*, *Eulathyrus* Ser., *Cicercula*, *Orobastrum*, *Pratensis*, *Linearicarpus*, *Clymenum*, *Orobus*, и проблематичного вида *Vicia unijuga* A. Br. (*Orobus lathyroides* L.), относящегося по разным классификациям к различным таксонам. Кроме того, в изучение были включены представители основных родов трибы *Vicieae* Bronn: 8 видов *Vicia*, 1 вид *Lens* Mill., 2 вида *Pisum* L. Исследовали образцы с известными морфологическими характеристиками, представляющие наибольшее разнообразие типов видов и из разных частей ареалов (табл. 1).

Проращивание семян осуществляли на фильтровальной бумаге в термостате при температуре 24°С. Выделение ДНК проводили с помощью К-ацетатного метода, предложенного Edvards и др. (1991). ПЦР-реакцию проводили в соответствии с протоколом для ISSR анализов бобовых культур. Реакционная смесь для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) объемом 25 мкл содержала 50 нг геномной ДНК, 2,5 мкл 10×буфера, 1 мкл 2,5 мМ раствора дезоксинуклеотидов, 0,2 мкл Tag-полимеразы (5 ед/мкл), 1,2 мкл праймера (10 рМ/мкл). ПЦР осуществляли в амплификаторе Teche (США) в следующих условиях: цикл 1–5 мин. при 94°С; циклы 2–38–30 сек. при 94°С, 45 сек. при разной температуре (табл. 2), 50 сек. при 72°С; цикл 39–10 мин. при 72°С. Продукты реакции разделяли электрофорезом в 1,8% агарозном геле в 1×ТАЕ буфере с добавлением этидиум бромида и документировали с помощью

Transilluminator UVP Bio Doc-It™ Imaging System модель M-20. Размеры амплифицированных фрагменов определяли при использовании в качестве маркера 1 kb SmartLader 1700-02 (Нидерланды).

Таблица 1. Список изученных видов родов *Lathyrus, Pisum, Lens, Vicia*

№	Название вида	Происхождение образца
	Род *Lathyrus* L.	
	Секция *Orobus* (L.) Gren et Godr. [2]	
1.	*Lathyrus gmelinii* Fritsch [2]	Россия (Алтай)
2.	*L. japonicus* Willd. [2]	Канада
3.	*L. palustris* L.[2]	Россия (Карелия)
4.	*L. linifolius* (Reichard) Bässler[2]	Германия, Норвегия
5.	*L. pisiformis* L. [2]	Россия (Алтай, Куйбышевская обл.)
6.	*L. vernus* (L.) Bernh. [2]	Германия, Финляндия
	Секция *Pratensis* Bässler	
7.	*Lathyrus pratensis* L.	Канада, Франция, Италия, Финляндия, Казахстан, Закарпатье, Россия (Карелия, Ленинградская обл., Тюменская обл., Омская обл., Екатеринбургская обл., Архангельская обл., Алтай, Краснодарский край)
	Секция *Linearicarpus* Kupicha	
8.	*Lathyrus angulatus* L.	Португалия
9.	*L. inconspicuus* L.	Иран, Сирия, Туркмения, Узбекистан, Армения, Грузия, Чехословакия
10.	*L. sphaericus* Retz.	Италия, Чехословакия, Турция
	Секция *Lathyrus*	
11.	*Lathyrus. annuus* L.[4]	Израиль, Палестина, Сирия, Турция, Иран, Германия
12.	*L. cassius* Boiss. [4]	Сирия, Ирак
13.	*L. chloranthus* Boiss. [4]	Иран, Армения, США
14.	*L. cicera* L. [4]	Сирия, Алжир, Греция, Австралия
15.	*L. ciliolatus* Rech. F. [4]	Сирия
16.	*L. gorgoni* Parl. [4]	Сирия, Турция
17.	*L. hierosolymitanus* Boiss. [4]	Сирия
18.	*L. hirsutus* L. [4]	Австралия, Чехословакия, Франция, Россия (Ставропольский кр.), Азербайджан, Туркмения
19.	*L. latifolius* L.	США, Германия, Швейцария, Италия, Венгрия, Россия (Краснодарский кр.), Англия, Закарпатье
20.	*L. odoratus* L. [4]	США, Голландия
21.	*L. pseudo-cicera* Pampan. [4]	Австралия, Иордания
22.	*L. rotundifolius* Willd.	Германия
23.	*L. sativus* L. [4]	Италия, Испания, о. Кипр, Эфиопия, Алжир, Малая Азия, Сирия, Иран, Грузия, Памир, Индия, Россия (Куйбышевская обл.), Украина, Германия, Аргентина

окончание таблицы 1

24.	*L. sylvestris* L.	Франция, Венгрия, Карпаты, Германия, Норвегия, Бельгия, Финляндия, Россия (Ленинградская обл., Псковская обл.), Азербайджан, Корея
25.	*L. tingitanus* L. [4]	Австралия, Эквадор, Португалия, Польша, Чехословакия
26.	*L. tuberosus* L.	Армения, Россия (Краснодарский кр., Алтай, Новосибирская обл.), Грузия, Германия
Секция *Orobastrum* Boiss.		
27.	*Lathyrus setifolius* L.	Турция
Секция *Aphaca* (Miller) Dumort.		
28.	*Lathyrus aphaca* L.	Индия, Пакистан, Афганистан, Азербайджан, Россия (Краснодарский кр.), Грузия, Армения, Туркмения, Израиль, Палестина, Швейцария, Англия, Бельгия, Уругвай
Секция *Nissolia* (Miller) Dumort.		
29.	*Lathyrus nissolia* L.	Австралия, Португалия, Венгрия, Швейцария, Норвегия
Секция *Clymenum* (Miller) DC.[2]		
30.	*Lathyrus articulatus* L. [2]	Австралия, Венгрия, Португалия, о. Крит, Марокко
31.	*L. clymenum* L. [2]	Австралия, Германия, Чехословакия, Португалия, Греция, Болгария, о. Крит
32.	*L. gloeospermus* Warb. et Eig. [2]	Сирия
33.	*L. ochrus* L. [2]	Австралия, Португалия, Греция, Турция, Англия
Род *Pisum* L.		
34.	*Pisum elatius* Steven ex M. Bieb.	-
35.	*P. sativum* L.	Памир, Манчжурия, Африка, Дания, Египет, Армения
Род *Lens* Mill.		
36.	*Lens culinaris* Medik.	Россия (Воронежская обл., Пензенская обл.)
Род *Vicia* L.		
37.	*Vicia ervilia* Willd.[3]	Украина
38.	*V. narbonensis* L. [3]	Алжир
39.	*V. faba* L.[3]	Россия
40.	*V. hirsuta* (L.) Gray[3]	Португалия
41.	*V. peregrina* L.	Азербайджан
42.	*V. sativa* L.	Россия (Московская обл.)
43.	*V. villosa* Roth	Россия (Тамбовская обл.)
44.	*V. unijuga* A. Br.[3]	Россия (Новосибирская обл.)

[1] Виды представлены в соответствии с системой трибы *Vicieae* F. K. Kupicha (1976, 1983), кроме *Lathyrus articulatus*, включенного данным автором в *Lathyrus clymenum* L.
[2] Виды секций *Orobus* (L.) Gren et Godr. и *Clymenum* (Miller) DC. рода *Lathyrus* по классификации А. К. Станкевич (Станкевич, Репьев, 1999) относятся соответственно к роду *Orobus* L. и роду *Clymenum* Mill.
[3] По классификации Станкевич (Станкевич, Репьев, 1999) *Vicia narbonensis* L. принадлежит к роду *Bona* Medik., *Vicia faba* – к роду *Faba* Mill., *Vicia hirsuta* – к роду *Ervum* L., *Vicia ervilia* – к роду *Ervilia* (L.) Medik., *Vicia unijuga* A. Br. – к роду *Orobus.*
[4] Виды секции *Cicercula* (Medik.) Gren et Godr. в системе F. K. Kupicha (1983), принадлежащие к секции *Lathyrus* (*Eulathyrus* Ser.)

Таблица 2. Температура отжига и последовательности ISSR-праймеров

№	ISSR праймер	Последовательность праймера	Температура отжига, °C
1	M1	$(AC)_8$ CG	60
2	M2	$(AC)_8$ (C/T) G	60
3	M3	$(GA)_8$(C/T) C	60
4	M4	$(AG)_8$(C/T) C	58
5	M5	$(AT)_8$	34
6	M6	$(CAC)_5$	59
7	M7	$(CAG)_5$	59
8	M8	$(GTG)_5$	60
9	M9	$(GACAC)_4$	65
10	M10	$(CA)_6$ (A/G) G	48
11	M11	$(CA)_6$ (A/G)	43
12	M12	$(CA)_6$ (A/G) (C/T)	49
13	M13	$(AGC)_4$ (C/T)	48
14	M14	$(GACA)_4$	54

Статистический анализ включал составление бинарных матриц по каждому из праймеров, в которых отмечалось «присутствие» (1) или «отсутствие» (0) фрагменов с одинаковой молекулярной массой на электрофореграмме. Каждый фрагмент рассматривался как отдельный генетический локус. Характер и степень ISSR изменчивости анализировали в отношении праймера, образца, вида, секции. На основании суммарной матрицы ISSR спектров с помощью компьютерного программного пакета NTSYSpc 2.02 и были определены генетические дистанции между исследуемыми образцами. Для построения дендрограммы, демонстрирующей филогенетические отношения между изучаемыми видами трибы, применили метод невзвешенного парно-группового кластерного анализа с арифметическим усреднением (UPGMA) с использованием программы TREECON.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного ISSR маркирования представителей рода *Lathyrus* был выявлен значительный уровень межвидового и внутривидового полиморфизма, как и в предшествующих исследованиях авторов, осуществленных посредством RAPD и ITS маркирования (Рыжова и др., 2007; Вишнякова и др., 2008). Для каждого из анализируемых образцов были идентифицированы индивидуальные спектры. Всего было выявлено 470 полиморфных фрагментов, их размер варьировался от 250 до 3100 н.п. Число суммарных зон, полученных при амплификации всех изученных видов с каждым из праймеров, изменялось от 27 до 67. Исследуемые образцы также сильно различались и по числу уникальных ампликонов. В итоге проведенного

ISSR анализа генома видов трибы виковых были выявлены молекулярные маркеры для: секции *Clymenum* – $M12_{920}$, видов *Lathyrus sativus* и *L. cicera* – $M1_{1250}$, видов *L. annuus* и *L. hierosolymitanus* – ($M1_{1000}$, $M12_{2000}$), видов – *Vicia narbonensis*, *V. faba*, *Lens culinaris* – $M1_{550}$, *Lathyrus gloeospermus* ($M1_{600}$), *L. odoratus* – ($M1_{1410}$) и др.

Для установления степени сходства и различия между видами и секциями рода *Lathyrus* на основании анализа 470 полиморфных фрагментов была построена единая обобщающая дендрограмма (рисунок).

Изученные виды разделились на несколько клад, причем в одной из них сгруппировались представители родов *Vicia*, *Pisum*, *Lens* и секции *Orobus* рода *Lathyrus*, в другой – виды, принадлежащие к остальным секциям рода *Lathyrus* (из секций *Cicercula*, *Linearicarpus*, *Eulathyrus*, *Orobastrum*). *L. palustris* из секции *Orobus* и оробоидный вид вики *Vicia unijuga* образовали самостоятельные ветви.

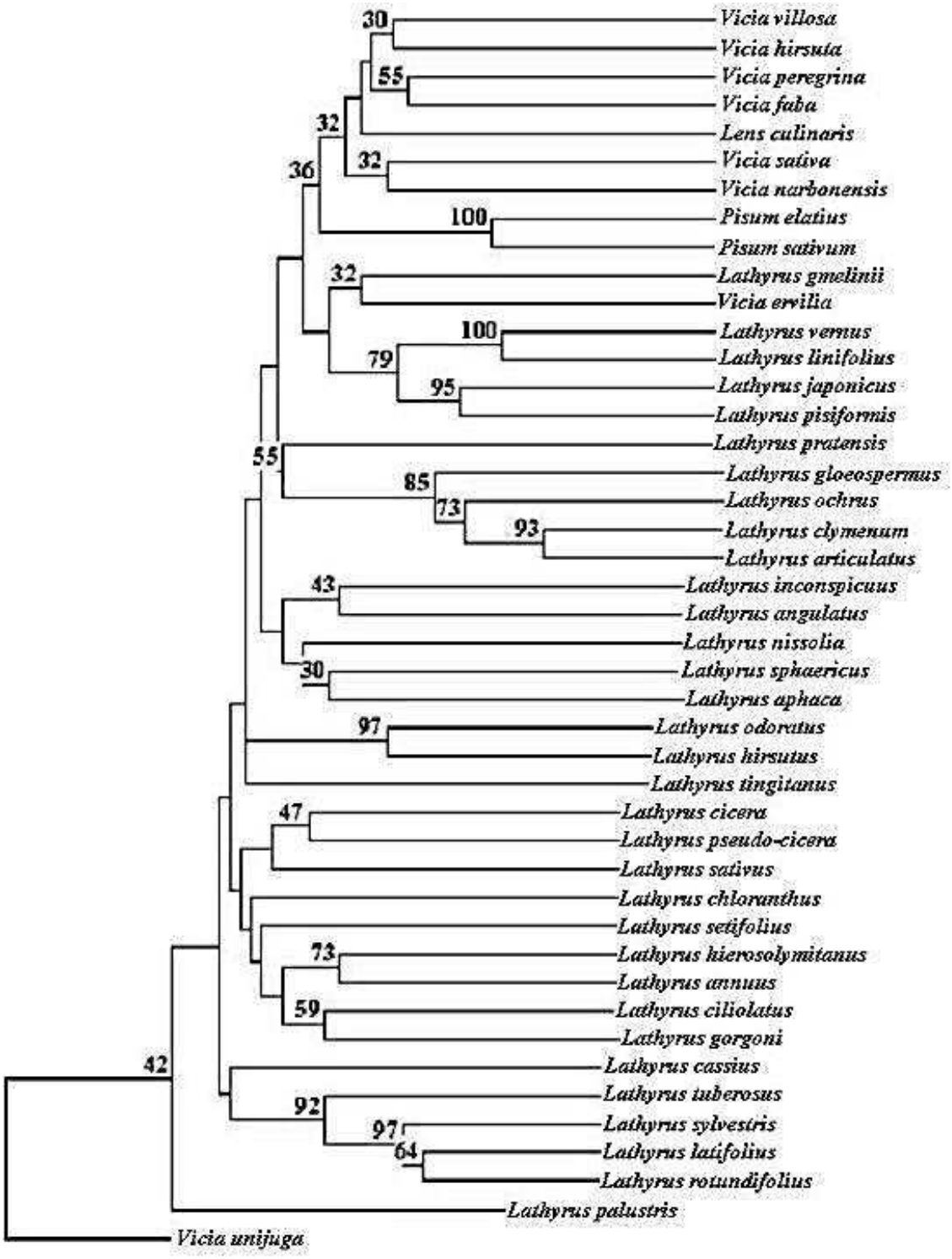
Виды секции *Clymenum* (*Lathyrus ochrus*, *L. clymenum*, *L. articulatus*, *L. gloeospermus*) сформировали кладу с индексом бутстрепа (ИБ), равным 85%. Нужно отметить, что данные виды также достаточно четко отличаются от остальных видов рода и по морфологическим признакам, в частности, наличием филлодиев и строением столбика пестика.

Виды секции *Linearicarpus* – *L. angulatus*, *L. sphaericus*, *L. inconspicuus* и виды монотипных секций *Aphaca*, *Nissolia* на дендрограмме разделились на несколько самостоятельных ветвей, родственных видам секции *Clymenum.*

Представители секции *Eulathyrus* (*L. sylvestris*, *L. latifolius*, *L. rotundifolius*, *L. tuberosus*) объединились с достаточно высоким ИБ (92%) и не образовали единой субклады с видами секции *Cicercula*. Результаты сравнительного ISSR маркирования этих видов согласовались с данными, полученными нами при проведении RAPD анализа, и выявили существенную разницу между геномами представителей секций *Cicercula* и *Eulathyrus.* Тем самым, подтвердив необоснованность их объединения в одну секцию *Lathyrus* в системе рода Kupicha (1983).

L. setifolius – один из самых спорных видов с точки зрения классификации в роде *Lathyrus.* В системах рода Boissier (1872), Федченко (1948), Чефрановой (1971) и Kupicha (1983) он принадлежит к секции *Orobastrum.* В поздней классификации Чефрановой (1987) этот вид отнесен к подроду *Cicercula* (Medic.) Czefr. секции *Setifolii* Czefr. В наших исследованиях он близок к видам секции *Cicercula*.

Изучение 12 видов секции *Cicercula* выявило значительный межвидовой полиморфизм у представителей данных таксонов. На дендрограмме образцы секции разделились на несколько субклад. В одной объединились виды *Lathyrus sativus*, *L. cicera*, *L. pseudocicera*, *L. hierosolymitanus*, *L. chloranthus*, *L. annuus*, *L. ciliolatus* и *L. gorgoni*, в другой – *L. tingitanus*, *L. hirsutus* и *L. odoratus.* Формирование общих ветвей показывает большую близость между данными видами. *L. cassius* оказалась ближе к секции *Eulathyrus.*



Дендрограмма, полученная на основе сравнительного анализа 470 полиморфных амплифицированных ISSR фрагментов 44 видов рода *Lathyrus* L. и других видов трибы *Vicieae* (Adans.) Bronn

Интересно отметить тот факт, что ветвь, сформированная видами рода *Pisum*, занимает промежуточное положение между кладами *Lathyrus* и *Vicia.*

Lens culinaris (род *Lens*) образует самостоятельную ветвь, но располагается рядом с видами рода *Vicia.*

Два вида рода *Pisum* – *P. sativum* и *P. elatius* – имеют 100%-ную будстреп поддержку, что свидетельствует о принадлежности их к одному виду и не оправдывает выделение *P. elatius*. в самостоятельный вид (Макашева, 1979), как это предлагается в некоторых системах (Говоров, 1937; Федотов, 1960).

Большая часть включенных в исследования оробоидных чин (*Lathyrus linifolius*, *L. vernus*, *L. pisiformis*, *L. japonicus*) объединяются с бутстреп поддержкой 79% в одной кладе. Близка к данной группе видов и ветвь оробоидной чины *L. gmelinii.* Оробоидная вика (*Vicia unijuga*) формирует самостоятельную кладу, располагающуюся рядом с чинами. Полученные данные свидетельствуют о том, что виды, принадлежавшие ранее к роду *Orobus,* должны иметь самостоятельный статус. Но в настоящее время невозможно сказать, насколько правомерно их объединение в один таксон (род *Orobus*). Для решения этого вопроса необходимо дальнейшее изучение этой спорной группы видов.

Следует отметить, что *Vicia ervilia* – секция *Ervilia* (Link) W. Koch, принадлежащая к подроду *Vicilla* (Schur) Rouy in Rouy et Fouc. по Kupicha (1983), была ближе к оробоидным чинам, чем к роду *Vicia*, что говорит об ее отличии от других видов вики, самостоятельности и возможности присвоения ей ранга более высокого уровня – рода *Ervilia* (L.) Medik., как это было предложено Станкевич А. К. (1999) в системе трибы *Vicieae* (Adans.) Bronn. В то же время, нужно заметить достаточно обособленное расположение на кладограмме всех видов *Vicia*.

Заключение

В результате проведенного сравнительного ISSR маркирования был установлен высокий уровень генетического разнообразия для большинства таксонов рода чина и прояснен ряд спорных вопросов таксономии рода *Lathyrus.* Выявлена существенная разница между геномами представителей секций *Cicercula* и *Eulathyrus*, а также между секциями *Clymenum*, *Orobus* и родом *Lathyrus*, что не согласуется с объединением этих родов в один род *Lathyrus* в системе рода Kupicha (1983). Выявлена неправомерность включения секции *Pratensis* Bässler в секцию *Orobus* в системе Чефрановой (1971,1987). Доказаны самостоятельность *Lathyrus articulatus* и неправомерность его объединения с видом *L. clymenum* (в системе рода Kupicha, 1983). Обнаружена близость оробоидного вида *Vicia unijuga* A. Br. как с видами чин, так и вик, что свидетельствует о его промежуточном положении между родами *Lathyrus* и *Vicia*. В целом результаты исследования свидетельствуют, что в настоящее время в роде *Lathyrus* объединен комплекс родственных видов, развитие которых шло параллельно в зависимости от ареала и экологических условий.

Таким образом, в итоге ISSR маркирования были уточнены данные, полученные нами при проведении RAPD анализа и исследовании

морфологических признаков растений (Вишнякова и др., 2008). Молекулярное изучение генома видов родов *Lathyrus*, *Vicia*, *Pisum*, *Lens* не подтвердило ни одну из существующих в настоящее время классификаций. Систематика родов *Vicia* и *Lathyrus* нуждается в пересмотре, требуется уточнение объема данных родов. Необходимо выделение видов секции *Clymenum* из рода *Lathyrus*, оробоидных видов из родов чина и вика и дальнейшее изучение их представителей для установления достоверных филогенетических связей между этими таксонами.

Литература

Бобошина И. В., *Боронникова С. В*. Идентификация перспективных для Урала сортов пшеницы мягкой с использованием межмикросателлитного анализа полиморфизма ДНК // Фундаментальные исследования. 2013. № 6 (1). С. 92–97.

Вишнякова М. А., *Бурляева М О*, *Н.В.Алпатьева Н. В.*, *Чесноков Ю. В*. RAPD-анализ видового полиморфизма рода Чина (*Lathyrus* L.) сем. *Fabaceae* Lindl. // Информационный вестник ВОГИС. 2008. Т. 12, № 4. С. 595–607.

Глазко В. И., *Дубинин А. В.*, *Календарь З. Н.*, *Глазко Г. В.*, *Шерепитко В. И.*, *Созинов А. А*. Генетические взаимоотношения между сортами сои, оцененные с использованием ISSR-маркеров // Цитология и генетика. 1999. Т. 33. № 5. С. 47–51.

Говоров Л. И. Горох. // В кн. «Культурная флора СССР». М.–Л., 1937. Т. 4. С. 229–336.

Макашева Р. Х. Культурная флора. Горох. Л., 1979. 324 с.

Орловская О. А., *Корень Л. В.*, *Хотылева Л. В.* Оценка генетического полиморфизма образцов яровой тритикале (× *Triticosecale* Wittmack) посредством RAPD- и ISSR-маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 279–284.

Рыжова Н. Н., *Бурляева М. О.*, *Кочиева Е. А.*, *Вишнякова М. А.* Использование ITS последовательностей для оценки таксономических отношений у представителей трибы *Vicieae* (Adans.) Bronn сем. *Fabaceae* Lindl. // Экол. генетика. 2007. Т. V. Вып. 3. С. 5–14.

Станкевич А. К., *Репьев С. И.* Культурная флора. Вика. СПб.: ВИР, 1999. 490 с.

Федотов В. С. Горох. М. 1960. 259 с.

Федченко Б. А. Lathyrus L. // Флора СССР. М.–Л.: 1948. Т. 13. С. 479–520.

Чефранова З. В. Конспект системы рода *Lathyrus* L. // Новости сист. высш. раст. 1971. Т. 8. С. 191–201.

Чефранова З. В. Lathyrus L. // Флора европейской части СССР. Л., 1987. Т. 6. С. 147–170.

Adanson M. Familles des plantes. Paris, 1763. № 2. P. 331–332.

Asmussen C. B., *Liston A.* Chloroplast DNA characters, phylogeny and classification of *Lathyrus* (Fabaceae) // Amer. J. Bot. 1998. V. 85. P. 387–401.

Badr A., *El Shazly H.*, *El Rabey H.*, *Watson L. E.* Systematic relationships in *Lathyrus* sect. *Lathyrus* (Fabaceae) based on ampliphied fragment polymorphism (AFLP) data // Can. J. Bot. 2002. V. 80. P. 962–969.

Boissier E. Vicia L., *Lathyrus* L. // Flora Orientalis. Geneve, 1872. V. 2. P. 565–622.

Bronn H. G. De formis plantarum Leguminosarum primitivis et derivatis. Heidelbergae, 1822. P. 1–76.

Edward S. K., *Thompson J. C.* Simple and rapid method for the preparation of plant genomic DNA for PCR analysis // Nucleic Acids Res. 1991. V. 19. P. 1349.

Kenicer G. J., *Kajita T.*, *Pennington R. T.*, *Murata J*. Systematics and biogeography of *Lathyrus* (Leguminosae) based on internal transcribed spacer and cpDNA sequence data // Am. J. Bot. 2005. V. 97.P. 1199–1209.

Kupicha F. K. The infrageneric structure of *Vicia* // Notes R. Bot. Gard. Edinburg, Edinburg. 1976. V. 34. № 3. P. 287–326.

Kupicha F. K. The infrageneric structure of *Lathyrus* // Notes R. Bot. Gard. Edinburg, 1983. V. 41. P. 209–244.

ЭКСПЕДИЦИИ КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОПОЛНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ДИКИМИ РОДИЧАМИ
COLLECTING MISSIONS AS THE MOST EFFECTIVE METHOD TO REPLENISH THE COLLECTION WITH CROP WILD RELATIVES

УДК 635.65: 581.9: 582.736.3

ПОПОЛНЕНИЕ ГЕНОФОНДА ДИКИХ РОДИЧЕЙ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В КОЛЛЕКЦИИ ВИР КАК РЕЗУЛЬТАТ ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛА В 2008-2012 гг.

М. О. Бурляева, И. В. Сеферова, Т. В. Буравцева, С. В. Булынцев, Т. Г. Александрова, М. А Вишнякова
Всероссийский научно-исследовательский институт
растениеводства им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail:m.burlyaeva@vir.nw.ru

Резюме

В статье приведены результаты 14 экспедиций по сбору генетического разнообразия зерновых бобовых культур, проведенных в 2008–2013 гг. по территории РФ, Армении, Грузии и Китая. В итоге экспедиционных работ коллекции семян отдела пополнились 544 образцами представителей 62 видов. 25 видов из родов *Vicia* L. и *Lathyrus* L. привлечены в коллекцию впервые, многие из них являются эндемиками, третичными реликтами и встречаются в природе очень редко. Ряд собранных видов включен в государственную и региональные «Красные книги». Виды *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed., *Cicer minutum* Boiss. et Hohen., *Vicia macrantha* Jurtz. и *V. ohwiana* Hokokama были найдены в новых местообитаниях.

Ключевые слова: экспедиция, *Cicer*, *Phaseolus*, *Glycine*, *Lathyrus*, *Lupinus*, *Pisum*, *Vavilovia formosa*, *Vicia*, *Vigna.*

THE INCREASE OF GENETIC DIVERSITY OF WILD GRAIN LEGUME RELATIVES IN THE VIR COLLECTIONS AS A RESULT OF COLLECTING ACTIVITIES IN 2008-2012

M. O. Burlyaeva, I. V. Seferova, T. V. Buravtseva, S. V. Bulyntsev, T. G. Aleksandrova, M. A. Vishnyakova
N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry,
St. Petersburg, Russia, e-mail: m.burlyaeva@vir.nw.ru

Summary

The article presents the results of 14 expeditions that collected the crop genetic diversity of grain legumes in the Russian Federation, Armenia, Georgia and China in 2008-2013. These collecting missions added 544 seed accessions of 62 species to the collection of the department. The collected 25 species of *Vicia* L. and *Lathyrus* L. genera had been absent and entered the collection for the first time. Many of them are endemics and tertiary relicts, and occur very rarely in natural environments. A few collected species are listed in the Red Data Book of the Russian Federation and regional Red Lists. The species *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed., *Cicer minutum* Boiss. et Hohen., *Vicia macrantha* Jurtz. and *V. ohwiana* Hokokama were found in new habitats.

Key words: expedition, *Cicer*, *Phaseolus*, *Glycine*, *Lathyrus*, *Lupinus*, *Pisum, Vavilovia formosa*, *Vicia*, *Vigna.*

Введение

Участие сотрудников отдела генетических ресурсов зернобобовых культур в экспедициях стало традиционным. Особенно активно эта деятельность осуществлялась в 2008–2013 гг. Отчасти это объясняется тем, что четыре экспедиции проведены в этот период за счет грантов РФФИ, полученных отделом, а также участием в грантах РФФИ коллег из Ботанического института им. В. Л. Комарова. Другой фактор, определяющий экспедиционную активность сотрудников отдела – их высокая профессиональная квалификация и желание пополнить коллекции отсутствующими видами, местными сортами и селекционным материалом, что необходимо не только для пополнения сохраняемого в коллекции генетического разнообразия, но и для проведения фундаментальных исследований.

В период с 2008 по 2013 гг. 6 сотрудников отдела генетических ресурсов зерновых бобовых культур приняли участие в 14 экспедициях (табл. 1). География этих обследований очень широка: Северо-Запад и Северо-Восток Европейской части РФ, центральные регионы РФ, Северный Кавказ (Республика Адыгея, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Дагестан), Грузия, Армения, Средний и Южный Урал, Хабаровский и Приморский края, Северо-Восточный Китай. Сбор ГР зернобобовых был приоритетным не во всех этих экспедициях, тем не менее, из всех регионов был привезен интересный материал, заполнивший многие лакуны в коллекции зернобобовых. В общей сложности в коллекцию поступило 544 образца представителей 62 видов. Наибольший интерес представляют эндемичные виды и виды, включенные в региональные «Красные книги». Большой удачей была, к примеру, находка исчезающего реликтового эндемика Кавказа *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed., в настоящее время редко встречающегося в высокогорьях Восточного Кавказа. Интересной находкой в Дагестане был нут крошечный (*Cicer minutum* Boiss. et Hohen.) (Муртазалиев и др., 2012). В пределах России этот вид не находили с прошлого века, с тех пор как он был собран В. М. Примой впервые в 1970–1971 гг. (Прима, 1973).

Цель данной статьи – дать краткий обзор экспедиций 2008–2013 гг., в которых принимали непосредственное участие сотрудники отдела ГР зернобобовых культур, и проанализировать материал, поступивший в коллекцию отдела с обширной территории Российской Федерации и сопредельной территории Северо-Восточного Китая.

Результаты и их обсуждение

Суммарная протяженность маршрута, пройденного экспедициями с участием сотрудников отдела ГР зернобобовых культур, составила 41 800 км (табл. 1).

Таблица 1. Экспедиции по территории Российской Федерации и сопредельной территории Северо-Восточного Китая, в которых участвовали сотрудники отдела ГР зернобобовых культур в 2008-2013 гг.

№	Район экспедиции	Год	Руководитель, участники	Маршрут	Протяженность маршрута, км	Число собранных образцов ГР зерно-бобовых культур	Число собранных видов ГР зерно-бобовых культур
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Южный и Центральный Урал	2008	М. О. Бурляева, И. В. Сеферова (ВИР), С. И. Неуймин, П. В. Куликов, П. А. Мартюшов (Бот.сад УрО РАН)	Екатеринбург – Челябинск – Магнитогорск – Баймак – Уфа – Миасс – Ильменский заповедник – Таганайский национальный парк – Екатеринбург	2000	66	14
2	Южный Урал	2008	В.Ф. Чапурин, Т. В. Буравцева., Л. Л. Малышев, Н. В. Раковская, Д. Джонсон (США, Университет штата Юта), В. М. Кирьян (Украина, УОС ИР НААН)	Оренбург – Ишимбай – Белорецк – Магнитогорск – Южноуральск – Челябинск – Касли – Миасс – Златоуст – Сатки – Караидель – Бирск – Уфа	1500	35	10
3	Северный Кавказ	2009	В. А. Семенов (МОС ВИР), М. О. Бурляева, И. В. Сеферова, Л. В. Багмет (ВИР)	Лагонаки – Мостовской – Псебай – Зеленчукская – Карачаевск – Теберда – Джамагатское ущелье – Хурзук – Карачаевск – Пятигорск – Ессентуки – Баксан – Терскол	1500	57	19
4	Северо-Восток Европейской части РФ	2009	В. Ф. Чапурин, Т. В. Буравцева, Л. Л. Малышев (ВИР), В. М. Кирьян (Украина, УОС ИР НААН)	С.-Петербург – Вологда – Великий Устюг – Котлас – Холмогоры – Архангельск – Плесецк – Каргополь – Пудож – Вытегра – Петрозаводск – Кондопога – Сортавала – С.-Петербург	5900	23	8
5	Южный и Центральный Урал	2010	В.Ф.Чапурин, Т. В. Буравцева, Л. Л. Малышев, Н. В. Раковская (ВИР), В. М. Кирьян (Украина, УОС ИР НААН)	Уфа – Чишмы – Салават – Мелеуз – Зилаир – Сибай – Магнитогорск – Белорецк – Уфа – Златоуст – Миасс – Касли – Полевской – Екатеринбург – Кунгур – Пермь – Киров	3500	35	13

продолжение таблицы 1

6	Приморский край	2010	А. Ш. Сабитов (ДВОС ВИР), М. О. Бурляева, Т. Г. Александрова (ВИР)	Владивосток – Уссурийск – Пограничный – Барабаш-Левада – о. Ханка – Камень-Рыболов – Платоно-Александровское – Черниговка – Кавалерово – Дальнегорск – Рудная пристань – бухта Владимира – бухта Ольги – Маргаритово – бухта Валентина – Лазо – Киевка – Чистоводное – Артем – Барабаш – Витязь – Владивосток	2500	49	16
7	Хабаровский край и северо-восточный Китай (Хейлунцзянская провинция)	2011	М. А. Вишнякова, М. О. Бурляева, Т. Г. Александрова (ВИР), А. Ш. Сабитов (ДВОС ВИР)	Владивосток – Пограничный – Муданьцзян – Харбин – Ичунь – Yichun Xing park – Hui Long park – Фуюань (Хейлунцзянская провинция) – Хабаровск – п. Смирновка – п. Маяк – с. Лидога – с. Иннокентьевское – с. Ягодный – с. Циммермановка – п. Де Кастри – мыс Лазарева – перевал через хр. Большой Янг – бухта Сизиман – ж.д. ст. Като – р. Тумнин – п. Высокогорный – п. Кузнецовский – ж.д.ст. Уктур – п. Гурское – п. Вознесенское – Хабаровск – Бикин – Спасск-Дальний – Уссурийск – Владивосток	5000	75	15
8	Армения	2011	С. В. Булынцев, Т. Н. Смекалова (ВИР), Иван Габриелян (Армения, институт Ботаники НАН Армении), Гаяне Милян, Иван Саакян (Армения, НЦ агробиотехнологий)	Котайкская область, с. Нор-Артамед – монастырь Аствац-Инкал – г. Армавир – Тавушская область, с. Берд – г. Кировакан – г. Туманян – г. Дилижан - Гехаркуникская область, с. Личк – Вайоцдзорская область, с. Агяндадзор.	1800	35	3
9	Северо-Запад Европейской части РФ	2011	В. Ф. Чапурин, Т. В. Буравцева, Л. Л. Малышев, И. В. Громенкова (ВИР)	С.Петербург – Луга – Порхов – Псков – Печоры – Остров – Новоржев – Пушкинские Горы – Бежаницы – Локня – Опочка – Себеж – Пустошка – Невель – Усвяты – Велиж – Смоленск – Рославль – Дорогобуж – Вязьма – Ржев – Осташков – Старая Русса – Новгород – С.Петербург	5400	35	7
10	Республика Дагестан	2011	М. О. Бурляева, Т. Г. Александрова (ВИР), В. В. Коцеруба (БИН), А. М. Мусаев, З. А. Гусейнова, Г. С. Раджабов (Гор. бот. сад ДНЦ РАН)	Махачкала – Дербент – Микрах – Куруш – г. Рагдан – р. Самур – Ашар – Хвередж – Речa – Чираг – Хосрех – Шовкра – Цудахар – Гуниб – Чох-Колуна – Леваши – Махачкала	1500	27	9

окончание таблицы 1

11	Северо-Запад Европейской части РФ	2012	В.Ф.Чапурин, Л. Л. Малышев, Т. В. Буравцева, Н. В. Раковская (ВИР)	С.-Петербург – Выборг – Приозерск –Лахденпохья – Сортовала – Олонец – С.-Петербург.	1500	4	3
12	Приморский край – северо-восточный Китай (провинция Цзилинь)	2013	М. О. Бурляева (ВИР), В. В. Коцеруба, Э. М. Мачс (БИН)	Владивосток – Находка – Краскино – Китай (провинция Цзилинь), г. Хуньчунь – Чаньбайшаньский заповедник – Краскино – Сухановка – Витязь – бухта Троицы – Дальневосточный морской биосферный заповедник – бухта Теляковского – бухта Опасная – бухта Астафьева – Хасан – р. Туманган – Владивосток – Терней – Сихотэ-Алинский биосферный заповедник – Владивосток — Дальневосточный морской биосферный заповедник (о. Попова) – о. Русский – ж.д.ст. Анисимовка – Владивосток	3000	41	14
13	Грузия	2013	Т. В. Буравцева, С. В. Шувалов (ВИР), Хонг Дже Парк (генбанк Республики Кореи), Зезва Асанидзе (ГУ им. И. Чавчавадзе, Грузия)	Тбилиси – Мцхета – Ананури – Гори – Хашури – Боржоми – Ахалцихе – Клде – Адигени – перевал Годердзи – Ахалцихе – Аспиндза – Хертлиси – Вардзия – Боржоми – Кутаиси – Цхалтубо – Цагери – Лентехи – Батуми – Сатаплиа – Тбилиси	2500	49	8
14	Центральный регион РФ	2013	В. Ф. Чапурин, Л. Л. Малышев, Т. В. Буравцева, И. Г. Громенкова (ВИР)	С.-Петербург – Тверь – Владимир – Гусь-Хрустальный – Рязань — Касимов – Шацк – Ряжск — Кимовск – Куркино – Тула – Козельск – Калуга – Малоярославец – Можайск – Торжок – С.-Петербург	4200	23	9

Краткий обзор результатов экспедиций мы приводим по регионам исследований.

Северо-Запад Европейской части РФ

По Северо-Западу России было проведено две экспедиции.

Маршрут первой экспедиции составил 5400 км и охватил Псковскую, Новгородскую и Ленинградскую области, а также западные районы Смоленской области. Экспедиция проходила с 25 июля по 25 августа 2011 г. (рис. 1).

Господствующим типом естественной растительности обследованных областей являются леса. Основные лесообразующие породы – ель

обыкновенная и сосна обыкновенная, в меньшей степени – береза, осина, ольха серая и черная. Часть территории покрыта лугами. Суходольные луга расположены на водоразделах, возвышенных элементах рельефа. Низинные луга развиваются в условиях избыточного увлажнения. Самый высокий густой травостой дают пойменные луга. Они занимают поймы рек Великой, Плюссы, Ловати, Сороти, Шелони и др. (Исаченко, 1995).

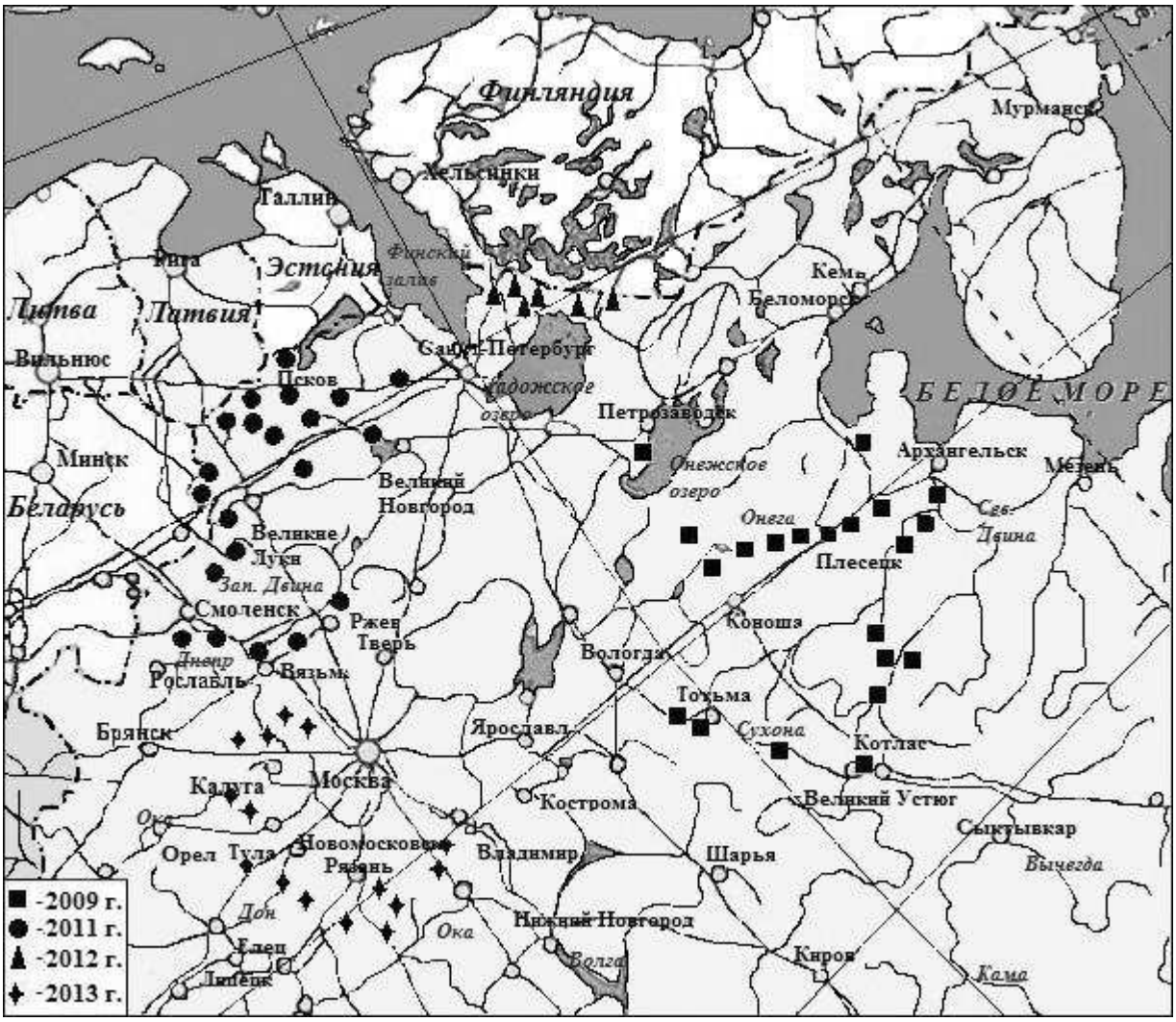


Рис. 1. Карта экспедиционных обследований 2009–2013 гг., проведенных на территории Европейской части РФ

Акцент в данной экспедиции был поставлен на сбор многолетних кормовых трав, тем не менее, в коллекцию зернобобовых было привлечено 35 образцов (табл. 2). Бобовые луговые травы, собранные в экспедиции, представлены тремя родами: *Lathyrus* L., *Lupinus* L. и *Vicia* L. Были найдены 6 образцов *Lathyrus pratensis* L., 6 – *L. sylvestris* L., 4 – *Lupinus polyphyllus* Lindl., 2 – *Vicia angustifolia* Reichard, 2 – *V. cracca* L., 6 – *V. hirsuta* (L.) S. F. Gray, 4 – *V. sepium* L., 2 – *V. tetrasperma* (L.) Schreb. Большинство образцов было найдено на лугах различной степени увлажнения – от засушливых водораздельных до мезофильных лугов на террасах рек, переходных по экологическим условиям к настоящим пойменным лугам. Два вида – горошек мышиный и вика заборная –

встречались практически на всех обследованных луговых территориях. *Vicia cracca* отличалась большим полиморфизмом по морфологическим признакам, имела обширный ареал распространения. Чина луговая и чина лесная были также широко распространены на разнотравных лугах. Наибольшее разнообразие чины лесной было выявлено на территории Бежаницкой возвышенности.

Вторая экспедиция проходила с 11 августа по 18 августа 2012 г. В ходе экспедиционных работ было продолжено обследование территории Ленинградской области и республики Карелия (табл. 1, 2). Протяженность маршрута составила 1500 км. Всего за период экспедиции было собрано 33 образца, в том числе 3 зернобобовых представителя видов *Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca*, *V. sepium*.

Все найденные в северо-западных областях образцы представляют интерес для селекции на кормовую и семенную продуктивность и устойчивость к лимитирующим факторам среды. Могут использоваться как кормовые растения, пригодные для возделывания на корм, и в многолетних силосных смесях в северных областях России.

Таблица 2. Перечень видов, собранных сотрудниками отдела в экспедициях 2008–2013 гг.

№	Вид[2]		Число образцов по регионам[3]	Суммарное число образцов
	Русское название	Латинское название		
1	Бобы русские	*Vicia faba* L.	Груз – 3, Арм – 1	4
2	Вавиловия прекрасная	*Vavilovia formosa* (Stev.) Fed.	СКав – 1	1
3	Вигна (адзуки)	*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi	Кит – 2	2
4	Вигна (маш)	*V. radiata* (L.) Wilczek	Кит – 1	1
5	Вигна (коровий горох)	*V. unguiculata* (L.) Walp.	ПрКр – 1	1
6	Вигна (рисовая фасоль)	*V. umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi	Груз – 1	1
7	Вика укороченная	*Vicia abbreviata* Fisch. ex Spreng.	СКав – 3	3
8	Вика Баланзы	*V. balansae* Boiss.	СКав – 2	2
9	Вика альпийская	*V. alpestris* Stev.	СКав – 3	3
10	Вика приятная	*V. amoena* Fisch.	ПрКр – 5, ХабКр – 4, Кит – 3	12

[2] Латинские названия видов приводятся по С.К. Черепанову (1995).
[3] Приводятся крупные регионы.

продолжение таблицы 2

11	Вика амурская	*V. amurensis* Oett.	ПрКр – 10, ХабКр – 8, Кит – 1	19
12	Вика узколистная	*Vicia angustifolia* Reichard	СЗЕврРФ -3, СКав – 3	6
13	Вика байкальская	*V. baicalensis* (Turcz.) B. Fedtsch.	ПрКр – 6	6
14	Вика кашубская	*V. cassubica* L.	СКав – 1	1
15	Вика мышиная	*Vicia cracca* L.	СЗЕврРФ – 5, СВЕврРФ – 7, ЦРЕврРФ – 7, СКав – 19, Груз – 2, ЮжУр – 26, ПрКр – 10, ХабКр – 4, Кит – 3	83
16	Вика оранжевая	*V. crocea* (Desf.) Fritsch	СКав – 1	1
17	Вика жестковолосистая	*Vicia hirsuta* (L.)S.F.Gray	СЗЕврРФ- 5, СВЕврРФ – 1, ЦРЕврРФ – 3, СКав – 2, ЮжУр – 2	13
18	Вика японская	*V. japonica* A.Gray	ХабКр – 1, ПрКр – 8, Кит – 1	10
19	Вика крупноцветковая	*V. macrantha* Jurtz.	ПрКр – 1	1
20	Вика крупнолодочковая	*V. megalotropis* Ledeb.	ЮжУр – 1	1
21	Вика жилковатая	*V. nervata* Sipl.	ЮжУр – 2	2
22	Вика Ниссоля	*V. nissoliana* L.	СКав – 2	2
23	Вика Ови	*V. ohwiana* Hokokama	ПрКр – 3	3
24	Вика гороховидная	*V. pisiformis* L.	ЮжУр – 3	3
25	Вика ложносочевичная	*V. pseudoorobus* Fisch. & C. A. Mey.	ХабКр – 3 ПрКр – 2, Кит – 3	8
26	Вика разветвленная	*V. ramuliflora* (Maksim.) Ohwi	ХабКр – 4, ПрКр – 2, Кит – 1,	7
27	Вика посевная	*V. sativa* L.	СКав – 6	6
28	Вика сорнополевая	*V. segetalis* Thuill.	ПрКр – 2	2
29	Вика заборная	*Vicia sepium* L.	СЗЕврРФ – 5, СВЕврРФ – 7, ЦРЕврРФ – 1, СКав – 10, ЮжУр – 9	32
30	Вика зубчатолистная	*V. serratifolia* Jacq.	СКав – 1	1
31	Вика кругловатая	*V. subrotunda* (Maxim.) Czefr.	ПрКр – 3	3
32	Вика лесная	*V. sylvatica* L.	ЮжУр – 5	5
33	Вика тонколистная	*V. tenuifolia* Roth.	СКав – 3, ЮжУр – 2	5
34	Вика четырехсемянная	*V. tetrasperma* (L.) Schreb.	СЗЕврРФ – 2, ЦРЕврРФ – 3, ЮжУр – 2	7
35	Вика однопарная	*V. unijuga* A. Br.	ПрКр – 9	9
36	Вика мохнатая	*V. villosa* Roth	СКав – 1	1
37	Горох посевной	*Pisum sativum* L.	Груз – 3	3

окончание таблицы 2

38	Люпин многолистный	*Lupinus polyphyllus* Lindl.	СЗЕврРФ – 5, СВЕврРФ – 1	6
39	Нут, бараний горох	*Cicer arietinum* L.	Арм – 4	4
40	Нут крошечный	*Cicer minutum* Boiss. & Hohen.	СКав – 1	1
41	Соя культурная	*Glycine max* (L.) Merr.	Кит – 1	1
42	Соя уссурийская	*G. soja* Sieb. et Zucc.	ХабКр – 1, ПрКр – 6, Кит – 1	8
43	Фасоль обыкновенная	*Phaseolus vulgaris* L.	Груз – 36, Арм – 30, ХабКр – 1, Кит – 4	71
44	Чина безлисточковая	*Lathyrus aphaca* L.	СВЕврРФ -1, СКав – 1	2
45	Чина золотистая	*L. aureus* (Stev.) Brandza	СКав – 1	1
46	Чина голубая	*L. cyaneus* (Stev.) C.Koch	СКав – 3	3
47	Чина Давида	*L. davidii* Hance	ПрКр – 6, Кит – 1	7
48	Чина Гмелина	*L. gmelinii* Fritsch	ЮжУр – 4	4
49	Чина приземистая	*L. humilis* (Ser.) Spreng.	ХабКр – 5, ПрКр – 8, Кит – 2	15
50	Чина приморская	*L. japonicus* Willd.	СВЕврРФ – 1, ХабКр – 6, ПрКр – 3	10
51	Чина Комарова	*L. komarovii* Ohwi	ХабКр – 3, ПрКр – 8	11
52	Чина широколистная	*L. latifolius* L.	СВЕврРФ – 1	1
53	Чина Литвинова	*L. litvinovii* Iljin	ЮжУр – 6	6
54	Чина киноваревая	*L. miniatus* Bieb. ex Stev.	СКав – 4, Груз – 1	5
55	Чина бледнеющая	*L. pallescens* (Bieb.) C. Koch	ЮжУр – 3	3
56	Чина болотная	*L. palustris* L.	ХабКр – 3, ПрКр – 2	5
57	Чина гороховидная	*L. pisiformis* L.	СВЕврРФ – 1, Груз – 1, ЮжУр – 23	25
58	Чина луговая	*Lathyrus pratensis* L.	СЗЕврРФ – 6, СВЕврРФ – 6, ЦРЕврРФ – 3, СКав – 12, Груз – 1, ЦентрУр – 1, ЮжУр – 20	49
59	Чина пятижилковая	*L. quinquenervius* (Miq.) Litv. ex Kom.	ПрКр – 1	1
60	Чина лесная	*Lathyrus sylvestris* L.	СЗЕврРФ – 6, СВЕврРФ – 1, СКав – 1, ЮжУр – 5	13
61	Чина клубневая	*L. tuberosus* L.	СКав – 1, ЮжУр – 8,	9
62	Чина весенняя	*L. vernus* (L.) Bernh.	СВЕврРФ – 2, ЦРЕврРФ – 2, ЮжУр – 9	13

Арм – Армения, Груз – Грузия, Кит – Китай, ПрКр – Приморский край, СВЕврРФ – Северо-Восток Европейской части РФ, СЗЕврРФ – Северо-Запад Европейской части РФ, СКав – Северный Кавказ, ЮжУр – Южный Урал, ХабКр – Хабаровский край, ЦРЕврРФ – Центральный регион Европейской части РФ, ЦентрУр – Центральный Урал.

Северо-Восток Европейской части РФ

Территория Северо-Востока Европейской части РФ отличается наличием ценных форм дикорастущих кормовых растений, отличающихся комплексом признаков адаптации к неблагоприятным условиям среды (холодостойкостью, устойчивостью к выпреванию, устойчивостью к кислым почвам и т. д.). Отделом кормовых культур ВИР ранее был проведен целый ряд экспедиций по Северо-Востоку, однако часть территории осталась необследованной из-за отсутствия путей сообщения или закрытости некоторых районов для посещения. Экспедиция по данному региону проходила в период с 25 июля по 1 сентября 2009 г. Была обследована территория Вологодской и Архангельской областей и Прионежский район Карелии. Длина маршрута составила 5900 км (табл. 1, рис. 1). На исследованной территории произрастает темнохвойная северная и средняя тайга (ель, сосна европейская, изредка пихта, сосна сибирская, лиственница). Большую площадь занимают вторичные мелколиственные леса и болота. Сенокосы и пастбища распространены по всему региону и представлены суходольными материковыми лугами, редко – массивами низинных лугов. Крупные массивы пойменных лугов расположены по рекам Северная Двина, Сухона, Онега (Исаченко, Лавренко, 1980).

В экспедиции было собрано 20 представителей зерновых бобовых культур (табл. 2): один образец *Lupinus polyphyllus*, 11 образцов 5 видов *Lathyrus* (чина луговая – 6, чина гороховидная – 1, чина приморская – 1, чина весенняя – 2, чина безлисточковая – 1) и 9 образцов трех видов рода *Vicia* (вика заборная – 7, горошек мышиный – 1, вика жестковолосистая – 1). Из них наибольший интерес представлял образец вики мышиной из Тотемского района Вологодской области, отличающийся высокорослостью и хорошей семенной продуктивностью. Из четырех собранных в экспедиции многолетних видов рода *Lathyrus* самым широко распространенным видом являлась чина луговая. Сборы этого вида проводились по всему маршруту. Один образец чины приморской был обнаружен на прибрежных песках Онежского озера (Прионежский район, Карелия). В сосновом редколесье в Холмогорском районе Архангельской области был собран образец чины гороховидной (на самой северной границе ареала вида). Два образца чины весенней найдены на опушках и под покровом леса в Плесецком районе. Образцы чины приморской, весенней и гороховидной отличались высокорослостью, хорошей облиственностью и семенной продуктивностью.

Привлеченные в коллекцию из данного региона образцы дикорастущих популяций многолетних видов чины и вики перспективны для селекции по комплексу признаков, связанных с устойчивостью к холоду и выпреванию.

Центральные регионы РФ

Генетические ресурсы кормовых и зернобобовых культур на территории Центрально-Нечерноземного экономического района довольно слабо

представлены в коллекции ВИР, при этом уровень мобилизации по отдельным областям крайне неравномерен. Относительно хорошо изучены Московская, Владимирская и север Тверской области, на территории которых работали экспедиционные отряды ВИР. В последние годы несколько экспедиций проходило по территории Ярославской и Ивановской областей. Рязанская, Тульская и Калужская области оказались практически неисследованными. В тоже время юг и запад региона – зона хвойно-широколиственных лесов и лесостепей в бассейне р. Оки – отличаются разнообразными типами растительности. На суходольных лугах, на южных склонах речных долин произрастает специфический набор видов – так называемая «окская флора» (Алексеев и др., 2004)

В связи с этим было организовано экспедиционное обследование по территории Владимирской, Рязанской, Тульской, Калужской и Московской областей (табл. 1, рис. 1). Экспедиция была проведена в период с 28 июля по 25 августа 2013 г.

Во время экспедиции было собрано 23 образца бобовых трав: вики, чины и люпина (табл. 2). Были найдены 6 образцов четырех видов чины – *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. (1), *L. latifolius* L. (1), *L. pisiformis* L. (1), *L. pratensis* (3); 1 вид люпина – *Lupinus polyphyllus* (1); 16 образцов пяти видов вики – *Vicia angustifolia* (1), *V. cracca* (6), *V. hirsuta* (5), *V. sepium* (1), *V. tetrasperma* (3).

В результате проведенных сборов в коллекцию ВИР был привлечен разнообразный по таксономическому составу и экологической амплитуде материал.

Северный Кавказ

Кавказ – один из самых флористически богатых регионов мира. Здесь произрастает большое количество редких и исчезающих видов растений, многие из которых занесены в Красную книгу России. Ценотическое, экологическое и экотопическое богатство природы Кавказа всегда привлекали сотрудников ВИР. Экспедиции нашего института, неоднократно проводимые на Кавказе, в большинстве своем были посвящены сбору плодовых, ягодных и овощных культур. Виды дикорастущих родичей зернобобовых культур, как правило, не собирались и в коллекциях ВИР представлены незначительным числом образцов. Между тем, согласно флористическим сводкам, на Кавказе произрастает 21–27 видов *Lathyrus* и не менее 50 видов *Vicia* (Гроссгейм, 1952; Гвоздецкий, 1963).

Республика Адыгея, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика

Экспедиция по Западному, Центральному Предкавказью и северным склонам Большого Кавказа проводилась с 23 августа по 13 сентября 2009[4].

[4] Экспедиция проведена при финансовой поддержке гранта РФФИ 08-04-10138-к.

Отправным и конечным пунктом экспедиции была Майкопская опытная станция ВИР. Маршрут протяженностью 1500 км пролегал по территории Адыгеи, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии и Краснодарского края. Сборы осуществлялись в интервале высот: 307–3500 м над у. м. Кроме того, был выполнен сбор материала в Тебердинском биосферном заповеднике и Тебердинском заказнике (табл. 1, рис. 2).

В ходе экспедиции было обследовано 51 местообитание, собраны образцы семян (57) и гербария (126) диких родичей культурных растений. Из них в 25 пунктах осуществлен сбор семян и гербария 67 образцов представителей трибы *Vicieae* (Adans.) Bronn: 9 видов *Lathyrus* и 13 видов *Vicia* (табл. 2). Некоторые из найденных видов – *Vicia crocea* (Desf.) Fritsch, *Vicia serratifolia* Jacq. включены в Красную книгу Адыгейской республики (2000), а виды *Vicia abbreviate* Fisch. ex Spreng., *Lathyrus miniatus* Bieb.ex Stev. – эндемики Кавказа. Собраны также семена плиоценового реликта – *Vicia nissoliana* L. (Станкевич, Репьев, 1999).

Поиск исчезающего вида вавиловии красивой, проводимый в высокогорьях Карачаево-Черкесии в местах обитания, указанных в литературных источниках (Макашева и др.; 1973; Голубев, 1990), не увенчался успехом. В настоящее время большая часть склонов горы Эльбаши покрыта остепненными лугами, на которых ведется интенсивный выпас скота. На горе Элмезтебе крупнокаменистые осыпи, покрывающие гору от вершины до подножья, частично поросли сосняком. На горных склонах по ущелью от горы Элмезтебе до хребта Садырляр (Садырлярбаши) до уровня альпийских лугов (на высоте 2500 м) многолетний горох нами также не был найден. Можно предположить, что *Vavilovia formosa* встречается на более высоких участках гор, в частности на горе Садырляр, оказавшихся недоступными для нашей экспедиции. Кроме того, необходимо принять во внимание то, что ранее на вершинах горы Садырляр снежники сохранялись практически все лето, а в настоящее время, по словам местных жителей, они тают уже в начале июня. Смена режима увлажнения и неконтролируемый выпас могли способствовать исчезновению многолетнего гороха в ранее выявленных местах его произрастания.

Наибольшее разнообразие представителей трибы *Vicieae* было отмечено на территории Тебердинского заповедника, где и собрано максимальное количество семян видов*: Lathyrus pratensis*, *L. aureus* (Stev.) Brandza, *L. roseus* Steven, *L. laxiflorus* (Desf.) Kuntze, *L. cyaneus* (Stev.) C. Koch, *L. miniatus*, *Vicia cracca*, *V. sepium*, *V. angustifolia*, *V. hirsuta*, *V. tenuifolia* Roth., *V. cassubica* L., *V. sativa* L., *V. abbreviata* Fisch. ex Spreng., *V. alpestris* Stev.

Таким образом, участниками экспедиции был найден целый ряд раритетных, отсутствующих в коллекции, видов трибы *Vicieae*, 6 из которых были привлечены в генбанк семян впервые.

Республика Дагестан

Экспедиция проводилась совместно с научными сотрудниками Ботанического института им. Комарова – БИН РАН и Горного ботанического сада Дагестанского НЦ РАН.

Во флоре Дагестана насчитывают 3134 вида сосудистых растений, из которых третье место по числу видов занимает семейство *Fabaceae* Lindl. (227 видов). В большинстве систематических групп встречаются эндемичные виды, многие из которых произрастают только в Дагестане (Муртазалиев, 2010).

Экспедиционное обследование территории высокогорных районов Дагестана было направлено в первую очередь на сбор семян и гербария дикорастущих родичей культурных растений для пополнения коллекций БИН и ВИР. Однако большее внимание во время полевых работ было уделено поиску и изучению представителей триб – *Vicieae* и *Cicereae* Alefeld. Экспедиция продолжалась с 2 по 12 августа 2011 г.[5]

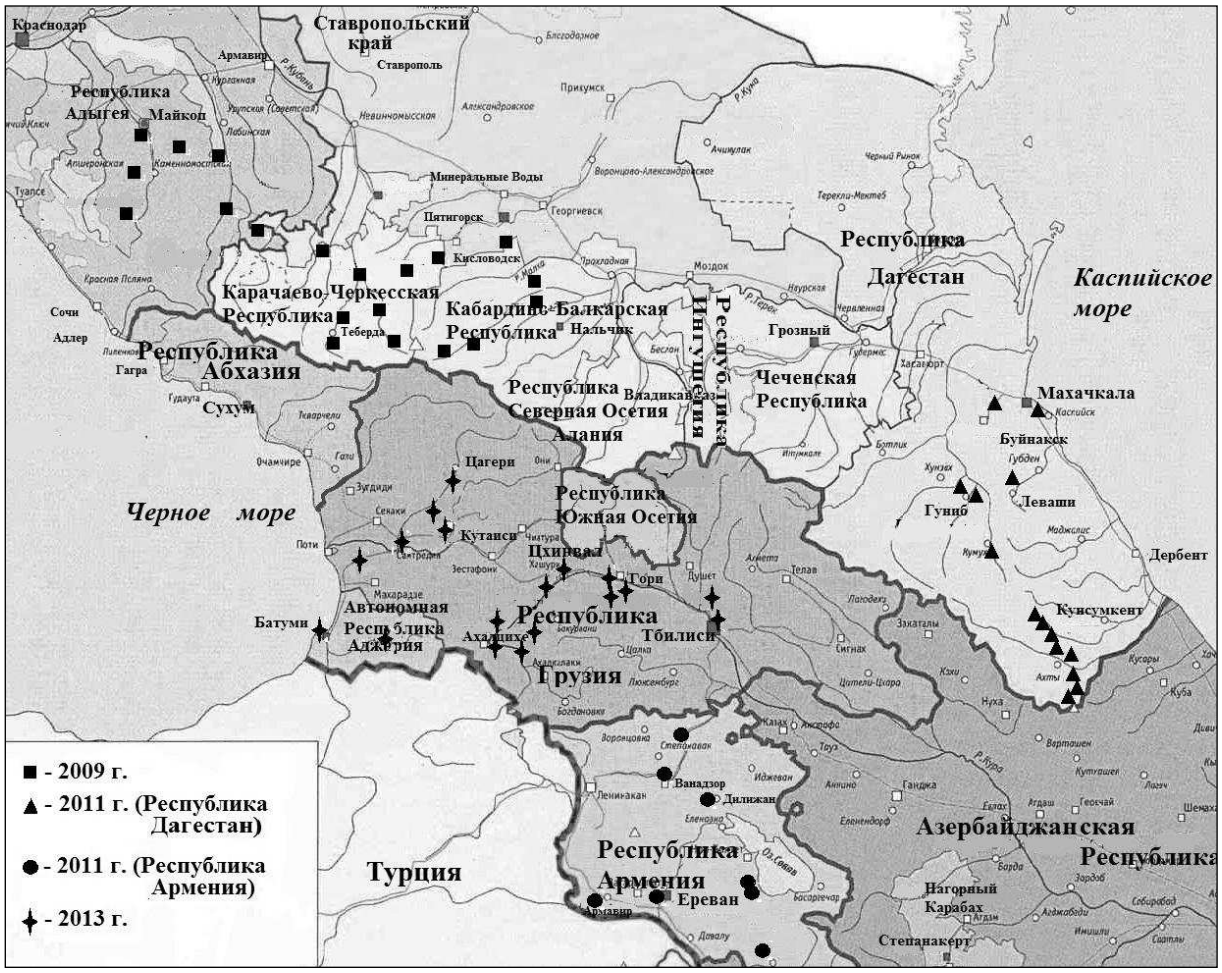


Рис. 2. Карта экспедиционных обследований, проведенных на территории Кавказа, 2009–2013 гг.

[5] Экспедиция проведена при поддержке гранта РФФИ 11-04-10046-к «Организация и проведение экспедиции по Северному Кавказу».

Республика Дагестан

Маршрут экспедиции проходил по Махачкалинскому, Карабудахкентскому, Каякентскому, Дербентскому, Магарамкентскому, Докузпаринскому, Сулейман-Стальскому, Курахскому, Агульскому, Кулинскому, Лакскому, Левашинскому, Гунибскому районам Республики Дагестан. Путь следования экспедиционного отряда указан на карте (рис. 2) и в таблице 1. Из природных зон участниками экспедиции были исследованы предгорные и горные районы с нагорно-ксерофитной, горно-степной, лесной, субальпийской и альпийской растительностью. Кроме флористического обследования и сборов растительного материала по маршруту было осуществлено изучение дикорастущих родичей культурных и лекарственных растений на Гунибской и Цудахарской экспериментальных базах Горного ботанического сада ДНЦ РАН.

В ходе экспедиции было обследовано 26 местообитаний, был собран гербарий 106 представителей сорных и дикорастущих родичей культурных растений, которые переданы для проведения кариологических, биохимических, анатомических и молекулярных и др. исследований в БИН РАН. В 11 пунктах собраны 25 образцов 9 видов семян и гербарий дикорастущих родичей гороха, нута, чины, вики представителей трибы *Vicieae* и *Cicereae*: 3 видов *Lathyrus* (*L. pratensis*, *L. cyaneus*, *L. miniatus*), 4 видов *Vicia* (*V. balansae* Boiss., *V. alpestris*, *V. cracca*, *V. sativa*), 1 вида *Vavilovia* Fed. и одного вида *Cicer* L. (табл. 2). Из них виды – *Lathyrus miniatus, Vicia balansae*, *Cicer minutum*, *Vavilovia formosa* – эндемы Кавказа, причем вавиловия красивая и нут крошечный внесены в Красную книгу СССР, России и Республики Дагестан (Муртазалиев, 2008; Попов, 2008; Красная книга Дагестана, 2009). Два последних вида очень редко встречаются в природе и нуждаются в большей охране.

Уникальными находками экспедиции были *Cicer minutum* и *Vavilovia formosa*. Найдены они были на новом местообитании, в верховьях р. Самур на горе Рагдан, недалеко от г. Базардюзи (Муртазалиев и др., 2012). Произрастали эти виды на подвижных сланцевых осыпях и щебнистых склонах в альпийском поясе на высоте 2767–3100 м над ур. моря, образуя вместе сплошной ковер. В пределах России *Cicer minutum* ботаники не находили с прошлого века. Ранее нут крошечный встречали только в Дагестане: в верховье р. Чехычай (приток р. Самур), в 7–8 км юго-западнее с. Куруш, на склонах г. Несиндаг (соседняя вершина с г. Базардюзи), где он был обнаружен только один раз в 1970–1971 гг. Основная часть ареала вида находится вне России в Северном Иране. Кроме того, он растет в Армении на склонах потухшего вулкана Тапасадалик в Даралагезе.

Республика Армения

Армения входит в состав переднеазиатского центра происхождения культурных растений и характеризуется значительным биоразнообразием. Ее

территория отличается сложностью почвенно-климатических условий, характерных для горной местности Закавказья. Этот район еще со времен Н. И. Вавилова привлекал экспедиции ВИР. Экспедиция проводилась совместно с научными сотрудниками Научного центра агробиотехнологий Армении и Института ботаники Национальной академии наук Армении в период с 15 по 26 сентября[6]. Маршрут экспедиции составил 1800 км (табл. 1, рис. 2). Территория обследования и сбора образцов семян и гербария была ограничена центральными, северными и восточными районами Армении. Было обследовано 45 местонахождений, собрано 212 образцов культурных и диких видов растений, из них 35 образцов бобовых культур, в том числе: фасоли – 30, нута – 4, овощных бобов – 1 (табл. 2).

Образцы семян были собраны маршрутным методом: по ходу маршрута посещали частные фермерские хозяйства, поля, сельхозугодья, рынки. Семена дикорастущих растений были собраны главным образом в природных растительных сообществах или по обочинам дорог, рядом с жильем и произрастающие сорно в посевах сельскохозяйственных культур. Собирали от максимально возможного числа растений каждой исследованной ценопопуляции.

На рынках страны представлено огромное разнообразие семян различных местных культур. В продаже были замечены и бобы с черной и светлой окраской семенной кожуры. Бобы – редкая для Армении культура. Ранее, еще несколько лет назад, бобы встречались на территории Армении единично, в селах, где живут переселенцы из России. Их выращивали чаще как кормовое растение. Сейчас к ним проявляется интерес как к пищевой зернобобовой культуре.

Таким образом, несмотря на то, что территория Армении активно обследовалась в последние годы экспедиционными отрядами ВИР, здесь сохраняется возможность найти не посещенные ранее места и собрать оригинальные образцы культурных растений (прежде всего – местных сортов народной селекции) и их диких родичей.

Республика Грузия

Основной целью совместной корейско-российско-грузинской экспедиции был сбор староместных образцов и современных сортов овощных, зернобобовых и лекарственных культур, а также их диких родичей, произрастающих в диком виде и культивирующихся на территории Грузии для последующего сохранения в коллекциях Национальных генбанков России (ВИР) и Кореи (табл. 1, рис. 2).

Экспедиционные работы проводились с 7 по 18 сентября 2013 г.[7] Длина маршрута экспедиции составила 4200 км.

[6] Экспедиция проводилась на средства генбанка Республики Кореи.

[7] Экспедиция проводилась на средства генбанка Республики Кореи.

В итоге были собраны семена 146 образцов 55 видов овощных, бобовых и лекарственных растений. В Корею отправлено 133 образца, в коллекцию ВИР поступило 132 образца. Из них 50 образцов (бобы – 3, вигна – 1, вика – 3, горох – 3, фасоль – 37, чина – 3) были переданы в коллекцию зерновых бобовых культур (табл. 2).

Благодаря прошедшей экспедиции коллекция ВИР пополнилась новыми интересными образцами бобов, гороха, вигны и фасоли. Основную часть сборов (~80%) составили местные и староместные образцы Грузии. В дикой природе было собрано 5 образцов чины и вики: *Lathyrus pisiformis* L. (1), *L. pratensis* (1), *L. rotundifolius* Willd. (1), *Vicia cracca* (2). Ценность собранного в данной экспедиции материала будет выявлена при дальнейших исследованиях (селекционные и интродукционные работы, биохимическое изучение растений) в условиях России и Южной Кореи.

Уральский регион

Территория региона отличается разнообразием природных условий, характеризуется неоднородностью растительного покрова и богатством флоры. В зоне Центрального Урала коренная растительность представлена темнохвойными и хвойно-широколиственными лесами, в горных районах, в предгорьях распространены мелколиственные леса и лесостепные и степные сообщества. На территории Южного Урала представлена растительность лесной, лесостепной и степной природных зон. Степная зона представлена разнотравно-типчаково-ковыльнными степями, лесная – дубравно-темнохвойными лесами, травянистыми березовыми и хвойными лесами. Лесостепи Зауралья и Предуралья – это районы островных боров (Горчаковский, 1982). Степь и лесостепь сильно освоена, коренная растительность почти полностью заменена сельскохозяйственными угодьями. Сенокосы и пастбища распространены по всему региону и представлены суходольными лугами, редко – массивами низинных лугов.

Генетические ресурсы зернобобовых культур с территории Уральского экономического района были представлены в коллекции ВИР крайне небольшим числом образцов. В связи с этим было проведено три экспедиции по Центральному и Южному Уралу, захватившие также территории Зауралья и Предуралья. Экспедиции проходили с 20 июля по 10 августа в 2008 г. [8], с 27 июля по 2 сентября 2008 г.[9] и с 25 июля по 6 сентября 2010 г.[10] Общая протяженность маршрутов экспедиций составила 7000 км (табл. 1, рис. 3). В 121 пункте было собрано 136 образцов представителей родов вика и чина. В сборах представлены: *Lathyrus pratensis* (22 образца), *L. pisiformis* (22),

[8] Экспедиция проводилась как часть проекта РФФИ 08-04-10138-к "Решение проблем классификации и филогении рода *Lathyrus* L. с использованием молекулярных маркеров" Руководитель проекта - Вишнякова М. А. Экспедиция проведена совместно с Ботаническим садом Уральского Отделения РАН (г. Екатеринбург).

[9] Экспедиция проведена при финансовой поддержке Университета штата Юта (США).

[10] Экспедиция была финансирована совместно ВИР и ИР им.В. Я. Юрьева (Украина).

L. vernus (10), *L. tuberosus* L. (8), *L. sylvestris* (6), *L. litvinovii* Iljin. (6), *L. gmelinii* Fritsch (4), *L. pallescens* (Bieb.) C. Koch (3) и *Vicia cracca* (27), *V. sepium* (10), *V. sylvatica* L. (5), *V. pisiformis* L. (3), *V. hirsuta* (4), *V. tetrasperma* (2), *V. tenuifolia* (2), *V. nervata* Sipl. (2), *V. megalotropis* Ledeb. (1) (табл. 2). Два вида из этого списка – эндемики Урала (*Vicia nervata* и *Lathyrus litvinovii*) включены в Красную книгу Челябинской области, один – *L. gmelinii* – плейстоценовый реликт (Куликов, 2005). Образцы *L. litvinovii*, *L. gmelinii* были собраны на территории республики Башкирия и в Челябинской области, а *Vicia nervata* в Челябинской области.

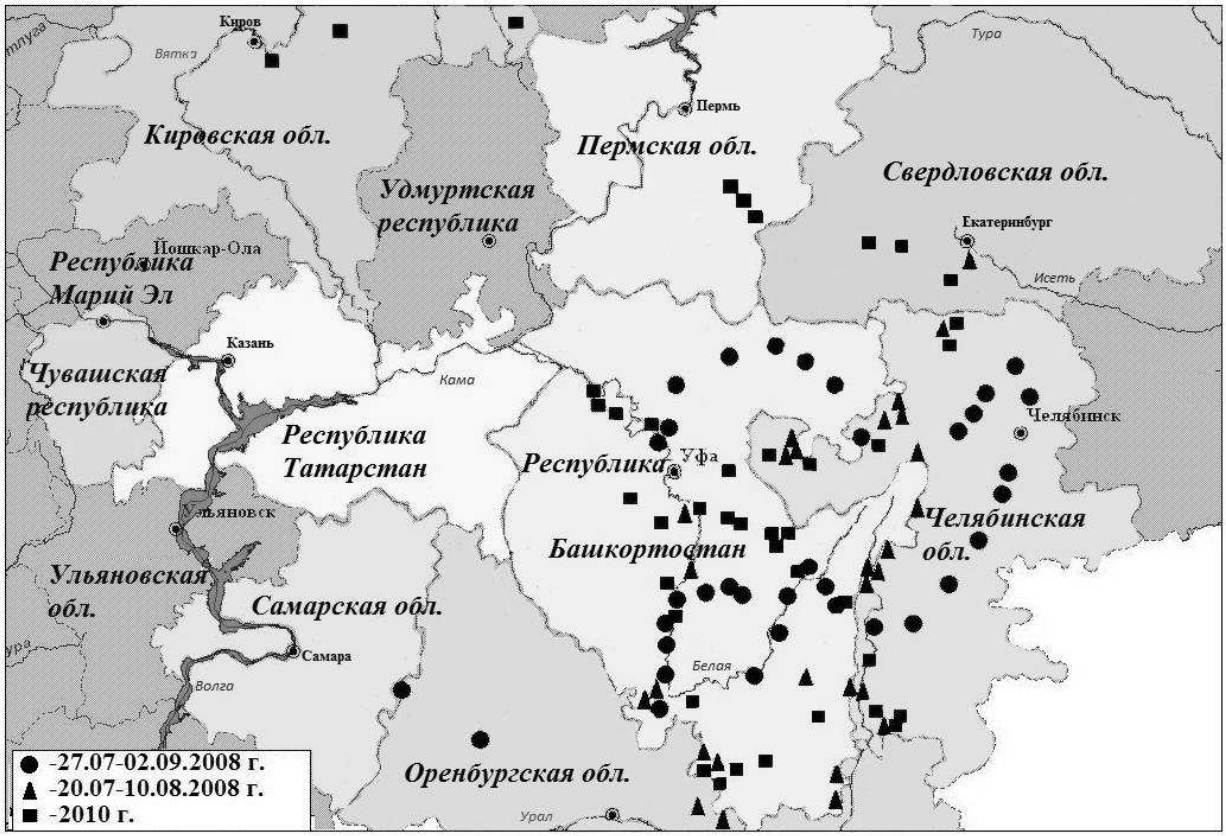


Рис. 3. Карта экспедиционных обследований, проведенных на территории Центрального и Южного Урала, 2008–2010 гг.

Представляют интерес сборы видов чины: *Lathyrus sylvestris*, *L. litvinovii*, *L. tuberosus*, *L. pisiformis* – перспективных для селекции видов, которые отличаются более высоким содержанием белка и урожаем зеленой массы по сравнению с чиной луговой. Особый интерес представляет образец *Lathyrus litvinovii* из Бирского района республики Башкортостан с мощными стеблями и листьями и длиной побегов до 2,5 м.

Дальний Восток

Дальний Восток – регион России, выделяющийся исключительным богатством флористического состава. Обследование этой территории являлось

продолжением мобилизации представителей диких видов трибы *Vicieae* отечественной флоры, отсутствующих в коллекции ВИР.

По территории Дальнего Востока сотрудниками отдела было проведено 3 экспедиции: в 2010, 2011 и 2013 гг.

Приморский край

Первая экспедиция проходила по территории Приморского края в период с 18 августа по 3 сентября 2010 года[11]. Были проведены экспедиционные обследования 15 административных подразделений Приморского края: окрестности г. Владивостока, территории Уссурийского, Надеждинского, Пограничного, Ханкайского, Черниговского, Яковлевского, Чугуевского, Дальнегорского, Кавалеровского, Ольгинского, Лазовского, Партизанского, Шкотовского и Хасанского районов. Было исследовано 89 местообитаний (табл. 1, рис. 4). Протяженность маршрута экспедиции составила около 2500 км. Участниками экспедиции были собраны семена (49 образцов) и гербарий (192 образца) представителей всех видов трибы *Vicieae*, встречающихся на выше перечисленных территориях – 10 видов *Vicia* и 6 видов *Lathyrus* (табл. 2).

Сборы осуществляли в разных экологических условиях, разных фитоценозах, на различных по составу и степени окультуренности почвах. Из природных зон нами были обследованы темнохвойные, кедрово-широколиственные леса склонов хребтов Сихотэ-Алиня, субтропические долинные леса южного Приморья, травянистые болота и луга Приханкайской долины, растительные сообщества побережья Японского моря. Изучены экотопы – от горных вершин до широких речных долин. Местами сбора были обочины дорог, заливные и суходольные луга, агрофитоценозы (поля), вырубки, подлески лесов разного видового состава, каменистые (скалистые) склоны, щебнистые и песчаные прибрежные территории, отмели.

Осуществлен сбор представителей эндемичных видов: *Lathyrus komarovii* Ohwi, *Vicia subrotunda* (Maxim.) Czefr., *V. amurensis* Oett., *V. ohwiana* Hokokama. Вика Ови (*V. ohwiana*) внесен в Красную книгу Приморского края (Перечень объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края, 2002). Перечисленные виды являются реликтами третичной флоры, относятся к оробоидным викам и чинам, таксономическая принадлежность которых до настоящего времени остается спорной.

Одним из важнейших результатов экспедиции было пополнение коллекции ВИР 10 видами, которые ранее отсутствовали в ней или были представлены единичными образцами, такими, как *Lathyrus davidii* Hance, *L.humilis* (Ser.) Spreng., *L. komarovii* Ohwi, *L. quinquenervius* (Miq.) Litv. ex Kom., *Vicia amurensis*, *V. baicalensis* (Turcz.) B. Fedtsch., *V. japonica* A.Gray., *V. ohwiana*, *V. pseudorobus* Fisch. & C. A. Mey., *V. subrotunda*. Некоторые виды

[11] Экспедиция была осуществлена при поддержке гранта РФФИ 10-04-10073-к.

обнаружены в точках сбора, не упоминаемых в местных флорах, что говорит о более широком ареале их естественного произрастания.

Хабаровский край, северо-восточный Китай (Хейлунцзянская провинция) и северное Приморье

На территории Хабаровского края сходятся три флористические области: амурская (маньчжурская), охотско-камчатская и восточно-сибирская. Экспедиция[12] 2011 года являлась продолжением экспедиционного обследования Дальнего Востока, начатого в 2010 г. В период с 26 августа по 29 сентября было осуществлено обследование 7 административных подразделений Хабаровского края: Хабаровского, Нанайского, Комсомольского, Ульчского, Николаевского, Ванинского и Бикинского районов, а также четырех районов Приморского края: Уссурийского, Лесозаводского, Дальнереченского и окрестностей г. Владивостока (табл. 1, рис. 4).

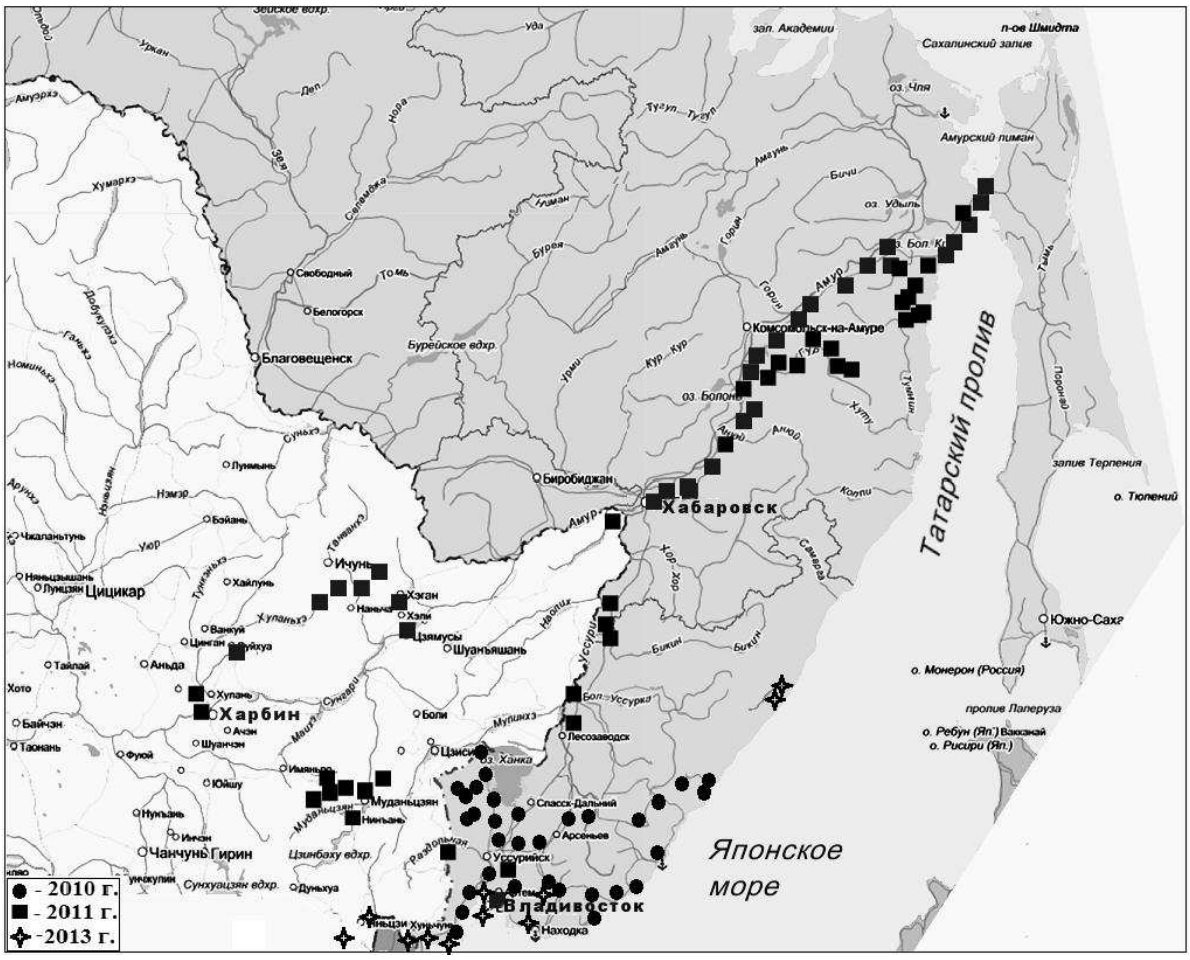


Рис. 4. Карта экспедиционных обследований, проведенных на территориях северо-восточного Китая, Приморского и Хабаровского краев, 2010–2013 гг.

[12] Экспедиция была выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 11-04-10068-к.

Кроме территории Хабаровского края, экспедиционный маршрут в течение 8 дней проходил по северо-восточному Китаю – Хейлунцзянской провинции, который участники экспедиции осуществили по приглашению Хэйлунцзянского центра по научно-техническому сотрудничеству в области сельского хозяйства между Россией и Китаем. Северо-восточная провинция Китая является переходной зоной от континентальных пустынных областей Центральной Азии к влажным периферическим частям, испытывающим воздействие тихоокеанских муссонов. Здесь горы сменяются низменными долинами, которые почти повсеместно разработаны под сельскохозяйственные угодья.

Общий маршрут экспедиции составил свыше 5000 км: 450 км с востока на запад и не менее 1700 км с юга на север.

Из природных зон участниками экспедиции были обследованы: темнохвойные леса охотского типа (пихтово-еловые), светло-хвойные высокогорные лиственничники, кедрово-широколиственные леса маньчжурского типа и хвойно-мелколистные леса склонов хребтов Сихотэ-Алиня и хребта Лаеолин (Китай), в подгольцовом поясе гор – заросли кедрового стланика и рододендрона, а также зона горной лишайниковой и кустарничково-лишайниковой тундры. Были исследованы субтропические долинные широколиственные леса Приморья, растительные сообщества побережья Татарского пролива и бассейнов рек Амур и Сунгари. Изучены экотопы – от горных вершин до широких речных долин.

Было обследовано 91 местообитание, собраны гербарий 119 образцов и семена 64 образцов 5 видов *Lathyrus: L. davidii* Hance – 1, *L. humilis* – 17, *L. japonicus* Willd. – 6, *L. komarovii* – 9, *L. palustris* L. – 7; 2 вида *Glycine* Willd.: *G. Soja* Sieb. et Zucc. – 2, *G. max* (L.) Merr. – 1; *Phaseolus vulgaris* L. – 1; 10 видов *Vicia*: *V. amoena* Fisch. – 12, *V. amurensis* – 23, *V. baicalensis* – 1, *V. cracca* – 21, *V. japonica* – 1, *V. ohwiana* – 3, *V. pseudorobus* – 15, *V. ramuliflora* (Maksim.) Ohwi – 9, *V. segetalis* Thuill. – 2, *V. subrotunda* – 1 и 3 вида *Vigna* Savi: *V. angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi– 2, *V. radiata* (L.) Wilczek– 1, *V. unguiculata* (L.) Walp.– 1).

В данной экспедиции удалось собрать наибольшее число реликтов третичной флоры, представителей «оробоидных» видов чины и вики (*Lathyrus davidii*, *L. humilis*, *L. komarovii*, *L. japonicus*, *L. palustris*, *Vicia baicalensis*, *V. pseudorobus*, *V. subrotunda*, *V. ohwiana*, *V. ramuliflora*, *V. unijuga* A. Br., имеющих большую ценность для исследователей, занимающихся спорными вопросами систематики трибы *Vicieae*, а так же представляющих интерес с практической точки зрения как высокобелковые кормовые растения.

Северо-восточный Китай (провинция Цзилинь), северное и южное Приморье

Исследования дикорастущей растительности российского Дальнего Востока в 2013 году были проведены с 21 сентября по 22 октября в самых

южных и северных точках Приморского края и на островах залива Петра Великого (о. Попова, о. Русский). На юге, в Хасанском районе, участниками экспедиции были изучены территории от Хасана на границе Северной Кореи, Китая и России до п. Витязь и все бухты полуострова Гамова. Самые северные точки маршрута находились в окрестности Тернея (в устье реки Серебрянки). Кроме того, были осуществлены исследования флоры в Дальневосточном морском и Сихотэ-Алинском биосферных заповедниках. Экспедиционные работы в Китае (в провинции Цзилинь) велись в Чаньбайшаньском заповеднике и в окрестностях г. Хуньчунь (табл.1, рис. 4). Общая протяженность маршрута составила 3000 км. [13]

В ходе экспедиции было обследовано 55 местообитаний, собраны 353 гербарных листа декоративных, лекарственных и кормовых растений и 40 образцов семян сем. *Fabaceae* (табл. 2). Из них на юге Приморья были найдены 11 видов дикорастущих родичей зернобобовых культур: *Glycine soja*, *Lathyrus davidii*, *L. japonicus*, *L. komarovii*, *L. palustris*, *Vicia amurensis*, *V. cracca*, *V. unijuga*, *V. japonica*, *V. pseudoorobus*, *V. subrotunda*, на севере – 7 видов: *Lathyrus humilis, L. japonicus*, *L. komarovii*, *Vicia amoena*, *V. cracca*, *V. macrantha*, *V. ohwiana*, *V. unijuga.*

В Сихотэ-Алинском заповеднике были найдены виды, не указанные во «Флоре Сихотэ-Алинского заповедника» (Галанин и др., 2004). Из бобовых растений на территории заповедника впервые были обнаружены два вида *Vicia ohwiana* и *V. macrantha* и разновидность вики однопарной – V. *unijuga var. apoda* Maxim.

Заключение

Таким образом, в результате 14 экспедиций, проведенных с участием сотрудников отдела в 2008–2013 гг. по территории РФ, Армении, Грузии и Китаю было собрано 544 образца представителей 62 видов бобовых растений. Наибольшее число образцов и видов было найдено на Дальнем Востоке и Урале. Значительное генетическое разнообразие зерновых бобовых культур и их дикорастущих родичей собрано на Кавказе. Большинство эндемичных и редких видов были обнаружены во флористически богатых регионах Кавказа, Урала и Российского Дальнего Востока.

Самое большое число образцов было представлено видами *Vicia cracca* (горошек мышиный) и *Lathyrus pratensis* (чина луговая). Мониторинг обширного ареала *V. cracca* позволил найти образцы от 60°15' (Архангельская обл.) до 42°37' с. ш. (Грузия), от 28°57' (Псковская обл.) до 140°46' в. д. (Хабаровский кр.) При обследовании ареала *L. pratensis* были выявлены и собраны образцы от 63°57' (Архангельская обл.) до 42°37' с. ш. (Грузия), от 28°04' (Архангельская обл.) до 61°18' в. д. (Челябинская обл.). Из очень редких

[13] Экспедиция проводилась совместно с сотрудниками БИН РАН при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-04-10089-к в рамках проекта «Научный проект проведения экспедиции на Дальний Восток».

и охраняемых видов *Vavilovia formosa*, *Cicer minutum*, *Vicia ohwiana*, *V. nervata*, *V. crocea*, *V. serratifolia* и *Lathyrus litvinovii*, внесенных в Красные книги регионов и России, была выделена ДНК для хранения в генетическом банке ВИР.

25 видов из родов *Vicia* и *Lathyrus* привлечены в коллекцию впервые, многие из них являются эндемиками, третичными реликтами и встречаются в природе очень редко. Виды *Vavilovia formosa, Cicer minutum, Vicia macrantha* и *Vicia ohwiana* были найдены в новых местообитаниях.

Собранный в экспедициях материал вовлечен в молекулярно-генетические изучения и пополнил банк ДНК бобовых культур. Образцы, принадлежащие к родам *Vicia* и *Lathyrus*, были включены в исследование по проблемам классификации и филогении одной из наиболее сложных в систематическом отношении и наиболее представленной в коллекции зернобобовых ВИР трибы *Vicieae.*

Литература

Алексеев Ю. Е., Денисова Л. В., Шовкун М. М. Сосудистые растения Приокско-Террасного заповедника. М., 2004. 104 с.

Галанин А. В., *Аверкова Г. П.*, *Баркалов В. Ю., Безделева Т. А.* и др. Флора Сихотэ-Алинского заповедника. Владивосток, 2004. 301 с.

Гвоздецкий Н. А. Кавказ. Очерк природы. М., 1963. 264 с.

Голубев А. А. Местообитания, сборы, культивирование и гибридизация Вавиловии красивой (*Vavilovia formosa* Fed.). // Сб. тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1990. Т. 135. С. 67–75.

Горчаковский П. Л., *Шурова Е. А.* Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья. М.: Наука, 1982. 208 с.

Гроссгейм А. А. Флора Кавказа. Т. V. М.–Л., 1952. 454 с.

Исаченко А. Г. Экологическая география Северо-Запада России. СПб, 1995. 206 с.

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР. Л, 1980. С. 10-20.

Красная книга Адыгеи. Майкоп, 2000. 418 с.

Красная книга Республики Дагестан. Махачкала, 2009. 552 с.

Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. Краснодар, 2007. С.147.

Куликов П. В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург-Миасс, 2005. 537 с.

Макашова Р. Х., *Дрозд А. М.*, *Адамова О. П.*, *Голубев А. А.* Многолетний горох // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1973. Т.51. Вып.1. С.44-56.

Муртазалиев Р. А. Нут маленький – *Cicer minutum* Boiss. et Hohen // В кн.: Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. С. 226–227.

Муртазалиев Р. А. Систематический анализ флоры Дагестана // Тезисы докладов международной научной конференции «Изучение флоры Кавказа». 2010. Пятигорск. С.79-81.

Муртазалиев Р. А., *Мусаев А. М.*, *Бурляева М. О.*, *Гусейнова З. А.*, *Раджабов Г. К.*, *Александрова Т. Г.*, *Коцеруба В. В. Vavilovia formosa* и *Cicer minutum (Fabaceae)* в Дагестане // Ботан. журн. 2012. Т. 97. № 7. С. 961–966.

Перечень объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края. Владивосток, 2002 г., 48 с.

Попов К. П. Вавиловия прекрасная – *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed. // В кн.: Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М, 2008. С. 266–268.

Прима В. М. Cicer minutum Boiss. et Hohen с Восточного Кавказа (гора Несин-Даг) // Новости сист. выс. раст. 1973. Т. 10. С. 189–190.

Станкевич А.К., Репьев С.И. Культурная флора. Зерновые бобовые культуры. Вика. Т. IV. Ч. 2. СПб, 1999. 492 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб, 1995. 992 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Генетическое разнообразие зернобобовых в коллекции ВИР как исходный материал для селекции

Вишнякова М. А., Александрова Т. Г., Булынцев С. В., Буравцева Т. В., Бурляева М. О., Егорова Г. П., Семенова Е. В., Сеферова И. В., Яньков И. И. Генетические ресурсы зернобобовых из «горячих точек» мирового биоразнообразия в коллекции ВИР. Средиземноморье ……..….. 5

Сеферова И. В., Бойко А. П., Шеленга Т. В., Шолухова Т. А. Результаты изучения образцов сои на Адлерской опытной станции ВИР в 2010–2012 гг. …….. 34

Буравцева Т. В., Егорова Г. П., Кошкин В. А. Исходный материал для селекции фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) на северо-западе Российской Федерации ……...……. 42

Успехи отечественной селекции зернобобовых культур на современном этапе

Зеленов А. Н., Наумкина Т. С., Задорин А. М., Уваров В. Н., Зеленов А. А. Орловский центр создания нового генетического разнообразия гороха 49

Брежнева В. И., Брежнев А. В. Селекция зимующего гороха на Кубани ……..... 58

Германцева Н. И. Селекция нута в условиях сухостепной зоны Поволжья ……. 66

Балашов В. В., Балашов А. В., Булынцев С. В. Селекции нута в Волгоградском государственном аграрном университете – 50 лет ……..…….. 83

Генетические ресурсы зернобобовых как объекты высокотехнологичных исследований

Чесноков Ю. В. Коммерческая roundup ready соя …… 98

Бурляева М. О. Использование ISSR-анализа для оценки генетического разнообразия и таксономических отношений у представителей рода *Lathyrus* L. …….... 108

Экспедиции как наиболее эффективный способ пополнения коллекции дикими родичами

Бурляева М. О., Сеферова И. В., Буравцева Т. В., Булынцев С. В., Александрова Т. Г., Вишнякова М. А. Пополнение генофонда диких родичей зернобобовых культур в коллекции ВИР как результат экспедиционной деятельности отдела в 2008-2012 гг. ……... 119

CONTENTS

Genetic diversity of grain legumes in the collection of VIR as source material for breeding

Vishnyakova M. A., Aleksandrova T. G., Bulyntsev S. V., Buravtseva T. V., Burlyaeva M. O., Egorova G. P., Semenova E. V., Seferova I. V., Yankov I. I. Genetic resources of grain legumes from the «hot spots» of the global biodiversity in the VIR collection. Mediterranean region ……... 5

Seferova I. V. , Boyko A. P. , Shelenga T. V. , Sholukhova T. A. Results of testing soybean accessions at VIR's adler experiment station in 2010–2012 ……..... 34

Buravtseva T. V. , Egorova G. P. , Koshkin V. A. Source material of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for breeding in the northwest of the Russian Federation . 42

The progress of domestic grain legume breeding at the present stage of development

Zelenov A. N., Naumkina T. S., Zadorin A. M., Uvarov V. N., Zelenov A. A. The Oryol center of new pea genetic diversity creation ……..……. 49

Brezhneva V. I., Brezhnev A. V. Breeding of winter pea in Krasnodar region …..…. 58

Germantseva N. I. Chickpea breeding in the dry steppe zone environments of the Volga region ……..…… 66

Balashov V. V., Balashov A. V., Bulyntsev S. V. 50-years of chickpea breeding activities at Volgograd state agricultural university ……..... 83

Genetic resources of grain legumes as objects of high-technology research

Chesnokov Yu. V. Commercial roundup ready soybean ……..… 98

Burlyaeva M. O. Using ISSR markers for the evaluation of genetic polymorphism and taxonomic relations of the genus *Lathyrus* L. representatives …… 108

Collecting missions as the most effective method to replenish the collection with crop wild relatives

Burlyaeva M. O., Seferova I. V., Buravtseva T. V., Bulyntsev S. V., Aleksandrova T. G., Vishnyakova M. A. The increase of genetic diversity of wild grain legume relatives in the VIR collections as a result of collecting activities in 2008-2012 …….……. 119

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 175, ВЫПУСК 3**

Технический редактор *В. Г Лейтан*
Компьютерная верстка *Л. Ю. Шипилиной*

Подписано в печать 24.09.2014 Формат бумаги 70×100 $^{1}/_{16}$
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 9,0 Тираж 300 экз. Зак.26/13

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

ООО «Р – КОПИ»
Санкт–Петербург, пер. Гривцова, 6^{Б}