

Генетическое разнообразие коллекции бобов (*Vicia faba*) ВИР и его использование в селекции

DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-181-189

УДК 635.65:631.523

Поступление/Received: 26.04.2020

Принято/Accepted: 21.09.2020



Genetic diversity of broad beans (*Vicia faba*) in the collection of the Vavilov Institute and its use in breeding

С. М. МАМЕДОВА, М. А. ВИШНЯКОВА*

S. M. MAMEDOVA, M. A. VISHNYAKOVA*

Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н.И. Вавилова,
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44
*✉ m.vishnyakova.vir@gmail.com

N.I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
42, 44 Bolshaya Morskaya Street,
St. Petersburg 190000, Russia
*✉ m.vishnyakova.vir@gmail.com

В статье приведены краткие сведения об истории коллекции конских бобов (*Vicia faba* L.) ВИР, ее составе, направлениях изучения и значении для отечественной селекции. Начало коллекции было положено в 1916 г. сборами Н. И. Вавилова на Памире. В настоящее время в коллекции 1733 образцов бобов из 67 стран мира, привлеченных путем обмена и выписки из зарубежных генбанков, полученных от селекционеров нашей страны и зарубежья, собранных в многочисленных экспедициях. Бобы конские – культура продовольственного (овощного) и кормового направлений использования, адаптированная к большому диапазону широт и высот. Большая часть коллекции представлена образцами кормового назначения. Главным принципом привлечения материала в коллекцию являются приоритеты отечественной селекции. В статье приведены сведения о ботаническом, эколого-географическом разнообразии коллекции бобов ВИР, актуальных вопросах ее изучения, а также использования в селекционном процессе. Описаны биологические особенности культуры, особенности овощных и кормовых образцов, исходный материал для актуальных направлений селекции. Представлен краткий анализ современного состояния селекции бобов в Российской Федерации и вклад ВИР в этот процесс, выразившийся не только в предоставлении исходного материала, но и в создании нескольких кормовых и овощных сортов. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений РФ зарегистрировано 30 сортов бобов, из них 28 отечественной селекции.

Ключевые слова: конские бобы, сорт, признак, кормовые бобы, овощные бобы.

The paper presents brief information about the history of the collection of broad (horse) beans (*Vicia faba* L.) at the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), its composition, research trends, and significance for domestic breeding. The collection started in 1916 with Vavilov's collecting activities in the Pamirs. Currently, the collection consists of 1733 accessions from 67 countries, obtained from foreign genebanks through germplasm exchange and seed requests, received from domestic and foreign breeders, and collected in numerous expeditions. Broad beans are used for food (vegetable) and feed; they are adapted to a wide range of latitudes and altitudes. A larger part of the collection is represented by fodder accessions. The main principle whereupon the collection is being augmented is the priorities of domestic breeding. The paper provides information on the botanical, environmental and geographical diversity of VIR's broad bean collection, its level of studiedness, current research issues, and the use of the collection in the breeding process. The crop's biological traits, characteristics of vegetable and fodder accessions, current breeding trends and source material for breeding are described. A brief analysis of the current status of broad bean breeding in Russia and VIR's contribution to this process is presented, including the Institute's direct involvement in the development of several cultivars of both feed and food uses. Presently, 30 broad bean cultivars are listed in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation, and 28 of them are the products of domestic breeding.

Key words: broad beans, cultivar, traits, fodder beans, vegetable beans.

Введение

Бобы конские – (*Vicia faba* L.), называемые в Европе также английскими или виндзорскими, – культура продовольственного (овощного) и кормового, направлений использования, адаптированная к большому диапазону широт и высот. Наряду с другими достоинствами зернобобовых они отличаются высокой потенциальной урожайностью семян и зеленой массы, относительной неполегаемостью стебля, содержат большое количество белка в семенах (до 34,5%) и крахмала (33,2–53,4%) (Zong et al., 2006). В настоящее время бобы производят в мире на 2,5 млн га. Мировые лидеры по производству этой культуры – Китай, Эфиопия, Австралия, Великобритания и Марокко (FAOSTAT, 2018).

Бобы – одна из самых древних культур, domesticiрованных в западной Сирии в непосредственной близости от Средиземного моря в 10-м тысячелетии до н. э. (Tanno, Wilcox, 2006). Район Юго-Западной Азии с восточными границами у Гималаев рассматривают как главный (первичный) центр происхождения и формообразования *V. faba*, Средиземноморский регион – в качестве вторичного (Muratova, 1931; Maxted, 1993).

Происхождение вида до сих пор вызывает множество дискуссий, поскольку его дикий предок не известен (Muratova, 1931; Cubero, 1982; Kosterin, 2014). Многочисленные попытки скрестить представителей *V. faba* с другими видами рода, в том числе наиболее морфологически близкими видами секции *Narbonensis* (Radzhi) Maxted, не увенчались успехом (Ramsay et al., 1984; Cubero, 1982;

Hanelt, Mettin, 1989). Виды этой секции имеют диплоидный набор $2n = 14$, в то время как у бобов – $2n = 12$. Размер генома *V. faba* ($13,3 \times 10^9$ пн), называемый гигантским, один из самых больших в роде *Vicia* и в целом у зерновых бобовых. Это затрудняет картирование генов и идентификацию локусов количественных признаков (Ellwood et al., 2008). Эксперименты с использованием белковых маркеров также не подтвердили близкого родства между *V. faba* и видами секции *Narbonensis*, как это прежде предполагалось на основании морфологического сходства (Jaaska, 1997). Все эти факты свидетельствуют о том, что *V. faba* генетически далек от других видов рода *Vicia*. Это дало основание для выделения его в отдельную секцию *Faba* (Mill.) Ledeb. (Kuricha, 1976; Maxted, 1993). Между тем вопрос о диком предке не теряет актуальности в связи с возможностью расширения генетического разнообразия культуры.

В средние века бобы были преобладающей зернобобовой культурой в Европе до интродукции в нее фасоли, привезенной из Нового Света (Biddle, 2017). Наряду с горохом и чечевицей бобы были также одной из основных зернобобовых культур в царской России (Tanfilyev, 1923). В СССР наибольшие площади бобы занимали в 1930–1960-х гг. – до 684 тыс. га в 1962 г. (Jenson, 1962). С середины 1960-х гг. произошло резкое сокращение посевных площадей вследствие широкого внедрения посевов кукурузы, а позднее – сои и нута. В настоящее время производственные площади кормовых бобов в РФ – 6620 га (Faostat, 2018), данных о производстве овощных бобов нет, известно только, что их охотно выращивают в мелких фермерских и личных хозяйствах.

Ограниченное производство этой ценной сельскохозяйственной культуры в нашей стране совершенно не оправданно. В течение долгого времени скромные масштабы имела и селекция бобов в РФ. Одним из наиболее популярных сортов продолжительное время оставался сорт 'Русские черные', районированный в 1942 г. Однако в последнее время намечаются позитивные сдвиги как в производстве, так и в селекции культуры. В Госреестре селекционных достижений РФ зарегистрировано 30 сортов, из них 28 отечественной селекции. Заметная роль в этом процессе принадлежит ВИР (State register..., 2019).

Коллекция ВИР – неизменный источник исходного материала для создания отечественных сортов бобов.

Наиболее подробно ботаническое и агроботаническое разнообразие собранного в коллекции генофонда было изучено в 1930-х гг., когда в ВИР была издана монография В. С. Муратовой «Бобы» (Muratova, 1931). Н. И. Вавилов очень ценил эту работу и постоянно ставил ее в пример в письмах коллегам в качестве правильной монографии по изучению культурной флоры (Vishnyakova, Yankov, 2017). В дальнейшем работы с коллекцией бобов ВИР, а также их изучение были продолжены сотрудниками ВИР И. И. Мирошниченко, Т. А. Волузневой, Р. Б. Деминой, С. В. Булынцевым.

Цель данной статьи – сделать обзор имеющегося в коллекции бобов генетического разнообразия, особенностей мобилизации его в коллекцию, кратких сведений о биологии культуры, актуальных вопросов изучения на современном этапе, а также использования коллекции в селекционном процессе.

История коллекции

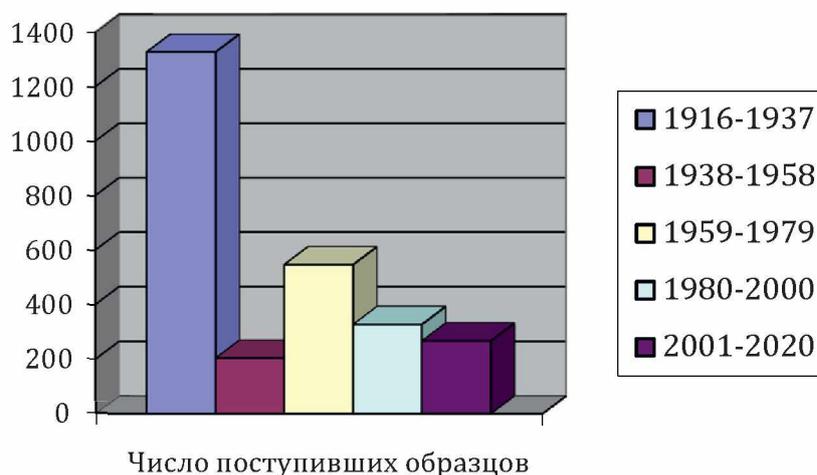
Начало коллекции бобов ВИР положили образцы с Памира (Таджикистан), собранные в 1916 г. Н. И. Вавиловым. Впоследствии Н. И. Вавилов доказал значение данной территории как одного из очагов формообразования культурных растений, в частности, разных разновидностей бобов. На Памире он впервые установил высотные пределы возделывания этой культуры – 2510 м (Vavilov, 1987), годы спустя из Афганистана и Абиссинии он привезет семена бобов, возделываемых на высоте 3000 м. В тропической Америке экспедиции ВИР встретят их на высоте 3700 м (Muratova, 1931).

Самые крупные поступления в коллекцию произошли в 1916–1937 гг. Образцы были привезены из экспедиций Н. И. Вавилова на Памир, в Туркестан, по Средиземноморью (1926–1927 гг.), поступили через него с Всероссийской сельскохозяйственной выставки (1923 г.), а также из экспедиций Е. Г. Черняковской в Персию (1921 г.), П. М. Жуковского в Малую Азию (1926–1927 гг.), Н. И. Вавилова и В. Н. Лебедева в Афганистан (1924 г.) и др. Только из Средиземноморской экспедиции Н. И. Вавилов привез 95 образцов бобов (Vishnyakova, 2012).

В последующие годы коллекция пополнялась материалом, как привезенным из экспедиций, так и за счет поступлений от селекционеров и по международному обмену (рис. 1).

Рис. 1. Динамика поступления образцов бобов в коллекцию ВИР с 1916 по 2020 г.

Fig. 1. The dynamics of the introduction of broad bean accessions into the VIR collection in 1916–2020



В настоящее время в коллекции 1733 образца бобов из 67 стран мира. В таблице и на рисунке 2 представлено разнообразие коллекции по происхождению. Наибольшую часть коллекции составляют поступления 1922–1991 гг. с территории бывшего СССР.

Мобилизация нового материала в коллекцию в наши дни проводится с учетом приоритетов отечественной селекции: высокой семенной продуктивности, скороспелости, детерминантного типа роста стебля, одновременного созревания бобов, устойчивости к бо-

Таблица. Географическое происхождение образцов коллекции бобов ВИР
Table. Geographic origin of broad bean accessions preserved in the VIR collection

Регионы и страны мира / Regions and countries of the world		Число образцов / Number of accessions	%
СССР*		706	47,0
Российская Федерация (РФ)**		42	2,8
Страны СНГ		51	3,4
Европа	Германия	102	6,8
	Великобритания	81	5,4
	Франция	50	3,3
	Остальные страны Европы	97	6,4
Китай		75	5,0
Страны Восточной Азии		67	4,5
Африка		128	8,5
Остальные страны мира		103	6,8

* – сумма образцов из всех республик, включая РСФСР (до 1991 г.)

** – после 1991 г.

* – aggregate number of accessions from all the republics of the USSR, including Russia (before 1991)

** – after 1991

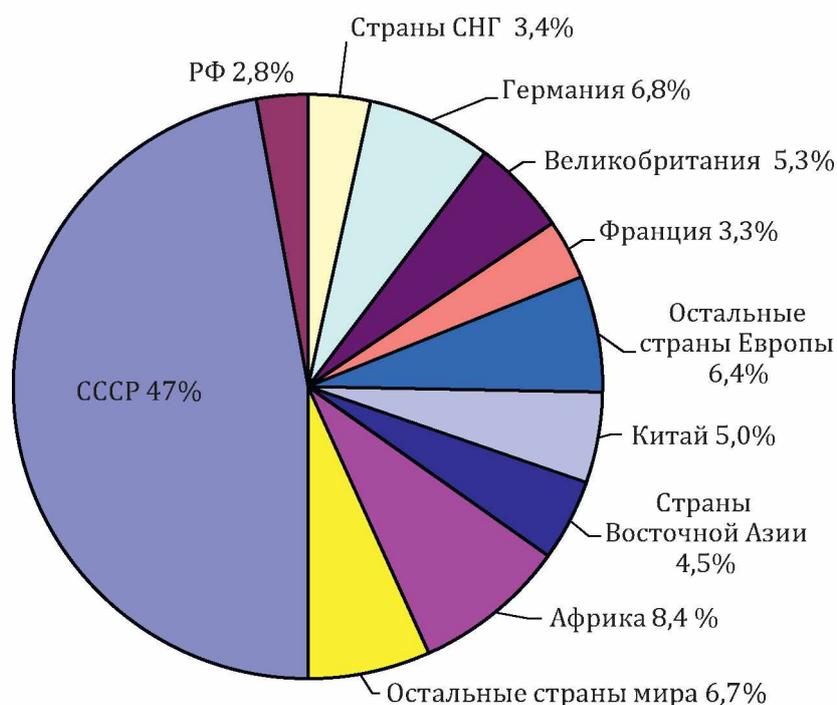


Рис. 2. Географическое происхождение образцов

Fig. 2. Geographic origin of accessions

лезням, основные из которых аскохитоз, ботридиоз (шоколадная пятнистость и серая гниль) и фузариозное увядание. Актуальное направление современной селекции – улучшение качественных характеристик создаваемых сортов: повышение содержания белка в семенах и зеленой массе, минимизация концентрации антипитательных веществ в семенах – танина, вицина и конвигина.

В этой связи ценным поступлением в коллекцию явился набор образцов, отличающихся высоким качеством семян, в частности отсутствием или пониженным содержанием в них фенольных соединений – танинов, из INRA (Institut national de la recherche agronomique, Франция) (Vishnyakova et al., 2012). В коллекции имеются и образцы, характеризующиеся низким содержанием других антипитательных веществ – гликозидов вицина и конвигина. Это преимущественно современные сорта европейского происхождения.

Поступления из европейских стран последних лет содержат также сорта с детерминантным типом роста стебля. Они характеризуются одновременным созреванием, неполегаемостью, устойчивостью к осыпанию плодов.

В зарубежных поступлениях последних лет преобладают образцы из Китая, Сирии, Марокко и Португалии – стран, где бобы производятся в сравнительно больших масштабах.

Состав коллекции

По статусу образцы распределены следующим образом: селекционные сорта (AC) – (27,8%), местные сорта (LR) – (56,7%), селекционные линии (LI) – (15,2%) (Vishnyakova et al., 2018).

В работе с коллекцией мы придерживаемся ботанической классификации В. С. Муратовой (Muratova, 1931).

Вид *Vicia faba* L. она разделяет на два подвида:

1. subsp. *paucijuga* (Alef) Murat. – эндемичные формы из Индии (короткий и тонкий стебель, очень мелкие семена);
2. subsp. *eu-faba* Murat. – все другие формы из различных стран мира.

Подвид содержит три разновидности в соответствии с массой 1000 семян:

1. var. *minor* Beck. (мелкие 400–600 г);
2. var. *equina* Pers. (средние 600–900 г);
3. var. *major* Harz. (крупные, более чем 900 г) (Muratova, 1931).

Анализ внутривидовой изменчивости признаков на территории естественного ареала вида (Средиземноморье, Юго-Западная, Центральная и Южная Азия) выявил две отличительные группы на двух противоположных концах этого региона: формы с крупными семенами на Западе и мелкосеменные формы, сосредоточенные в Юго-Западной Азии, Индии, Афганистане, Бухаре и Кашмире. Восточная группа, обладающая большей территорией, более древняя, восходит к неолитической культуре, с наибольшим количеством эндемичных форм и разнообразием признаков вида, имеющих много специфических черт, отсутствующих в западной группе (Muratova, 1931).

Современные исследования посредством молекулярных маркеров подтвердили, что популяции бобов из Индии, Пакистана и частично Афганистана генетически близки друг к другу и обособляются от образцов

из Европы, Западного Средиземноморья и Ближнего Востока (Potokina et al., 2008).

В 1937 г. В. С. Муратовой опубликована эколого-географическая классификация бобов. Все разнообразие вида разбито на 17 эколого-географических групп, из которых 15 объединяют собственно бобы (индийская, кашмирская, белуджистанская, памиро-бадахшанская, иранская, горная дагестанская, сванетская, египетская, средиземноморская, южноевропейская, западноевропейская, средневропейская, бореальная, японо-китайская, абиссинская), а две относятся к предполагаемым ближайшим родичам *V. narbonensis* L. (сирийская) и *V. pliniana* (Trab.) Muratova (горно-африканская) (Muratova, 1937).

По направлениям использования различают бобы кормовые и овощные.

Большая часть коллекции представляет собой образцы кормового назначения. На корм скоту используются как семена, так и вегетативная масса. Кормовые бобы мелкосемянные, принадлежат к разновидностям *minor* и *equina*. Зеленая масса отличается высокой питательной ценностью – в ней содержится сырого протеина в 1,5–2 раза больше, чем в зеленой массе кукурузы (13,8–21,5%). Белок бобов конских, как и большинства бобовых, дефицитен по содержанию незаменимых аминокислот метионина и цистеина, что необходимо учитывать при составлении рациона животных с участием бобов. На силос бобы выращивают в смешанных посевах со злаковыми культурами (просо, овес, суданская трава, кукуруза), которые содержат эти аминокислоты в достаточном количестве (Jenson, 1962).

Установлено, что наблюдается дифференциация в пользе кормов из бобов, так же как и в допустимых количествах антипитательных веществ, для разных видов домашних животных. К примеру, присутствие вицина и конвигина влияет на метаболизм кур-несушек, но оказывает ограниченное влияние на цыплят-бройлеров, свиней или жвачных животных. Это необходимо учитывать как в селекции, так и при скормливании кормов из бобов разным группам животных (Grépon, 2010; Duc et al., 2011).

Овощные сорта бобов собирают, когда семена достигают молочной спелости. Их используют в домашней кулинарии и для консервирования. Они отличаются крупными плоскими семенами, их сорта относятся к разновидности *major*. Среди овощных культур бобы лидируют по содержанию белка и незаменимых аминокислот, богаты витаминами, углеводами, органическими кислотами, биологически активными соединениями и микроэлементами. Это продукт функционального питания. Семена бобов могут употребляться в свежем и переработанном виде, и сохраняются в заморозке (Pronina et al., 2019).

В настоящее время в коллекции ВИР насчитывается около 400 образцов овощных бобов. Основные признаки, по которым ведется селекция овощных бобов в Российской Федерации: скороспелость, высокая семенная продуктивность, качество семян по биохимическим показателям, вкусовые качества, нерастрескиваемость бобов при созревании (Vishnyakova et al., 2013).

Считается, что только белоцветковые сорта пригодны для консервирования. Белые цветки обычно указывают на отсутствие в семенах флавоноида лейкоантоцианидина, который вызывает изменение окраски семян после обработки. По этому признаку сорта для консервирования также делятся на две группы: сорта,

которые после стерилизации консервов становятся коричневыми и сохраняют типичный для бобов горький привкус, и сорта, сохраняющие светлую и зеленую окраску и утрачивающие горечь (Dyomina, 1979).

В 1960-х гг. к сортам, используемым в консервировании, стали предъявлять обязательные требования – белосемянность, так как сорта с окрашенными семенами вызывали помутнение заливной жидкости (Budanova, 1979), поэтому большинство овощных сортов бобов в наши дни обладают светлосемянностью. Альтернативой сорту ‘Русские черные’ стал созданный недавно сорт овощных бобов ‘Русские белые’ в ФГНБУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФНЦО) (Pronina et al., 2019). Так как белоцветковость контролируется только одним геном, то ее легко передать от сорта к сорту (Dyomina, 1979).

Биологические и агрономические характеристики бобов

Бобы – факультативный самоопылитель. Изменчивость признака автофертильности может быть очень высокой: от полной автогамии, когда пыльники раскрываются обычно еще до распускания цветка (буточная автогамия), до 56,2–62,7% перекрестного опыления (Семёнова, 1987). По данным для кормовых бобов степень перекрестного опыления в Нечерноземной зоне РФ составляет 15,0–32,0% (Dyomina, 1976; Sidorova, 1979). В связи с этим размножать коллекционные образцы следует на изолированных участках или под изоляторами и проводить тщательную сортовую прочистку. При селекционно-семеноводческой работе с бобами необходима пространственная изоляция, ограничивающая межсортовое перекрестное опыление.

Выяснено, что в условиях Ленинградской области цветение продолжается до 70 дней. Некоторые образцы в течение всего вегетационного периода образуют пасынковые прикорневые побеги и продолжают цвести (в зависимости от погодных условий) (Dyomina, 1973). Авторы данной статьи отмечали такие цветки на прикорневых пасынках, едва возвышающихся над почвой при уборке бобов в начале сентября.

Цветок бобов раскрывается во второй половине дня, и наибольшее количество раскрывшихся цветков можно наблюдать к 16–18 часам, когда прекращается лет бльшинства опылителей.

Корень стержневой, сильно ветвящийся в верхнем слое почвы на мелкие корешки. Главный корень проникает в почву на глубину 120–170 см. За счет такой длины он способен выносить фосфор из глубоких горизонтов почвы, что наряду с азотфиксирующей способностью бобов повышает ее плодородие (Kovalev, Dozortsev, 1963).

Стебель прочный, преимущественно прямой, или лежащий во время появления бобов, ветвящийся только у основания, голый или опушенный, четырехгранный, высотой от 10 до 150 см и выше.

Длина плодов (бобов) варьирует от 4 до 35 см.

Окраска семян – хороший диагностический признак для систематики. Семена бобов, как и других зернобобовых культур, варьируют по окраске от серовато-белых до черных с переходами через кремовые, желтые, розовые, зеленые, серые, фиолетовые, коричневые (Mugatova, 1931).

Бобы – растения длинного дня. Они малотребовательны к теплу, холодостойкие. Всходы переносят заморозки до –4, –6°C. Наиболее благоприятная температура

для роста и развития бобов +19, +20°C. Культура влаголюбивая, но способная произрастать на неорошаемых землях (Kovalev, Dozortsev, 1963).

Древность культуры и разнообразие условий возделывания привели к большой амплитуде изменчивости продолжительности вегетационного периода. Разница во времени созревания скороспелых и позднеспелых образцов достигает почти месяц. По описаниям сортов в Государственном реестре вегетационный период измеряется 91–120 днями (State register..., 2019). Скороспелые сорта бобов относятся к бореальной, дагестанской, сванетской, египетской, эфиопской эколого-географическим группам, среднеспелые – к южноевропейской, позднеспелые – к западноевропейской, средневропейской и средиземноморской. У бобов, как и других зернобобовых культур, существует прямая положительная корреляция между продолжительностью межфазного периода «всходы – цветение» и полного вегетационного периода. Основными факторами, влияющими на продолжительность вегетационного периода, являются температурные условия, при равных температурах – сумма осадков (Dyomina, 1973).

В бобе в среднем от 0,8 до 6,1 семян. Масса 1000 семян у разных образцов колеблется от 60 до 2400 г. Этот признак в определенной степени зависит от почвенно-климатических факторов. Семенная продуктивность одного растения может достигать 127 г (Zong et al., 2006).

Антипитательные вещества вицин и конвицин, содержащиеся в семядолях сырых бобов, в организме образуют свободные радикалы, провоцирующие гемолиз эритроцитов, что вызывают у человека опасное заболевание фавизм (от латинского *faba*) (Grépon et al., 2010). При наличии в геноме растения рецессивных аллелей гена *vc*, определяющих низкое содержание этих веществ, их количество уменьшается в 10–20 раз (Khazaei et al., 2017). Второй класс антипитательных веществ семян бобов – танины – содержатся в семенной оболочке: от 6 до 10 г/кг сухого веса (Duc et al., 1989). Известна взаимосвязь между белоцветковостью (отсутствием пигментации на лепестках) и отсутствием танина в семенах (Duc et al., 1989). Этот морфологический маркер способствует выявлению образцов с отсутствием танина прямо в поле без биохимических исследований (рис. 3, а, б).

Современное состояние селекции бобов в РФ и роль в ней коллекции ВИР

Ежегодно из ВИР в различные селекционные учреждения рассылаются образцы, представляющие интерес как источники ценных хозяйственных признаков.

Первый селекционный сорт бобов, созданный в России, – ‘Русские черные’. Сорт был включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к возделыванию во всех регионах страны с 1943 г. Оригинатор сорта – ВНИИССОК (в наши дни – ФНЦО). Этот высокопродуктивный овощной сорт с темно-фиолетовыми семенами долгие годы был стандартом в системе сортоиспытаний.

Однако в селекции отечественных сортов бобов был многолетний простой. На полях страны производили в основном зарубежные сорта, ряд из которых служили стандартами на госсортоучастках: ‘Херц Фрея’, ‘Широкко’, ‘Трой’ (Германия), ‘Микко’, ‘Укко’ (Финляндия), ‘Аушра’ (Литва), ‘Агрия’ (Швеция), ‘Альфред’ (Нидерланды) и др.

В настоящее время селекцией бобов в РФ занимается несколько государственных селекционных учре-



Рис. 3. Обычный фенотип с пигментированными лепестками (а). Сорт 'Toret' (к-2286, Чехословакия) с белыми цветками без пигментации (б) (фото авторов)

Fig. 3. Conventional phenotype with pigmented petals (a). Cv. 'Toret' (k-2286, Czechoslovakia) with white flowers without pigmentation (b) (photos by the authors)

ждений: ФНЦО (Московская обл.), ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» (ФНЦЗБК) (г. Орел), Тульский НИИСХ – ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» (Московская обл.), ВИР (г. Санкт-Петербург), а также частные компании. В результате их деятельности созданы и районированы 16 сортов овощных и 12 кормовых из общего числа зарегистрировавшихся в Государственном реестре. Два районированных сорта – зарубежной селекции (State register..., 2019). Все сорта рекомендованы к производству во всех районах РФ.

ВИР внес значимый вклад в селекцию бобов. В 1999 г. в Государственный реестр был включен сорт овощных бобов 'Вировские', созданный в институте совместно с ЗАО «Русские семена» и ООО «Евро-семена». Крупные семена этого сорта имеют светлую оболочку, что предпочтительно как для перерабатывающей промышленности, так и для кулинарии.

В результате сотрудничества с Тульским НИИСХ и многолетней оценки генофонда по ряду ценных селекционных признаков путем многократного массового отбора белоцветковых растений из образца и-579969 – 'Express' (Франция) – была выделена линия овощных бобов ЛБ-69. В течение восьми лет (2006–2013 гг.) в условиях Ленинградской и Тульской областей линия выделялась по признакам высокой семен-

ной продуктивности, скороспелости и нестрессивности бобов. В засушливом 2010 г. ее урожайность в условиях Тульской области оказалась самой высокой среди 25 изучавшихся коллекционных образцов различного географического происхождения. В 2013 г. линия ЛБ-69 была внесена в Государственный реестр селекционных достижений РФ под названием 'Анна' селекции ВИР и Тульского НИИСХ. Сорт также светлосемянный, отличается высокими вкусовыми качествами, отсутствием или пониженным содержанием вицина и конвигина (Bulyntsev, Telikh, 2015).

Изучение мирового генофонда позволило разработать морфологические и биологические параметры модельного сорта кормовых бобов для использования его в производстве. В результате многолетнего полевого изучения в условиях Ленинградской области (г. Пушкин) из образцов к-2112 'Top-less' и к-2239 'VF 1 8096' (Германия) методом многократного отбора выделены линии кормовых бобов с ценными селекционными признаками, детерминантным типом роста стебля. В результате совместно с Тульским НИИСХ был создан сорт кормовых бобов 'Дружные', включенный в государственное сортоиспытание в 2012 г. (Bulyntsev, Telikh, 2010). Уникальность сорта – в одновременном созревании бобов, что позволяет проводить уборку на зерно прямым комбайнированием (рис. 4). Сорт отличается



Рис. 4. Сорт кормовых бобов 'Дружные' (к-2579, Россия) (фото С. В. Булынцева)

Fig. 4. Broad bean cultivar 'Druzhnye' (k-2579, Russia) (photo by S. V. Bulyntsev)

относительной засухоустойчивостью, рекомендуется для использования на семена и как поддерживающая культура в смешанных посевах с викой и горохом (Telikh, Bulyntsev, 2017).

Дальнейшее сотрудничество с Тульским НИИСХ привело к созданию в 2016 г. нового сорта бобов пищевого и кормового использования 'Находка'. Сорт получен методом индивидуального отбора с последующим многократным массовым отбором из коллекционного образца к-2271 (Бельгия). Наряду с целым рядом агрономических достоинств сорт обладает очень хорошими вкусовыми качествами, отсутствием антипитательных веществ в семенах, пригоден для консервирования (Telikh, Bulyntsev, 2016, 2017).

Подытоживая обзор селекции бобов в нашей стране, нужно подчеркнуть, что разнообразие, сохраняемое в коллекции ВИР, предоставляет неограниченные возможности для выявления потенциала продуктивности, адаптивности и расширения агрономического ареала культуры бобов.

Заключение

Коллекция бобов ВИР, имеющая более чем столетнюю историю, содержит образцы из всех производящих эту культуру стран мира, а также местные сорта, привезенные из многочисленных экспедиций, в том числе из центров происхождения культуры. Коллекция включает все эколого-географическое разнообразие вида *Vicia faba* L. Она служит источником исходного материала для создания сортов кормового и овощного направлений использования, отвечающих современным потребительским требованиям. В коллекции имеются ценные формы – источники селекционно значимых признаков, обладающие высоким качеством семян – без антипитательных веществ, а также современные технологичные морфотипы с детерминантным типом роста и одновременным созреванием бобов. Ограниченные производственные площади бобов в нашей стране и скромные масштабы селекции служат побудительными мотивами для дальнейшей мобилизации современных мировых достижений селекции в коллекцию ВИР, а также интенсивного изучения генофонда бобов для более широкого и конструктивного взаимодействия с селекционными учреждениями и популяризации этой ценной культуры.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0002 «Научное обеспечение эффективного использования мирового генофонда зернобобовых культур и их диких родичей коллекции ВИР».

This study was implemented within the framework of the State Task in accordance with the theme plan of VIR, Project No. 0662-2019-0002 "Scientific support for effective utilization of the global genetic diversity of grain legume crops and their wild relatives from the VIR collection".

References/Литература

- Biddle A.J. Peas and beans. CAB International; 2017. DOI: 10.1079/9781780640914.0000
- Budanova V.I. The source material for the breeding of vegetable bean (Iskhodny material dlya selektsii ovoshchnoy fasoli). *Trudy po selektsii ovoshchnykh kultur = Proceedings on Vegetable Crop Breeding*. 1979;(9):64-66. [in Russian] (Буданова В.И. Исходный материал для селекции овощной фасоли. *Труды по селекции овощных культур*. 1979;(9):64-66).
- Bulyntsev S.V., Telikh K.M. Global collection of VIR. Accessions of fodder beans promising for cultivation in Tula Province (Mirovaya kolleksiya VIR. Obratzny kormovykh bobov, perspektivnye dlya vozdelvaniya v Tulskey oblasti). *Fodder Production*. 2010;(6):29-31. [in Russian] (Булынцеv С.В., Телих К.М. Мировая коллекция ВИР. Образцы кормовых бобов, перспективные для возделывания в Тульской области. *Кормопроизводство*. 2010;(6):29-31).
- Bulyntsev S.V., Telikh K.M. Faba beans breeding in the Tula region. *Fodder Production*. 2015;(11):37-39. [in Russian] (Булынцеv С.В., Телих К.М. Селекция овощных бобов в Тульской области. *Кормопроизводство*. 2015;(11):37-39).
- Crépon K., Marget P., Peyronnet C., Carrouée B., Arese P., Duc G. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*. 2010;115(3):329-339. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.09.016
- Cubero J.I. Interspecific hybridization in *Vicia*. In: *Faba bean improvement*. The Hague, Netherlands: Martines Nijhoff Publishers; 1982. p.91-108.
- Duc G., Link W., Marget P. Genetic adjustment to changing climates: Faba bean in crop adaptation to climate change. In: *Crop adaptation to climate change*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2011. p.269-286.
- Duc G., Sixdenier G., Lila M. Search of genetic variability for vicine and convicine content in *Vicia faba* L. A first report of a gene which codes for nearly zero-vicine and zero convicine contents. In: *Recent advances of research in anti-nutritional factors in legumes seeds*. Netherlands; Pudoc; 1989. p.305-313.
- Dyomina R.B. The source material for the breeding of vegetable beans (Iskhodny material dlya selektsii ovoshchnykh bobov). *Trudy po selektsii ovoshchnykh kultur = Proceedings on Vegetable Crop Breeding*. 1979;(9):66-69. [in Russian] (Демина Р.Б. Исходный материал для селекции овощных бобов. *Труды по селекции овощных культур*. 1979;(9):66-69).
- Dyomina R.B. The variability of the growing season in beans (*Faba bona* Medic). *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1973;51(1):57-66. [in Russian] (Демина Р.Б. Изменчивость вегетационного периода у бобов (*Faba bona* Medic). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1973; 51(1):57-66).
- Dyomina R.B. To the history of taxonomy *Faba bona* Medic. *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1976;57(3):72-81. [in Russian] (Демина Р.Б. К истории систематики *Faba bona* Medic. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1976;57(3):72-81).
- Ellwood S.R., Phan H.T.T., Jordan M., Hane J., Torres A.M., Avila C.M. et al. Construction of a comparative genetic map in faba bean (*Vicia faba* L.); conservation of genome structure with *Lens culinaris*. *BMC Genomics*. 2008;9:380. DOI: 10.1186/1471-2164-9-380
- FAOSTAT 2018. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed on August 9, 2019).
- Hanelt P., Mettin D. Biosystematic of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1989;20:199-223.
- Jaaska V. Isoenzyme diversity and phylogenetic affinities in *Vicia* subgenus *Vicia* (*Fabaceae*). *Genetic*

- Resources and Crop Evolution*. 1997;44:557-574. DOI: 10.1023/A:1008630003045
- Jenson A. Fodder bean – a valuable fodder crop. In: N.A. Maysuryan (ed.). *Fodder beans abroad. Collection of translations*. Moscow: Selkhozizdat; 1962. p.9-13. [in Russian] [Енсон А. Кормовые бобы – ценная кормовая культура. В кн.: Кормовые бобы за рубежом: Сборник переводов / под ред. Н.А. Майсурына. Москва: Сельхозиздат; 1962. С.9-13].
- Khazaei H., Purves R.W., Song M., Stonehouse R., Bett K.E., Stoddard F.L. et al. Development and validation of a robust, breeder-friendly molecular marker for the *vc* locus in faba bean. *Molecular Breeding*. 2017;37(11):140. DOI: 10.1007/s11032-017-0742-5
- Kosterin O.E. The lost ancestor of the broad bean (*Vicia faba* L.) and the origin of plant cultivation in the Near East. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014;18:831-840. DOI: 10.18699/VJ15.118
- Kovalev V.N., Dozortsev L.A. A methodological guide for breeding and seed production of fodder beans in the BSSR (source material for breeding) (Metodicheskoye rukovodstvo po selektsii i semenovodstvu kormovykh bobov v usloviyakh BSSR [iskhodny material dlya selektsii]). Gorki; 1963. [in Russian] [Ковалев В.Н., Дозорцев Л.А. Методическое руководство по селекции и семеноводству кормовых бобов в условиях БССР (исходный материал для селекции). Горки; 1963].
- Kupicha F.K. The infrageneric structure of *Vicia*. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh*. 1976;34:131-162.
- Maxted N. A phenetic investigation of *Vicia* L. subgenus *Vicia* (Leguminosae, Viciaeae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 1993;111(2):155-182. DOI: 10.1111/j.1095-8339.1993.tb01897.x
- Muratova V.S., Common beans (*Vicia faba* L.). *Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding*. 1931; Suppl 50:248-298. [in Russian] [Муратова В.С. Бобы (*Vicia faba* L.). Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1931; Приложение 50:248-298].
- Muratova V.S. *Vicia* L. In: *Cultivated Flora of the USSR. Vol. IV. Grain Legumes (Kulturnaya flora SSSR. T. IV. Zernovye bobovye)*. Moscow; Leningrad: VIR; 1937. p.79-122. [in Russian] [Муратова В.С. *Vicia* L. В кн.: Культурная флора СССР. Т. IV. Зерновые бобовые. Москва; Ленинград: ВИР; 1937. С.79-122].
- Potokina E.K., Bulyntsev S.V., Tomooka N., Vogan D. To the question about origin of cultivated bean and intraspecific variability in *Vicia faba* L. according to the results of molecular marking of genome. *Agricultural Biology*. 2008;43(3):48-57. [in Russian] [Потокина Е.К., Булынец С.В., Томоока Н., Воган Д. К вопросу о происхождении возделываемых бобов и внутривидовом разнообразии *Vicia faba* L. по результатам молекулярного маркирования генома. *Сельскохозяйственная биология*. 2008;43(3):48-57].
- Pronina E.P., Ushakov V.A., Kotlyar I.P., Soldatenko A.V. Russkie belye is a new heavyproductive promising variety of vegetable beans (*Vicia faba* L.). *Vegetable Crops of Russia*. 2019;(6):50-52. [in Russian] [Пронина Е.П., Ушаков В.А., Котляр И.П., Солдатенко А.В. Русские белые – новый урожайный перспективный сорт бобов овощных (*Vicia faba* L.). *Овощи России*. 2019;(6):50-52]. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-6-50-52
- Ramsay G., Pickersgill B., Jones J.K., Hammond L., Stewart M.H. Barriers to interspecific hybridization between *Vicia faba* and other species of section Faba. In: P.D. Hebblethwaite, T.C.K. Dawkins, M.C. Heath, G. Lockwood (eds). *World Crops: Production, Utilization, Description. Vol. 10. Vicia faba: Agronomy, Physiology and Breeding*. Dordrecht, the Netherlands; 1984. DOI: 10.1007/978-94-017-3647-3_22
- Semenova E.V. Mode of pollination and seed productivity of fodder beans. *Scientific and Technical Bulletin of the N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry*. 1987;170:26-30. [in Russian] [Семенова Е.В. Способ опыления и семенная продуктивность кормовых бобов. *Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова*. 1987;170:26-30].
- Sidorova V.F. Biology of pollination of fodder beans in the south of the Non-Chernozem zone (Biologiya opyleniya kormovykh bobov v usloviyakh yuga Nechernozemnoy zony). *Byulleten nauchno-tehnicheskoy informatsii VNI zernobobovykh i krupyanykh kultur = Bulletin of Scientific and Technical Information of the All-Union Research Institute of Legume and Groat Crops*. 1979;25:22-26. [in Russian] [Сидорова В.Ф. Биология опыления кормовых бобов в условиях юга Нечерноземной зоны. *Бюллетень научно-технической информации ВНИИ зернобобовых и крупяных культур*. 1979;25:22-26].
- State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol. 1 “Plant varieties” (official publication). Moscow; 2019. [in Russian] [Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. «Сорта растений» (официальное издание). Москва; 2019].
- Tanfiliev G.I. Essay on the geography and history of major cultivated plants (Ocherk geografii i istorii glavneyshikh kulturnykh rasteniy). Odessa: State Publishing House of Ukraine; 1923. [in Russian] [Танфильев Г.И. Очерк географии и истории главнейших культурных растений. Одесса: Государственное издательство Украины; 1923].
- 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 B.P. *Vegetation History and Archaeobotany*. 2006;15(3):197-204. DOI: 10.1007/s00334-005-0027-5
- Telikh K.M., Bulyntsev S.V. The experience of growing new varieties of vegetable beans on chernozem soils of Tula Province (Opyt vyrashchivaniya novykh sortov ovoshchnykh bobov na chernozemnykh pochvakh Tulskey oblasti). *Nauchny obozrevatel = Science Observer*. 2016;10(70):56-58. [in Russian] [Телих К.М., Булынец С.В. Опыт выращивания новых сортов овощных бобов на черноземных почвах Тульской области. *Научный обозреватель*. 2016;10(70):56-58].
- Telikh K.M., Bulyntsev S.V. The influence of agrotechnical methods of cultivation on productivity of new vegetable and fodder beans' varieties. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017;8(68):270-275. [in Russian] [Телих К. М., Булынец С. В. Влияние агротехнических приемов возделывания на продуктивность новых сортов овощных и кормовых бобов. *Российский журнал сельскохозяйственных и социально-экономических наук*. 2017;8(68):270-275]. DOI: 10.18551/rjoas.2017-08.31
- Vavilov N.I. Five continents. Leningrad: Nauka; 1987. [in Russian] [Вавилов Н.И. Пять континентов. Ленинград: Наука; 1987].
- Vishnyakova M.A. The role of N.I. Vavilov in the creation of VIR grain legumes genetic resources collec-

tion. *Agricultural Biology*. 2012;5:31-38 [in Russian] (Вишнякова М.А. Роль Н. И. Вавилова в создании коллекции генетических ресурсов зернобобовых культур. *Сельскохозяйственная биология*. 2012;5:31-38).

- Vishnyakova M.A., Aleksandrova T.G., Buravtseva T.V., Bulyntsev S.V., Burlyaeva M.O., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V., Yankov I.I. Strategy and tactics of grain legumes genetic resources mobilization in VIR collection at the turn of XX–XXI centuries. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2012;169:41-52. [in Russian] (Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Булынецев С.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Янков И.И. Стратегия и тактика мобилизации генетических ресурсов зернобобовых в коллекции ВИР на рубеже XX–XXI веков. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2012;169:41-52).
- Vishnyakova M.A., Bulyntsev S.V., Burlyaeva M.O., Buravtseva T.V., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V. The initial material for grain legumes breeding in the collection of VIR. *Vegetable Crops of Russia*. 2013;(1):16-25. [in Russian] (Вишнякова М.А., Булынецев С.В., Бурляева М.О., Буравцева Т.В., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР. *Овощи России*. 2013;(1):16-25). DOI: 10.18619/2072-9146-2013-1-16-25
- Vishnyakova M.A., Seferova I.V., Buravtseva T.V., Burlyaeva M.O., Semenova E.V., Filipenko G.I., Aleksandrova T.G.,

Egorova G.P., Yankov I.I., Bulyntsev S.V., Gerasimova T.V., Drugova E.V. VIR global collection of grain legume crop genetic resources: replenishment, conservation and studying: (methodological guidelines). 2nd ed. M.A. Vishnyakova (ed.). St. Petersburg: VIR; 2018. [in Russian] (Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Филипенко Г.И., Александрова Т.Г., Егорова Г.П., Янков И.И., Булынецев С.В., Герасимова Т.В., Другова Е.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: (методические указания). 2-е изд. / под ред. М.А. Вишняковой. Санкт-Петербург: ВИР; 2018). DOI: 10.30901/978-5-905954-79-5

- Vishnyakova M.A., Yankov I.I. Valentina Semenovna Muratova. In: *Nikolai Ivanovich Vavilov's associates: Plant genetic diversity researchers (Anniversary edition)*. N.I. Dzyubenko, E.I. Gaevskaya, M.A. Vishnyakova, I.G. Loskutov, S.N. Kutuzova, L.Y. Shipilina, I.V. Kotelkina, E.A. Sokolova (eds). St. Petersburg: VIR; 2017. p.370-373. [in Russian] (Вишнякова М.А., Янков И.И. Муратова Валентина Семеновна. В кн.: *Соратники Николая Ивановича Вавилова: исследователи генофонда растений (юбилейное издание)* / под ред. Н.И. Дзюбенко, Е.И. Гаевской, М.А. Вишняковой, И.Г. Лоскутова, С.Н. Кутузовой, Л.Ю. Шипилиной, И.В. Котёлкиной, Е.А. Соколовой. Санкт-Петербург: ВИР; 2017. С.370-373).
- Zong X., Cheng X., Wang S. Food legume crops. In: *Crops and its relative species in China – Grain crops*. Beijing; 2006. p. 406–479.

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Мамедова С.М., Вишнякова М.А. Генетическое разнообразие коллекции бобов (*Vicia faba*) ВИР и его использование в селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(3):181-189. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-181-189

Mamedova S.M., Vishnyakova M.A. Genetic diversity of broad beans (*Vicia faba*) in the collection of the Vavilov Institute and its use in breeding. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(3):181-189. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-181-189

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-181-189>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

ORCID

Mamedova S.M. <https://orcid.org/0000-0003-2238-4714>

Vishnyakova M.A. <https://orcid.org/0000-0003-2808-7745>