

DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11185

УДК 635.655:631.52

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ НА АДЛЕРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР В 2016–2018 ГГ.

И.В. СЕФЕРОВА, кандидат биологических наук, ORCID.org/0000-0003-3308-9198,
E-mail: i.seferova@vir.nw.ru

И.Н. ПЕРЧУК, кандидат биологических наук, ORCID.org/0000-0001-6568-5248

А.П. БОЙКО*, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID.org/0000-0002-1510-8546

ФИЦ «ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА (ВИР)

* АДЛЕРСКАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ – ФИЛИАЛ ФИЦ ВИГРР ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА

Работа посвящена анализу первичного изучения 437 образцов сои коллекции ВИР, проведенному на Адлерской ОС в 2016-2018 гг. Этот материал ранее не изучался в системе ВИР, что определяет актуальность данной работы. Включенные в набор образцы поступили в коллекцию ВИР до 1998 г. из 42 стран мира и 6 областей России. Оценены признаки: продолжительность периода от всходов до созревания, семенная продуктивность, высота растений, высота расположения нижнего боба, размер и форма листочка, окраска семенной кожуры, масса 1000 семян, содержание белка и масла в семенах. Отмечена значительная межсортовая изменчивость изученных образцов практически по всем оцененным признакам, что позволяет выбирать источники для различных направлений селекции. Полная характеристика изученного материала опубликована в 2020 г. в 911-м выпуске «Каталога мировой коллекции ВИР».

Ключевые слова: соя (*Glycine max* (L.) Merr.), коллекция ВИР, изменчивость признаков, семенная продуктивность, содержание белка, содержание масла, период всходы-созревание.

TESTING OF SOYBEANS COLLECTION AT ADLER EXPERIMENTAL STATION OF VIR IN 2016–2018.

I.V. Seferova, orcid.org/0000-0003-3308-9198, E-mail: i.seferova@vir.nw.ru

I.N. Perchuk, orcid.org/0000-0001-6568-5248, E-mail: i.perchuk@vir.nw.ru

A.P. Boyko*, orcid.org/0000-0002-1510-8546, E-mail: aos.vir@mail.ru

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

* ADLER EXPERIMENT STATION OF VIR, BRANCH OF N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN
INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES (VIR)

Abstract: We reviewed 437 soybean accessions of the VIR collection. We tested these accessions at the Black Sea Coast of the Caucasus at Adler experimental station of VIR. These accessions had not been tested earlier at any experiment station of VIR. Accessions of various geographic origins came to the VIR collection before 1998. The work was performed according to VIRs methodological guidelines. We studied accessions by the following characteristics: days to maturation, seed productivity, plant height and lower pod setting height, leaf size and shape, color of seed coat, 1000 seed weight, oil and protein content in seeds. In this material, we revealed a large variability in all characteristics, which allows to select sources for different breeding programs. Full-scale characterization of the material was published in 2020 (Catalogue of the VIR Global Collection. Issue 911).

Keywords: soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), the VIR collection, variability of characters, seed productivity, protein content, oil content, «germination – maturation» period.

Введение

Соя является важнейшей культурой мирового растениеводства. Производство сои в России за последние годы уверенно возрастает. Россия обладает земельными ресурсами для производства сои, сортами, опытом производства и селекции. В 2019 г общие площади под соей в России составляли более 3 млн. га. Прирост составил 3,1% к 2018 г., 51,0% к 2014 г. и 629,6% к 2001 г. [1]. Основное производство сои сосредоточено в Дальневосточном и Центральном федеральных округах, около 12% площадей расположены в Южном, Приволжском, Сибирском и Северо-Кавказском федеральных округах. Небольшие посевы сои имеются в Уральском и Северо-Западном ФО. Наиболее существенный рост, как посевных площадей, так и сбора зерна за последние годы произошел в Центральном ФО [2].

Широкое агроэкологическое разнообразие условий производства сои в нашей стране, а также ее многоцелевое использование требуют адресного подбора материала. Применение культуры в продовольственных, кормовых, технических, медицинских и фармацевтических целях требует создания специализированных сортов с целевыми признаками, затребованными той или иной сферой их применения. В настоящее время селекцией сои в РФ занимается не менее 47 селекционных учреждений, расположенных в разных регионах страны, от ее западных до восточных границ [3]. Коллекция ВИР многие десятилетия обеспечивала селекционеров исходным материалом, происходящим из различных стран мирового производства культуры. Расширение посевов сои в России и заметное их продвижение на север в последние десятилетия усиливает актуальность изучения коллекции ВИР и поиск в ней источников признаков, необходимых селекционерам.

Коллекция сои в ВИР содержит 7400 образцов культурной сои (*Glycine max* (L.) Merr.), происходящих из 72 стран мира. Образцы коллекции проходят первичное изучение на опытных станциях ВИР, а результаты оценки фиксируются в оценочных базах данных и публикуются в каталогах ВИР. Наличие систематизированной информации об образцах коллекции дает возможность осуществлять подбор материала для передачи его в селекционные организации для различных селекционных программ. Самый первый выпуск каталога по культуре сои был опубликован в ВИРе в 1972 г. За период до 2019 г. было опубликовано 19 каталогов, содержащих информацию, более чем о 6000 образцах, что составляет более 80% всего объема коллекции. При этом не охарактеризованной оставалась часть образцов, поступивших в коллекцию в разные годы, что определило необходимость их изучения.

Целью работы было устранение пробелов в оценке коллекционного материала сои, пополнение оценочных баз данных коллекции сои ВИР и выделение источников хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методы исследований

В 2016-2018 гг. в трехлетнем изучении находилось 437 образцов сои, поступивших в ВИР до 1989 г. Работа выполнялась в соответствии с Методическими указаниями ВИР для зерновых бобовых культур [4]. Включенные в исследование образцы, представляют собой сорта (126 шт.) и селекционный материал (311 шт.). По происхождению образцы относятся к 42 странам мира. Кроме зарубежного материала в изучении было 38 селекционных образцов и сортов, созданных в селекционных организациях России.

Полевое изучение проводили на Адлерской опытной станции ВИР, расположенной в Адлерском районе города Сочи на Черноморском побережье Кавказа, на широте 43°26'. Посев образцов сои на Адлерской опытной станции ВИР выполняли в первой декаде мая. Междурядья составляли 70 см, расстояние между растениями – 10 см. Уборку осуществляли по мере созревания образцов. Дозревание самых позднеспелых образцов осуществлялось при досушивании снопов под навесом, что позволяло им завершить формирование семян.

Репродукции, полученные на Адлерской опытной станции, были использованы для описания признаков семян и анализа их биохимического состава. Белок и масло определяли методом спектроскопии в ближней 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 147 образцов. При анализе полученных результатов и расчете их связей использовали средние значения полученных за три года показателей. Расчеты выполнялись в программе Excel.

Образцы были оценены по продолжительности периода всходы – созревание, длине главного стебля, высоте прикрепления нижнего боба, размеру и форме среднего листочка тройчатого листа, основной окраске кожуры семени, массе 1000 семян, массе семян с одного растения (семенной продуктивности), содержанию белка и масла в семенах. Группировка образцов по значениям показателей этих признаков выполнялась согласно «Классификатору...» 1990 г. [5].

Результаты изучения опубликованы в 2020 г. в выпуске 911 «Каталога мировой коллекции ВИР» [6].

Результаты

Анализ средних за три года изучения значений признаков, позволил произвести группировку образцов. Основываясь на интервалах значений признаков, рекомендуемых в «Классификаторе...» [5], образцы по каждому признаку были отнесены к группе с очень малым, малым, средним, большим и очень большим его значением.

Период всходы – созревание у изученных образцов составлял от 81-90 до 150 дней и более. К скороспелым отнесены сорта с продолжительностью вегетации от 81 до 110 дней, к среднеспелым – от 111 до 130 дней, к позднеспелым – от 131 до 150 дней и более. Для производства сои в разных регионах РФ и селекции, прежде всего, представляют интерес скороспелые и среднеспелые формы [3, 7].

Больше половины включенных в изучение образцов были позднеспелыми, и из них большая часть относится по происхождению к Южной Корее и Японии. Основная часть скороспелых и среднеспелых образцов по происхождению относятся к Канаде. Самыми скороспелыми, созревающими за 81-90 дней, были два образца: к-6412, Мутант 2 (из Грузии) и к-6473 Амурская 402 (из Амурской области).

Семенная продуктивность (масса семян с одного растения) является главным признаком для оценки сои как зерновой культуры. Значение признака варьировало от очень малого (меньше 6 г с одного растения) до очень большого (более 33 г). Согласно «Классификатору...» [5], как большая, рассматривается продуктивность от 26 г. Такую продуктивность имели 129 образцов, из которых 115 были позднеспелыми и только 13 – скороспелыми и среднеспелыми (табл. 1).

Таблица 1

Число образцов сои с различной продолжительностью периода «всходы – созревание» и семенной продуктивностью (Адлерский район, Сочи, 2016-2018 гг.)

Период «всходы – созревание», дни	Семенная продуктивность, г									Всего
	< 6,0	6,0	10,0	14,0	18,0	22,0	26,0	30,0	> 33,0	
		–	–	–	–	–	–	–	–	
		9,9	13,9	17,9	21,9	25,9	29,9	33,0		
81 – 90	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
91 – 100	-	1	3	7	1	-	-	-	-	12
101 – 110	-	5	4	20	19	7	6	1	1	63
111 – 120	1	10	6	2	2	4	3	1	1	30
121 – 130	3	10	20	11	2	2	1	-	-	49
131 – 140	6	12	13	4	4	2	-	-	-	41
141 – 150	3	11	12	3	3	-	-	1	2	35
>150	-	12	21	28	20	12	19	17	76	205
Всего	13	62	80	75	51	27	29	20	80	437

Среди скороспелых, созревающих за 101-110 дней выявлено 8 высокопродуктивных образцов: к-4551, Горская 147 (из Северной Осетии), к-4935 (из Молдовы), к-8057, 17-1(S), к-8065, 0053(из Канады), к-8749, Yaoshioka Daigyuu (из Японии), к-8721, 630-5721-4 (из Канады), к-8659, N 28-83 (из Украины), к-9153 (из Венгрии). Среди среднеспелых – 5 образцов: к-4829, КСХИ 1070, к-8871, 2318 (из Молдовы), к-8571, 0365 (из Канады), к-9150 и к-9152 (из Венгрии) и к-9179, Харьковская 99 (из Украины). Среди 281 позднеспелых образцов, 115 показали высокую продуктивность.

Связь признаков «всходы – созревание» и «семенная продуктивность», оцененная по образцам всех сроков созревания, положительная, но не сильная (коэффициент корреляции $r=0,37$). Если рассматривать только скороспелые и среднеспелые образцы, связь этих признаков отсутствует ($r=0,03$).

Длина главного стебля варьировала от 31-50 см до 1,5 м. Среди 13 высокопродуктивных среднеспелых образцов длина стебля варьировала от 51 до 90 см. Высокорослые и высокопродуктивные образцы все являлись позднеспелыми. Длину стебля больше 150 см имел только один образец (к-5823, полученный из Израиля). Этот образец имеет темную окраску семян и низкую семенную продуктивность, и завивающийся стебель. При расчёте корреляций по всем образцам, видно, что связь семенной продуктивности и длины главного стебля очень слабая ($r=0,31$), а при исключении позднеспелых образцов – практически отсутствует ($r=0,17$).

Высота прикрепления нижнего боба является важным хозяйственным признаком. Для осуществления без потерь механизированной уборки урожая желателно расположение нижнего боба выше 12 см, но практически все изученные образцы не отвечают этому требованию. У скороспелых форм сои боб располагался не выше 6,1-8,0 см, у среднеспелых – 8,1-10,0 см. Выше 12 см первый боб размещался только у одного позднеспелого образца из Алжира.

Признаки «высота прикрепления нижнего боба» и «семенная продуктивность» не были связаны ($r=0,19$).

Величина среднего листочка листьев средней части побега варьировала от мелкой до очень крупной, при этом длина листочков составляла от 5 до 22 см. Мелкие листочки (с длиной до 8 см) наблюдались только у трех образцов, средние (до 11 см) – у 145, крупные (до 14 см) – у 208 и очень крупные (от 14,1 до 22 см) – у 81. Среди 13 среднеспелых продуктивных образцов, листочки крупного размера были у 11, а среднего размера имели только у двух образцов – к-9150 (из Венгрии) и к-8749, Yaoshioka Daigyuu (из Японии). У позднеспелых образцов преобладали крупные и очень крупные листочки.

Величина листочка имеет слабую положительную связь с семенной продуктивностью ($r=0,47$), что в значительной степени определяется более высокой продуктивностью позднеспелых образцов с крупными листочками. Среди скороспелых и среднеспелых образцов связь продуктивности и величины листочка практически не выражена ($r=0,17$).

Форма листочка варьировала от копьевидной до яйцевидной. Наиболее узкие, копьевидные листочки были у 11 образцов, яйцевидно-копьевидные у 170, яйцевидные у 246, а широкояйцевидные у 10. Широкояйцевидные листочки встречались только у очень позднеспелых образцов, а остальные варианты – у образцов, созревающих в любые сроки. Явной связи с продуктивностью форма листочка не имела.

Окраска семян важна для сои, как зерновой культуры. Для производственных сортов обычной является желтая семенная кожура. В изученном наборе желтый цвет кожуры семян имеет 73 % образцов и такие семена наблюдаются у большей части образцов, выделившихся по продуктивности. Образцов с зеленой семенной кожурой выявлено 15, с коричневой и с черной – по 28. Из позднеспелых образцов многие имеют темную окраску семян. В более ранние сроки созревают только несколько сортов с цветной семенной кожурой. Это Grignon 3 (из Франции) с зелеными семенами, Добруджанка 708 (из Молдовы) – с коричневым и Natto Noir (из Чехословакии) – с черными.

Масса 1000 семян у разных образцов варьировала от малой (41-70 г) до очень большой, превышающей 250 г (табл. 2). Мелкими считаются семена со значением признака до 130 г. Единственный образец с очень мелкими семенами имел зеленую семенную кожуру и был очень позднеспелым (Morthi, полученный из Пакистана). Два образца имели массу 1000 семян от 71-100 г. Один из них (КСХИ 29 из Молдовы) имел светлые семена и был скороспелым. Среди 14 образцов с массой 1000 семян от 101 до 130 г имелись все варианты по продуктивности семян и срокам созревания.

Среди 147 образцов с семенами средней крупности (от 131 до 190 г) выявлен 31 образец с большой продуктивностью, а из них только 7 образцов созревали до 120 дней: к-4935 и к-8871, 2318 (из Молдовы), к-8065, 0053, к-8659, N 28-83 (из Украины), к-8721, 630-5721-4 (из Канады), к-9150, к-9153 (из Венгрии).

Масса 1000 семян считается большой в интервале от 191 до 250 г. Среди 193 таких образцов один (Амурская 402) созревает за 81-90 дней. Созревают в средние сроки и являются высокопродуктивными четыре образца: Горская 147 из Северной Осетии, к-8057 17-1(S) из Канады, к-4829, КСХИ 1070, из Молдовы и к-9152 из Венгрии.

Таблица 2

Число образцов сои с различной массой 1000 семян и семенной продуктивностью (Адлерский район, Сочи, 2016-2018 гг.)

Масса 1000 семян, г	Продуктивность семян с одного растения, г									Всего
	< 6,0	6,0 – 9,9	10,0 – 13,9	14,0 – 17,9	18,0 – 21,9	22,0 – 25,9	26,0 – 29,9	30,0 – 33,0	> 33,0	
41-70	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
71-100	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2
101 – 130	1	1	3	2	1	1	-	1	4	14
131-160	2	11	8	9	3	1	2	3	5	44
161-190	7	17	23	19	12	4	10	2	9	103
191-220	2	21	32	23	22	8	8	3	16	135
221-250	1	8	8	14	8	5	2	3	9	58
>250	-	3	5	8	5	7	7	8	37	80
Всего	13	62	80	75	51	27	29	20	80	437

Масса 1000 семян больше 250 считается очень большой. Таких образцов в наборе было 80 со всеми вариантами окраски семенной кожуры. Среди них выявлено 52 образца с высокой семенной продуктивностью, из которых 50 являются позднеспелыми. Крупные семена из скороспелых образцов были у сорта Yaoshioka Dairyuu (из Японии), а из среднеспелых - у образца к-8571 (из Канады). Наибольшую крупность семян, достигающую 371-400 г на 1000 семян, имели 6 позднеспелых образцов из Японии и Южной Кореи. Окраска семян у них была коричневая или черная.

Содержание белка и масла в семенах. По этим показателям было изучено 147 образцов со светлыми семенами. Содержание сырого белка варьировало от среднего (35,1-45,0%) до высокого (45,1-50,0%), а масла от низкого (14,1-18,0%) до высокого (22,1-26,0%). С высоким содержанием белка 44 образца относились ко всем группам, выделяемым по срокам созревания и крупности семян. Из 27 образцов с высоким содержанием масла, только один был позднеспелым, а остальные созревали в ранние и средние сроки.

Содержание белка и содержание масла имеют отрицательную связь ($r=-0,40$), что обычно для культуры сои. Имеется явная отрицательная связь содержания масла и продолжительности периода всходы-созревание ($r=-0,59$), указывающая на то, что позднеспелые образцы не накапливали высокое содержание масла. Связь семенной продуктивности с содержанием белка и масла в семенах была не выражена.

Обсуждение

Согласно «Государственному реестру...» [3], Адлерская опытная станция ВИР относится к Северо-Кавказскому региону, в котором расположены значительные производственные площади сои. Благодаря расположению станции на южной границе региона на ней имеются условия для изучения не только скороспелых и среднеспелых, но и позднеспелых образцов, имеющихся в коллекции ВИР.

Главной характеристикой сои, как зерновой культуры является семенная продуктивность. При изучении выборки из 437 образцов (из которых 281 были позднеспелыми) показано, что многие позднеспелые сорта имеют высокий потенциал продуктивности. Но учитывая, что для производственного возделывания в РФ могут использоваться только скороспелые и среднеспелые сорта [3, 7], поиск источников высокой продуктивности в позднеспелой группе не может быть рекомендован. Среди образцов со средней продолжительностью вегетации выделено 13 сортов с высокой продуктивностью, которые могут найти селекционное применение. Два самых скороспелых сорта имели в условиях изучения низкую продуктивность, но могут быть востребованы для селекции скороспелых сортов, необходимых для условий средней полосы РФ, а также для оптимизации севооборотов в южных регионах [7, 8].

Формы с семенами среднего размера обычны для зерновых сортов сои. Образцы с крупными семенами, составляющие больше половины изученного материала, могут использоваться для создания сортов овощного направления использования [9]. Среди них имеются варианты разных сроков созревания и окраски семенной кожуры. Особо выделился высокопродуктивный скороспелый сорт Yaoshioka Dairyuu из Японии с крупными семенами. Имеющиеся образцы с мелкими семенами могут быть основой для создания сортов, применяемых для получения проростков, используемых как овощной продукт.

В изучении были образцы со всеми вариантами окраски семенной кожуры. Большая часть образцов характеризуется желтой окраской, оптимальной для сои зернового направления использования. Соя с черной и коричневой окраской семенной кожуры может представлять интерес для получения биологически активных веществ, полезных для здоровья человека [10]. Такие формы в большом количестве представлены среди позднеспелых образцов. Из скороспелых только сорт Добруджанка 708 имел коричневую семенную кожуру, а из среднеспелых – черную сорт Natto Noir.

Соя является культурой как белкового, так и масличного направлений использования. Среди скороспелых и среднеспелых образцов высокое содержание белка в семенах выявлено несколько образцов с высоким содержанием белка и масла в семенах.

При анализе корреляций показано, что связь признаков семенная продуктивность и продолжительность вегетации, оцененная по образцам всех сроков созревания, положительная, но слабая. Эта связь указывает на более высокую продуктивность самых позднеспелых образцов. При рассмотрении корреляций только по группе скороспелых и среднеспелых образцов эта связь не проявляется. Отсутствие сильных корреляций между семенной продуктивностью и другими характеристиками (длиной главного побега, высотой расположения нижнего боба, массой 1000 семян, размером и формой листочка, содержанием белка и масла в семенах) указывает на возможность создания высокопродуктивных сортов с различными значениями остальных признаков.

Заключение

Изучение 437 образцов сои, выполненное на Адлерской опытной станции ВИР, в отделе генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР и в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР позволило охарактеризовать материал по основным хозяйственно ценным и биологическим признакам и пополнило оценочные данные коллекции сои ВИР. Проведен анализ зависимости проявления хозяйственно полезных признаков от группы спелости, выделены источники с лучшими значениями признаков. Это дает возможность более эффективно включать эти образцы в научное и селекционное использование.

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 из коллекции ВИР»

Литература

1. Посевные площади сои в России. Итоги 2019 года [Электронный ресурс] // Экспертно-аналитический центр агробизнеса. URL: <https://ab-centre.ru/> (дата обращения: 06.07.2020).
2. Где и сколько сои производится в России? [Электронный ресурс] // SoyaNews. 17.04.2020. URL: <http://soyanews.info> (дата обращения: 06.07.2020).
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГНБУ «Росинформагротех». – 2019. – 516 с.
4. Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынец С.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Александрова Т.Г., Янков И.И., Егорова Г.П., Герасимова Т.В., Другова Е.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. – СПб.: ВИР. – 2010. – 142 с.
5. Щелко Л., Седова Т., Корнейчук В., Пастуха Л., Синский Т., Гофирек П., Бареш И., Сигалова Я. Международный классификатор СЭВ рода *Glycine* Willd. – Ленинград. – 1990. – 50 с.
6. Сеферова И.В., Перчук И.Н., Шолухова Т.А., Бойко А.П. Соя: исходный материал для селекции в южных регионах Российской Федерации. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 911. – СПб.: ВИР. 2020. – 32 с.
7. Зайцев Н.И., Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2016. – Вып. 2 (166). – С. 3-11.
8. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Селекционно-генетическое улучшение сои на юге европейской части России (обзор) // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2012. – Вып. 2 (151-152). – С. 207-210.
9. Вишнякова М.А., Булынец 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 (18). – С. 16-25.
10. Xu J., Zhan, M., Liu X., Liu Z., Zhang R., Sun L., Qiu L. Correlation between antioxidation and the content of total phenolics and anthocyanin in black soybean accessions. *Agricultural Sciences in China*. – 2007, Vol. 6, iss. 2, pp. 150-158. DOI: 10.1016/S1671-2927(07)60029-7.

References

1. Posevnye ploshchadi soi v Rossii. Itogi 2019 goda [Sown areas of soybeans in Russia. Results of 2019], Ekspertno-analiticheskij centr agrobiznesa [Expert and analytical center of agricultural business]. Available at: <https://ab-centre.ru/> (in Russ.). (Accessed 06.07.2020).
2. Gde i skolko soi proizvoditsya v Rossii? [Where and how much soybeans are produced in Russia?], SoyaNews. 17.04.2020. Available at: <http://soyanews.info> (in Russ.). (Accessed 06.07.2020).
3. State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol.1 “Plant varieties” (official publication). Moscow: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2019, 516 pp.
4. Vishnyakova M.A., Buravtseva T.V., Bulynceva S.V., Burlyaeva M.O., Semenova E.V., Seferova I.V., Aleksandrova T.G., Yankov I.I., Egorova G.P., Gerasimova T.V., Drugova E.V. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolneniye, sokhraneniye i izucheniye: metodicheskkiye ukazaniya [The VIR global collection of grain legume crop genetic resources: replenishment, conservation and studying: methodological guidelines.]. St. Petersburg: VIR, 2010, 142 pp. (in Russ.)
5. Shchelko L., Sedova T., Korneychuk V., Pastucha L., Sinsky T., Hofirek P., Bares I., Sehnalova J. The international COMECON list of descriptors for the genus *Glycine* Willd. Leningrad, 1990, 50 pp. (in Russ.)
6. Seferova I.V., Perchuk I.N., Sholukhova T.A., Boyko A.P. Soybean: Source material for breeding in the southern regions of the Russian Federation. Catalogue of the VIR global collection; issue 911. St. Petersburg: VIR, 2020, 32 pp. (in Russ.). DOI 10.30901/978-5-907145-17-7.
7. Zaytsev N.I., Bochkaryov N.I., Zelentsov S.V. Prospects and directions for soybean breeding in Russia under implementation conditions of the national strategy of import substitution. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*, 2016; no 2 (166), pp. 3-11. (in Russ.)
8. Lukomets V.M., Kochegura A.V., Zelentsov S.V. Breeding and genetic improvement of soybean in the south of Russia (review). *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK*, 2012; no 2 (151-152), pp. 207-210. (in Russ.)
9. Vishnyakova M.A., Bulynceva 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, no 1 (18), pp. 16-25. (in Russ.)
10. Xu J., Zhan, M., Liu X., Liu Z., Zhang R., Sun L., Qiu L. Correlation between antioxidation and the content of total phenolics and anthocyanin in black soybean accessions. *Agricultural Sciences in China*, 2007, vol. 6, iss. 2, pp. 150-158. DOI: 10.1016/S1671-2927(07)60029-7.