

DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-19-27

УДК 635.655:631.52

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ СОИ НА АДЛЕРСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ ВИР В 2019-2021 ГГ.

И.В. СЕФЕРОВА, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0003-3308-9198

E-mail: i.seferova@vir.nw.ru

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

E-mail: aos.vir@mail.ru

ФИЦ «ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА» (ВИР), Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

*АДЛЕРСКАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ ВИР, ФИЛИАЛ ВИР, Г. СОЧИ

Задачей исследования было изучение образцов сои коллекции ВИР, ранее не изученных по данному набору признаков. Изучено 460 образцов различного происхождения. Работу выполняли согласно Методическим указаниям ВИР. Образцы оценены по массе семян с одного растения, продолжительности периодов всходы-созревание и всходы-цветение, длине главного побега, высоте прикрепления нижнего боба, типу роста, размеру и форме среднего листочка тройчатого листа, основной окраске кожуры семени, окраске рубчика семени и наличию глазка на рубчике, массе 1000 семян. Проведено сравнение значений признаков в группах образцов с разной продолжительностью периода всходы-созревание. Проанализирована потенциальная полезность образцов для селекции сои по различным направлениям использования – зерновому, овощному и кормовому. Полное описание изученных образцов опубликовано в выпуске 939 Каталога мировой коллекции ВИР в 2022 г.

Ключевые слова: соя, коллекция ВИР, изменчивость признаков, семенная продуктивность, вегетационный период.

Для цитирования: Сеферова И.В., Бойко А.П. Результаты изучения образцов сои на Адлерской опытной станции ВИР в 2019-2021 гг. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 3(47):19-27. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-19-27

RESULTS OF TESTING OF SOYBEAN'S ACCESSIONS AT ADLER VIR EXPERIMENTAL STATION IN 2019-2021

I.V. Seferova, A.P. Boyko*

THE N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT GENETIC RESOURCES (VIR),
ST. PETERSBURG, RUSSIA

*ADLER VIR EXPERIMENTAL STATION, SOCHI, RUSSIA

Abstract: *We tested soybeans accessions of VIR collection. Earlier these accessions were not tested in detail at experimental stations of VIR. We carried out work at the Black Sea coast of the Caucasus. We tested 460 soybeans accessions of various geographic origins. We tested accessions for: duration of period emergence – maturity, duration of period emergence – flowering, seeds productive, plant height, height of the lowest pod setting, type of habitus, leaflet shape and size, flower color, seed coat color, hilum color, eye on seed hilum, 1000 seed weight. The values of traits in groups of specimens with different duration of emergence - maturity period were compared. The potential usefulness of accessions for soybean breeding for various uses – grain, vegetable and fodder – was analyzed. Full-scale characterization of the material was published in 2022 Catalogue of the VIR Global Collection, issue 939.*

Keywords: soybeans, VIR collection, variability of characters, seeds productivity, period of vegetation.

Введение

Коллекция сои в ВИР содержит 7600 образцов, происходящих из 72 стран мира. Из них 7200 являются образцами культурной сои – *Glycine max* (L.) Merr., а остальные являются дикими видами. Образцы коллекции проходят изучение на опытных станциях ВИР, что позволяет ориентироваться в составе коллекции и подбирать материал для более углубленных исследований и селекционного использования. Начиная с 1972 по 2020 гг. в ВИРе было опубликовано 18 каталогов, содержащих информацию о 5500 образцах коллекции сои. В настоящее исследование было включено 460 образцов, 215 из которых не были ранее описаны в издаваемых ВИР каталогах, а остальные 245 были ранее описаны в каталогах, но по меньшему числу признаков. Излучавшиеся повторно образцы относятся к скороспелой и ультраскороспелой группе. Характеристики всех изученных образцов опубликованы в выпуске 939 «Каталога мировой коллекции ВИР» (2022).

Согласно Государственного реестра селекционных достижений (2023), район Адлерской опытной станции ВИР относится к Северо-Кавказскому региону, в котором находятся 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.

Материалы и методы

В течение трех лет (2019-2021 гг.) было изучено 460 образцов культурной сои, происходящих из 30 стран и поступивших в коллекцию ВИР с 1929 по 2016 гг. Больше всего в наборе было сортов и образцов из России (108 шт.). Полевое изучение проводилось на Адлерской опытной станции ВИР на Черноморском побережье Кавказа на широте 43°26'. Изучение проводилось в соответствии с изданием «Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания» (Вишнякова и др., 2018). Посев образцов сои выполняли в первой декаде мая по схеме 70 x 10 см, уборку осуществляли по мере созревания образцов. Для наиболее позднеспелых образцов применялось послеуборочное досушивание в снопах.

В 2019, 2020 и 2021 гг. значения среднемесячной температуры воздуха (°C) были, по месяцам: V – 18.6, 16.5, 16.9; VI – 24.2, 22.8, 20.2; VII – 22.4, 25.1, 24.7; VIII – 24.1, 24.3, 25.1; IX – 20.1, 23.8, 18.7; X – 17.5, 19.5, 14.9; XI – 14.0, 11.0, 13.1, а месячные суммы осадков составляли (мм): V – 86, 99, 86; VI – 86, 25, 140; VII – 162, 84, 158; VIII – 165, 9, 175; IX – 103, 30, 82; X – 100, 105, 131; XI – 116, 78, 152. Данные приведены по метеостанции № 37099 города Сочи по сайту «Погода и климат» (www.pogodaiklimat.ru, дата обращения 03.08.2023).

При анализе результатов и их связей использовались средние значения полученных за три года показателей, сгруппированные по интервалам, рекомендуемым в «Международном классификаторе СЭВ рода *Glycine* Willd.» (Щелко и др., 1990). Расчеты и графики выполнялись в программе Excel 2016. Для создания иллюстраций использовано два типа графиков: столбчатая гистограмма и диаграмма размаха («ящик с усами»).

Результаты

Образцы были оценены по массе семян с одного растения (семенной продуктивности), продолжительности периодов всходы-созревание и всходы-цветение, длине главного побега, высоте прикрепления нижнего боба, типу роста, размеру и форме среднего листочка тройчатого листа, основной окраске кожуры семени, окраске рубчика семени и наличию глазка на рубчике, массе 1000 семян.

Продолжительность периода всходы – созревание, по средним за 3 года значениям, варьировала от 81-90 до 141-150 дней. Продолжительность данного периода рассматривалась как очень короткая при ее продолжительности в 81-90 дней, короткая при 91-110 дней, средняя при 111-130 дней, длинная при 131-150 дней [5]. За 81-90 дней созрели 219 образцов, за 91-110 дней – 144, за 111-130 дней – 62 и за 131-150 дней – 35 образцов (рис. 1).

Наибольшую скороспелость образцы имели в 2020 г, что может быть связано с меньшим количеством осадков в летние месяцы. Наибольшую скороспелость (73-75 дней) в 2020 г показали образцы '843-20-1', 'Fiskeby V', 'Szwedzka 4/75', '1220-118-23' (из Швеции), 'Нордик 5', 'Нордик-13', '1029/2', 'Milvus', '99/2011 MA', '108/2011 MA' (из Польши),

‘Halosoy’ (из Бельгии), ‘Дун-нун 36’ (из Китая), ‘Аннушка’ (из Украины). Из российских образцов выделались сорта ‘Омская 3’ (из Омской области), ‘Соер-5’ (из Саратовской области), ‘Алтом’ (из Алтайского края), ‘Мадева’, ‘Чера 1’ (из Чувашской республика), ‘Касатка’, ‘Малета’ (из Рязанской области), а также линии ‘ПЭП 2’, ‘ПЭП 7’, ‘ПЭП 17’, ‘ПЭП 18’ (из Ленинградской области) и ‘М-70’, ‘М-37’, ‘М-140’ (из Московской области).

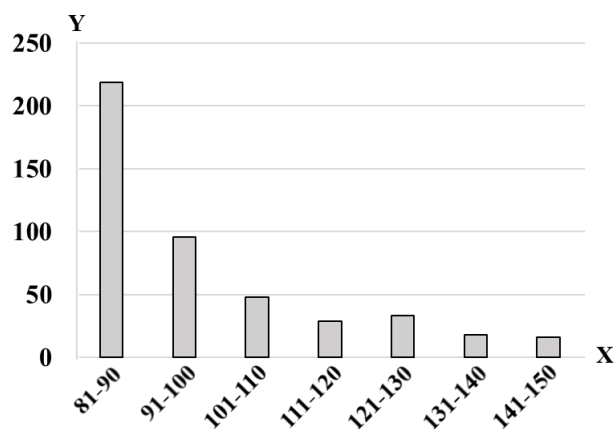


Рис. 1. Число образцов с различной продолжительностью периода всходы – созревание (Адлерская ОС ВИР, 2019–2021 гг.). Обозначения осей: X – продолжительность периода всходы–созревание (дни), Y – число образцов

Продолжительность периода всходы-цветение в выборке варьировала от очень короткой (<31 дня) до длинной (71-80 дней). У большей части образцов более позднее начало созревания соответствовало более позднему цветению (рис. 2). Коэффициент корреляции (r) продолжительности периодов всходы-цветение и всходы-созревание составлял 0,68. Но у некоторых среднеспелых и позднеспелых образцов наблюдалось раннее начало цветения, и, соответственно, большая чем у других образцов, продолжительность периода цветение-созревание. Самая большая продолжительность периода начало цветения-созревание (больше 110 дней) была у двух позднеспелых образцов ‘0550’ (из Канады) и ‘Reaz 20/46 3998’ (из Алжира).

Семенная продуктивность (масса семян с одного растения) была очень малой и малой у большей части изученных образцов (рис. 2). В большей части групп образцов, выделенных по срокам созревания, максимальная продуктивность составляла 14,0-17,9 г. Только у двух образцов, созревавших за 131-140 дней, продуктивность была существенно большей (22,0-29,9 г).

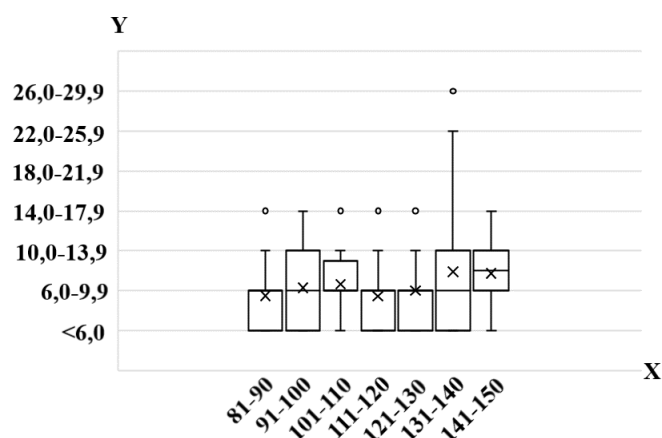


Рис. 2. Размах изменчивости массы семян с одного растения при разной продолжительности периода всходы-созревание (Адлерская ОС ВИР, 2019-2021 гг.). Обозначения осей: X – продолжительность периода всходы-созревание (дни), Y – масса семян с одного растения (г)

В группе самых скороспелых образцов семенная продуктивность достигла 14,0–17,9 г только у 8 образцов: ‘Vielnska Brunatna’ (из Венгрии), к-9127 (из Германии), к-7126 (из Канады), к-9429 и ‘Wavsrowsta’ (из Польши), ‘Wayne L69-4124’ (из США), ‘N 22-83’ (из Украины), ‘Соер-3’ (из Саратовской обл.). Из скороспелых, продуктивность в 14,0-17,9 г показали 13 образцов: ‘Ольса’ (из Беларуси), ‘22-27’ и ‘0189’ (из Канады), ‘Нордик 3’ (из Польши), ‘Piava’ и ‘Adepta’ (из Чехословакии), ‘882-27’ и ‘Fiskeby’ (из Швеции), ‘52-31(S)’ и ‘0520’ ‘Maple Donovan’ (из Канады), ‘Добруджанка 647’ (из Молдовы), ‘Galbena de Platt’ (из Румынии). В среднеспелой группе образцов продуктивность в 14,0-17,9 г имели три образца: ‘Ichigou Wase’ (из Японии), ‘R.S. no.290’ и ‘R.S. no.15’ (из Китая). В позднеспелой группе образцов, созревающих за 131-140 дней, четыре имели продуктивность в 14,0-17,9 г: к-1059 (из Китая), ‘Franklin’ (из США), ‘0550’ (из Канады) и к-7013 (из Филиппин). Более высокую продуктивность в 26,0-29,9 г имели два образца: ‘Matsuba Daizu’ (из Японии) и ‘Пламя (НДММ 0,04%)’ (из Краснодарского края).

Корреляция продолжительности вегетации и семенной продуктивности была очень низкой ($r=0,14$), а в наибольшей степени продуктивность была связана с длиной главного побега ($r=0,25$).

Длина главного побега у разных образцов была как меньше 30 см, так и достигала интервала 91-110 см. Средние значения длины главного побега, для групп образцов с различной продолжительностью вегетации, были больше у позднеспелых образцов (рис. 3). Самые низкорослые образцы встречались только в скороспелой группе, а самые высокорослые – в среднеспелой и позднеспелой группах. Коэффициент корреляции длины главного побега и продолжительности периода всходы–созревание (r) равнялся 0,69.

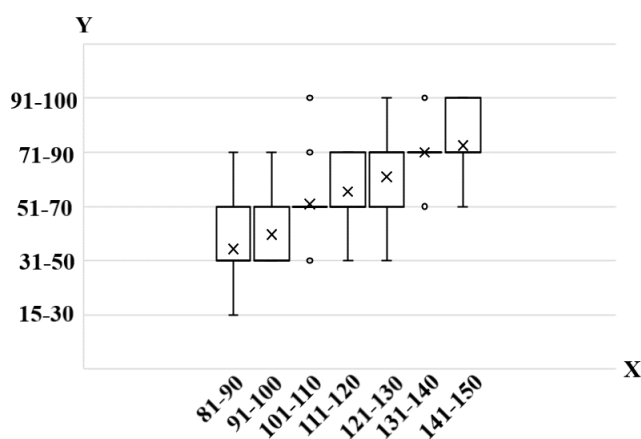


Рис. 3. Размах изменчивости длины главного побега при разной продолжительности периода всходы-созревание (Адлерская ОС ВИР, 2019-2021 гг.). Обозначения осей: X – продолжительность периода всходы-созревание (дни), Y – длина главного побега (см)

Среди наиболее скороспелых образцов (созревающих за 81-90 дней) большая часть была низкорослой, а самую большую длину главного побега в 71-90 см имели три образца: ‘Primanordia’ (из Польши), ‘Хабаровская 01’ и ‘Амурская 283’. При сроках вегетации 91-110 дней такую длину главного побега имели образцы ‘ВНИИМК 9186 (НММ 0,02%)’ (из Краснодарского края), ‘БМ 143’ (из Белгородской области), ‘В-1 4099/68’ (из Германии), ‘0132’ и ‘0520’ (из Канады), ‘Дачнянская 1’ (из Украины). Более высоким (91-110 см) был образец ‘Nordia 1’ (из Польши), созревший за 101-110 дней. Образцы со средней продолжительностью периода всходы-созревание (111-130 дней) имели длину главного побега от 51-70 до 71-90. Более высокорослыми были 28 образцов. У позднеспелых образцов длина главного побега, варьировала от 51-70 см до 91-110 см.

Тип роста растений (габитус) у большей части образцов был кустовым (сжатым, полусжатым, канделябробразным и раскидистым). Только один образец ‘Piava’ (из Чехословакии) имел стелющийся тип роста. В условиях изучения отсутствием боковых побегов выделились 5 ультраскороспелых образцов: ‘Mutante: Stamm 54/145 M4855/74’ (из

Германии), ‘РАН – 288’ (из Польши), ‘Соер-5’ (из Саратовской области), ‘ПЭП 26’ и ‘ПЭП 27’ (из Ленинградской области). Эти же образцы, выращенные в условиях Ленинградской области, имели развитые боковые побеги.

Высота прикрепления нижнего боба у 453 образцов была ниже 8 см. Несколько большую (8,1-12 см) высоту прикрепления нижнего боба имели 7 образцов, в том числе ультраскороспелые ‘Соер-4’ (из Саратовской области) и ‘Дун-нун 36’ (из Китая), скороспелые ‘0080’ и ‘0132’ (из Канады), ‘Feng shou 10’ (из Китая), ‘133/2011 MN’ (из Польши) и среднеспелый образец ‘S-09-90’ (из США).

Величина и форма среднего листочка оценивались на листьях среднего яруса. Мелкие листочки (с длиной 5,1-8,0 см) были у 48 образцов, средние (8,1-11,0 см) у 378, крупные (11,1-14,0 см) у 33 и очень крупные (>14,0 см) у одного образца. Листочки средней длины преобладали во всех группах, выделенных по продолжительности периода всходы-созревание. Мелкие листочки имелись только у скороспелых и среднеспелых образцов. Среди позднеспелых образцов не было форм с мелкими листочками, а доля образцов с крупными листочками была больше, чем среди остальных образцов (рис. 4). Единственный образец с очень крупными листочками к-6876 (из Филиппин), относится к самым позднеспелым, из изученных образцов. Размер листочка имеет слабую положительную связь с продолжительностью периодов всходы-цветение ($r=0,22$) и всходы-созревание ($r=0,26$).

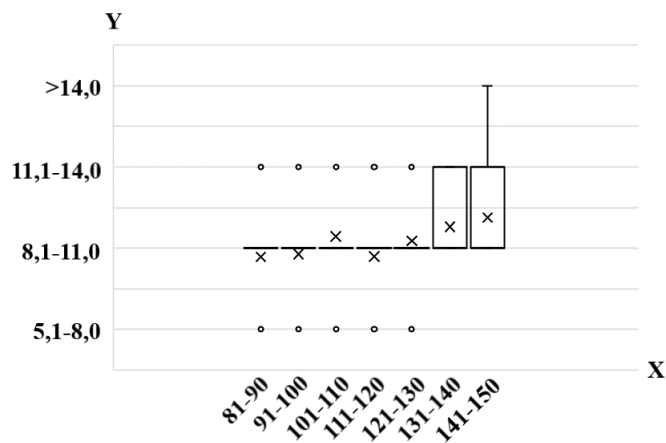


Рис. 4. Размах изменчивости длины среднего листочка при разной продолжительности периода всходы-созревание (Адлерская ОС ВИР, 2019-2021 гг.).

Условные обозначения: ось X – продолжительность периода всходы-созревание (дни), ось Y – длина среднего листочка (см)

По форме средние листочки варьировали от копьевидных до широкояйцевидных. Копьевидные листочки были у 12 образцов, яйцевидно-копьевидные у 236 образцов, яйцевидные у 207, широкояйцевидные у 5 образцов.

Масса 1000 семян варьировала от малой, до очень большой, превышающей 250 г (рис. 5). Самую малую массу 1000 семян (71-100 г) имели 6 образцов, малую (101-130 г) – 36, среднюю (131-190 г) – 267, большую (191-250 г) – 140. Очень большая масса 1000 семян (>250 г) была у 11 образцов. Связь массы 1000 семян и массы семян с одного растения практически отсутствовала ($r = 0,11$), и при любой крупности семян выявлялись образцы с различной продуктивностью. Связи крупности семян и продолжительности периода всходы-созревание практически не было ($r=0,17$), но можно отметить, что самые мелкие семена были выявлены только у скороспелых образцов.

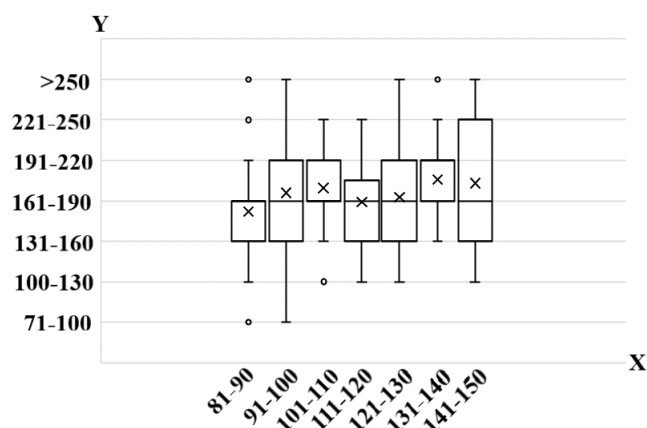


Рис. 5. Размах изменчивости массы 1000 семян при разной продолжительности периода всходы-созревание (Адлерская ОС ВИР, 2019-2021 гг.). Условные обозначения: ось X – продолжительность периода всходы–созревание (дни), ось Y – масса 1000 семян (г)

По **окраске семян** в наборе присутствовали все варианты, характерные для сои. Большая часть образцов имели желтую окраску семенной кожуры, обычную для сои зернового направления использования. Зеленую семенную кожуру имели 6 образцов, коричневую – 27 и черную – 4 образца. У части сортов при созревании сохранялся зеленоватый оттенок светлой семенной кожуры.

Окраска рубчика семени. В наборе имелись все варианты этого признака: белая, желтая, коричневая, серая и черная окраски.

Глазок на рубчике у всех семян наблюдался у 81 образца и еще у 46 образцов наблюдалось варьирование по этому признаку.

По **окраске венчика** образцы имели обычные для сои варианты – белую и фиолетовую. Выявлена связь окраски цветка с окраской семенной кожуры. При желтой кожуре венчики были как белые, так и фиолетовые. При зеленой и черной семенной кожуре окраска венчика была только фиолетовой, а при коричневой – преимущественно белой. С остальными признаками окраска венчика связи не имела.

Обсуждение

Для сои, как для зерновой культуры главной характеристикой сортов является возможность получения урожая семян, поэтому все остальные признаки сопоставляются с выявленной продуктивностью. Одной из главных характеристик сорта, определяющая возможность его возделывания, является продолжительность периода всходы-созревание. Изучавшиеся ультраскороспелые сорта, являются, в основном, селекционными сортами и селекционным материалом, созданным севернее места изучения. Эти сорта адаптированы к большей продолжительности светового дня и меньшим температурам. Это определило то, что в условиях Адлерской опытной станции они очень быстро переходили к созреванию, имели малую высоту и малую семенную продуктивность. Такие ультраскороспелые сорта и образцы могут рассматриваться как исходный материал для создания новых сортов для расширения ареала возделывания сои к северу. Скороспелые сорта необходимы и для южных регионов для создания конвейера сортов с разными сроками уборки и для повторных летних посевов. Относительно высокую продуктивность в 14,0-17,9 г имел 21 скороспелый образец.

Для основной массы зерновых сортов сои для южных регионов России желательна продолжительность периода всходы-созревание до 120-130 дней [1]. Среди таких образцов со средней продолжительностью вегетации интерес могут вызывать образцы, обладающие другими ценными для селекции признаками. Более высокую продуктивность при данных сроках созревания имели 3 образца. Среди позднеспелых образцов, вызревавших на Адлерской опытной станции, были выявлены два самых высокопродуктивных из изученных образцов (26,0-29,9 г).

Высота растений сои положительно связана с продуктивностью, но наиболее высокорослые сорта могут проявлять склонность к полеганию. Скороспелые сорта, в целом, имеют меньшую высоту, чем позднеспелые. Поэтому среди скороспелых образцов могут представлять интерес имеющие большую длину главного побега.

Высота прикрепления нижнего боба – важный хозяйственный признак. Для осуществления без потерь механизированной уборки желательное расположение нижнего боба выше 12 см. Практически все изученные образцы не отвечали этому требованию. Большее чем у других образцов среднее значение этого признака было у 6 скороспелых образцов и у одного среднеспелого образца.

Не крупные листочки могут быть полезны для сортов, выращиваемых в засушливых условиях [2], так как они имеют меньший расход влаги на транспирацию и обеспечивают более интенсивный фотосинтез, благодаря меньшему взаимному затенению. Такие листочки, не более 11 см длиной, были у 426 из 460 изученных образцов. Из них относительно высокая семенная продуктивность (14,0-17,9 г) была выявлена у 25 образцов, с разными сроками созревания, а продуктивностью 26,0-29,9 г только у одного позднеспелого образца ‘Пламя (НДММ 0,04%)’.

Не крупные листочки и тонкие побеги являются предпочтительными для «сеной сои», что отмечалось уже в давней публикации «Soybean production for hay and beans» (Morse, Cartter, Hartwig, 1950). Это определяется тем, что при уборке на сено такая соя легче просушивается. Для кормовых сортов, кроме способности формировать большую зеленую массу, желательны не крупные семена, что позволяет снижать затраты на хранение и транспортировку посевного материала. Продуктивность зеленой массы в нашем исследовании не учитывалась, но можно предположить, что большую зеленую массу формируют не самые скороспелые образцы. Среди среднеспелых образцов не крупные семена имели ‘ВНИИМК 9186 (НЭМ 0,04%)’ (из Краснодарского края) и ‘Sako 25-26’ (из Японии), а среди позднеспелых ‘Kindaizu’ (из Японии).

Для кормового использования сою убирают не только на сено, но и на силос и зеленый корм [3]. На силос сою убирают в стадии налива бобов и требования к сортам близки к требованиям к сортам зернового направления использования. На зеленый корм, рекомендуются формы с детерминантным ростом, большим числом узлов на побегах и с крупными листьями. Такому типу могут соответствовать низкорослые крупнолистные образцы сои. Длину листа 11,1-14,0 см и длину главного побега 31-70 см имели 15 образцов. Среди них можно назвать очень скороспелый ‘Gessener’ (из Югославии), скороспелый ‘Кэшуан’ (из Китая), среднеспелый ‘Приморская 1019’ и позднеспелый ‘Shirome’ (из Японии).

Известно, что образцы культурной сои с узкими листочками, по сравнению с образцами с широкими листочками, имеют более длинные бобы с большим числом семян в каждом бобе [4]. В нашем исследовании образцов с узкокопьевидными (самыми узкими) листочками не было выявлено. Среди образцов с копьевидными листочками были образцы как с мелкими, так и с крупными семенами. Самые крупные семена (191-220 г) были у двух скороспелых образцов ‘0460’ (из Канады) и ‘Feng shou 10’ (из Китая). Более высокую продуктивность имел образец с копьевидными листочками к-7126 (из Канады).

Для овощного использования получают популярность проростки семян сои. Для такого использования предпочтительны сорта с мелкими семенами и светлой семенной кожурой [5]. Такие семена были у 6 скороспелых образцов: ‘Чера 1’ (из Чувашской республики), ‘Аннушка’ (из Украины), ‘Gokuwase Nayabusa Edamame’ (из Японии), ‘99/2011 MA’, ‘108/2011 MA’, ‘119/2011 MN’ (из Польши). Продуктивность этих образцов была низкой.

Для использования как овощного продукта не полностью вызревших семян сои представляют интерес крупносемянные образцы [6]. Для овощных сортов предпочтение часто отдается формам с зеленой семенной кожурой. Примером таких сортов является сорт ‘Tastee’ (из США).

Семена среднего размера обычны для производственных сортов зернового направления и наблюдаются у образцов любых групп спелости [7]. В изучаемом наборе, такая крупность

семян была у половины образцов. Из них можно подбирать образцы сочетающие средний размер семян с другими желательными признаками.

В последние десятилетия появился интерес к сое с темной (коричневой и черной) семенной кожурой, как к продукту оздоровительного питания [8]. В этом отношении наибольшее внимание уделяется содержащимся в ней полифенолам, проявляющим антиоксидантную активность. Соя содержит большое количество различных полифенолов, и в семенах с темной семенной кожурой их содержание в 1,5-2 раза выше, чем в семенах со светлой кожурой [9]. Из полифенолов в темной семенной кожуре в значительном количестве содержатся, прежде всего, антоцианы. Именно большим содержанием антоцианов соя с черной семенной кожурой существенно отличается от сортов сои со светлыми семенами, а по содержанию других соединений, проявляющих антиоксидантную активность, не выявлено явных различий между сортами с разной окраской семенной кожуры [10]. В изученном наборе имелось 4 образца с черной семенной кожурой: скороспелый образец ‘Амурская черная 116’ и среднеспелые образцы ‘Комжон-кон’ (из Южной Кореи), ‘Murzynka’ (из Польши), ‘Cleistogama’ (из Венгрии). Продуктивность этих образцов была низкой. Коричневую семенную кожуру имели 26 скороспелых образцов. Из них большую продуктивность (14,0–17,9 г) имели четыре образца: ‘Wayne L69-4124’ (из США), к-9429 (из Польши) и ‘Vielnska Brunatna’ (из Венгрии) и ‘Добруджанка 647’ (из Молдовы).

Для производства продуктов питания предпочтительно использовать сорта сои со светлой окраской семенной кожуры, без пигментации и со светлым рубчиком. Это позволяет получать как соевое молоко, так и соевое масло более высокого качества с меньшими затратами [11]. Одновременно светлая кожура и не окрашенный рубчик наблюдались у 25 образцов. Из них более продуктивным был скороспелый образец из Канады (к-7126). Светлая окраска рубчика часто является варьирующим признаком, и если в одной репродукции рубчик оказывается светлым, то в другой на нем может проявляться пигментация.

Наличие глазка на рубчике семени связано с плотным прикреплением семян к семяножке, что способствует неосыпаемости семян при созревании и считается желательным признаком для селекционных сортов [12]. Из образцов с глазком на рубчике большую продуктивность (14,0-17,9 г) имели три скороспелых образца: ‘52-31(S)’ (из Канады), ‘Добруджанка 647’ (из Молдовы), ‘Соер-3’ (из Саратовской области). Последний отличался коричневой окраской семенной кожуры.

Заключение

Проведенное на Адлерской опытной станции ВИР в течение 2019–2021 гг. изучение 460 образцов сои из коллекции ВИР, позволило охарактеризовать материал по основным хозяйственно ценным и биологическим признакам и пополнило оценочные данные коллекции. Длительный период поступления образцов в коллекцию (с 1929 по 2016 гг.) и разнообразие географического происхождения обусловили большую изменчивость признаков. Проведен анализ зависимости проявления хозяйственно полезных признаков от продолжительности вегетации. Выполнена структуризация материала по значению селекционных признаков, и выделены образцы, обладающие предпочтительными признаками для сортов, различного направления использования – зернового, овощного и кормового. Выявлена положительная связь семенной продуктивности и длины главного побега и отсутствие сильных связей между семенной продуктивностью и остальными признаками. Полученные результаты дают возможность более эффективно включать образцы в научное и селекционное использование.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану НИР по теме № FGEM-2022-0002 «Выявление возможностей генофонда бобовых культур для оптимизации их селекции и диверсификации использования в различных отраслях народного хозяйства».

Литература

1. Зайцев Н.И., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения// Масличные культуры. – 2016. – № 2 (166). – С. 3–11.
2. Розенцвейг В.Е., Голоенко Д.В. Селекционные пути оптимизации структуры листового аппарата сои в засушливых регионах // Масличные культуры. – 2021. – № 2 (186). – С. 24–30. DOI: 10.25230/2412-608X-2021-2-186-24-30
3. Бурляева М.О., Малышев Л.Л., Вишнякова М.А. Признаки-индикаторы для классификации кормовых сортов сои по целевому использованию (сенное, силосное, зеленоукусное) // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 4. – С. 27–30.
4. Dinkins R.D., Keim K.R., Farno L., Edwards L.H. Expression of the narrow leaflet gene for yield and agronomic traits in soybean// J Hered. – 2002. – Vol. 93, iss. 5. – P. 346-351. DOI: 10.1093/jhered/93.5.346.
5. Ghani M., Kulkarni K.P., Song J.T., Shannon J.G., Lee J.-D. Soybean Sprouts: A review of nutrient composition, health benefits and genetic variation// Plant Breeding and Biotechnology. –2016. – 4. – P. 398-412. DOI: 10.9787/PBB.2016.4.4.398
6. 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.
7. Петибская В.С., Кучеренко Л.А., Зеленцов С.В. Использование сортового разнообразия семян сои для увеличения арсенала пищевых и функциональных продуктов// Масличные культуры. – 2006. – № 2 (135). – С. 115–121.
8. Yamashita Y, Sakakibara H, Toda T, Ashida H. Insights into the potential benefits of black soybean (*Glycine max* L.) polyphenols in lifestyle diseases// Food Funct. – 2020 – Vol. 11, iss. 9. – P. 7321–7339. DOI: 10.1039/d0fo01092h.
9. Malenčić D, Cvejić J, Miladinović J. Polyphenol content and antioxidant properties of colored soybean seeds from central Europe// J Med Food. – 2012. – Vol. 15, no 1. – P.89–95. DOI: 10.1089/jmf.2010.0329.
10. Ganesan K., Xu B. A critical review on polyphenols and health benefits of black soybeans// Nutrients. – 2017. – Vol. 9, iss. 5. – 455 p. DOI: 10.3390/nu9050455
11. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование. – Краснодар, 2012. – 432 с.
12. Дидоренко С.В., Сагит И., Абилдаева Ж.Б., Касенов Р.Ж., Далибаева А.М. Создание неосыпающихся линий сои в условиях юго-востока Казахстана// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 1 (41). – С. 21–29. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-21-29

References

1. 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*, 2016; no 2 (166), pp. 3–11. (In Russian).
2. Rosenzweig V.E., Goloenko D.V. Breeding strategies for soybean canopy structure optimization in dry regions. *Maslichnye kul'tury*, 2021, no 2 (186), pp. 24–30. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2021-2-186-24-30
3. Burlyayeva M.O., Malyshev L.L., Vishnyakova M.A. Traits-indicators for classification of forage soybean varieties on the proper use (for hay, silage and green fodder). *Russian Agricultural Sciences*, 2014, no 4, pp. 27–30. (In Russian).
4. Dinkins R.D., Keim K.R., Farno L., Edwards L.H. Expression of the narrow leaflet gene for yield and agronomic traits in soybean. *J Hered*, 2002, no 93(5), pp. 346–351. DOI: 10.1093/jhered/93.5.346
5. Ghani M., Kulkarni K.P., Song J.T., Shannon J.G., Lee J.-D. Soybean Sprouts: A Review of Nutrient Composition, Health Benefits and Genetic Variation. *Plant Breeding and Biotechnology*, 2016, no 4, pp. 398–412. DOI: 10.9787/PBB.2016.4.4.398
6. Vishnyakova M.A., Bulintsev S.V., Burlyayeva M.O., Buravtseva T.V., Egorova G.P.I, Semenova E.V., Seferova I.V. The initial material for grain legumes breeding in the collection of VIR. *Ovoshchi Rossii – Vegetable crops of Russia*, 2013. no 1 (18), pp. 16-25.
7. Petibskaya V.S., Kucherenko L.A., Zelentsov S.V. Use of variety's diversity in soybean seeds for increase an arsenal of food and functional products. *Maslichnye kul'tury*, 2006, no 2 (135), pp. 115-121. (In Russian).
8. Yamashita Y., Sakakibara H., Toda T., Ashida H. Insights into the potential benefits of black soybean (*Glycine max* L.) polyphenols in lifestyle diseases. *Food Funct.* 2020, no 11(9), pp. 7321–7339. DOI: 10.1039/d0fo01092h
9. Malenčić D, Cvejić J, Miladinović J. Polyphenol content and antioxidant properties of colored soybean seeds from central Europe. *J Med Food*. 2012, no 15(1), pp. 89-95. DOI: 10.1089/jmf.2010.0329
10. Ganesan K., Xu B. A Critical Review on Polyphenols and Health Benefits of Black Soybeans. *Nutrients*, 2017, no 9(5), p. 455. DOI: 10.3390/nu9050455
11. Petibskaya V.S. Soybean: chemical composition and usage. *Krasnodar*, 2012. 432 p. (In Russian).
12. Didorenko S.V., Sagit I., Abildaeva J.B., Kassenov R.Z, Dalibaeva A.M. Creation of non-shattering soybean lines of the south-east of Kazakhstan. *Legumes and groat crops*. 2022. № 1 (41), pp. 21–29. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-21-29