

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ ЛИНИЙ СОИ СЕЛЕКЦИИ АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА «ДОНСКОЙ»

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

К. Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник, аспирант лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

М. В. Скулова, агроном, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлен материал по агроэкологической оценке новых линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». В результате конкурсного сортоиспытания в 2017–2019 гг. были отобраны 5 линий среднеранней группы спелости с периодом вегетации до 120 дней, превысивших стандарт Дон 21 по урожайности семян. Метеоусловия в годы исследований по температурному и водному режимам были различны, что позволило оценить линии в контрастных условиях возделывания. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (2012). Агроэкологическую оценку новых линий сои проводили по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1984) и по методике В. В. Хангильдина (1984). На основании проведенных исследований по агроэкологической оценке выделены линии Л-1016 и Л-1017, отличающиеся стабильностью урожайности, и линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013, отзывчивые на улучшение агрофона. Выделенные линии сои Л-1016 и Л-1017 будут использованы в дальнейшей селекционной работе в качестве источников пластичности, а линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013 – для создания сортов интенсивного типа. Сравнивая затратность времени, необходимость наличия вычислительной техники на проведение расчетов по методикам агроэкологической оценки, предложенным S. A. Eberhart с W. A. Russell и В. В. Хангильдиным, делаем вывод, что первая более трудоемка. А также по первой методике показатели агроэкологической оценки необходимо пересчитывать в случае изменения количества образцов, так как они влияют на конечный результат расчетов, что никак не сказывается по второй. Рекомендуется в селекционной практике при большом количестве селекционного материала для агроэкологической оценки использовать методику, предложенную В. В. Хангильдиным, для ускорения математических вычислений.

Ключевые слова: соя, сорт, линия, урожайность, экологическая пластичность, гомеостатичность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость, селекционная ценность.

Для цитирования: Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 7–11. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-7-11.



AGROECOLOGICAL ESTIMATION OF THE NEW SOYBEAN LINES DEVELOPED IN THE AGRICULTURAL RESEARCH CENTER “DONSKOY”

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;
K. N. Khabibullin, junior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, a postgraduate, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;
M. V. Skulova, agronomist, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703
*Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru*

The current paper has presented a material on agroecological estimation of the new soybean lines developed in the Agricultural Research Center “Donskoy”. As a result of the competitive variety testing in 2017–2019, five soybean lines of the middle-early ripening group were selected with a vegetation period less than 120 days, exceeding the standard variety “Don 21” in seed productivity. The temperature and water conditions during the years of study were different, which allowed evaluating the lines in contrasting cultivation conditions. Statistical data processing was carried out by B. A. Dospekhov’s analysis of variance (2012). Agroecological estimation of the new soybean lines was carried out according to S. A. Eberhart and W. A. Russell’s method (1984) and according to V. V. Khangildin’s method (1984). Based on the conducted study, there were identified the lines “L-1016” and “L-1017”, which are characterized by stable productivity, and the lines “L-1001”, “L-1012” and “L-1013” which are responsive to the improvement of the agricultural background. The identified soybean lines “L-1016” and “L-1017” will be used in future breeding as the sources of adaptability, and the lines “L-1001”, “L-1012” and “L-1013” to develop varieties of intensive type. Comparing the time cost, the need for computer technology to carry out calculations according to the methods of agroecological estimation proposed by S. A. Eberhart / W. A. Russell and V. V. Khangildin, the first method is more labor-intensive. According to the first method, the indicators of agroecological estimation must be recalculated if the number of samples changes, since they affect the final result of the calculations, but the second method does not need it. It has been recommended when working with a large number of breeding material to use the method proposed by V. V. Khangildin to speed up math calculations in agroecological estimation.

Keywords: soybean, variety, line, productivity, ecological adaptability, homeostaticity, stress resistance, genetic flexibility, breeding value.

Введение. Соя – ценнейшая белково-масличная культура в мировом земледелии. В ее семенах содержится 36–41% белка, 19–22% масла и до 30% углеводов. Кроме того, в составе семян сои находятся такие

полезные вещества, как витамин А, витамины группы В (B1, B2, PP, B4, B5, B6, B9), витамины С, Е, Н, а также элементы натрий, кальций, магний, калий, фосфор, железо, йод, бор, цинк (Васякин, 2002).

В последние годы наблюдается увеличение посевных площадей сои. По данным Росстата, в 2019 г. в России эту культуру высевали на 3,04 млн га, показывая повышение посевных площадей за год на 3,1%. А за период с 2001 г. посевные площади увеличились в 6,3 раза (сельхозпортал.рф).

Для значительного увеличения производства семян сои необходимо создание высокоурожайных сортов, формирующих продукцию хорошего качества. Соевый протеин рассматривается как высококачественное и недорогое решение проблемы белкового дефицита во всем мире. Соя обладает в различной степени адаптивностью к разнообразным условиям возделывания и возделывается на всех континентах: от 60° ю. ш. до 60° с. ш., т. е. на 2/3 географической части нашей планеты (Лукомец, 2013).

Главной оценкой каждого сорта является урожайность. Под урожайностью мы понимаем результат проявления всех биологических свойств сортов в конкретных условиях года, а также проявления адаптивных свойств, их пластичности и стабильности (Катюк, 2014; Игнатьев, 2019). В связи с этим возникают требования, предъявляемые к новым сортам: энергоэкономичность, экологичность, безопасность возделывания (Филиппов, 2018).

Цель исследований – дать агроэкологическую оценку новым линиям сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований. Полевые исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенному в южной зоне Ростовской области, в течение 3 лет (2017–2019 гг.). По данным зональных систем земледелия Ростовской области (2013), климат зоны – континентальный, с неустойчивым увлажнением, характеризуется среднемноголетней годовой температурой воздуха 8,4–9,2 °С, суммой температуры воздуха выше 10 °С – 3200–3400 °С, продолжительность безморозного периода – 175–185 дней. Количество осадков за год – 341–417 мм, из них в теплое время года – 180–235 мм.

Почвенный покров представлен обыкновенным черноземом (предкавказским карбонатным). Мощность гумусового горизонта – до 140 см. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,2%; подвижного фосфора в пределах 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы.

Предшественник – озимая пшеница. Посев конкурсного сортоиспытания проводили сеялкой ССФК-7 с нормой высева – 400–450 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междуурядий 45 см в оптимальные сроки (Васильченко, 2018). Делянки – трехрядковые. Площадь делянки – 20 м². Повторность – четырехкратная. Уборку проводили прямым комбайнированием селекционным комбайном Wintersteiger Classic.

Исследования по конкурсному испытанию перспективных линий сои проводились в 2017–2019 гг. в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур (1975), методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985) и методикой полевого опыта (2012). Объектами исследований были новые линии среднеранней (110–120 дней) группы спелости, выведенные в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Стандарт – районированный среднеранний сорт Дон 21.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012). Адаптивные свойства новых линий сои определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. А. Зыкина (1984).

Гомеостатичность (H_{om}) урожайности линий сои определяли по методике В. В. Хангильдина (1984) с учетом следующих параметров: стрессоустойчивость ($x_{lim} - x_{opt}$), генетическая гибкость ($(x_{opt} + x_{lim})/2$), коэффициент вариации (V_c , %), селекционная ценность ($S_c = x \cdot (x_{lim}/x_{opt})$).

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что позволило дать объективную оценку изучаемым линиям исходя из сложившихся внешних условий среды, обусловленных прежде всего гидротермическим режимом.

В 2017 г. общее количество осадков, выпавших за период вегетации, составило 320,7 мм. Осадки выпадали неравномерно, в основном в первой половине вегетации (до цветения), во второй половине вегетации отмечался значительный их дефицит, что в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха и неблагоприятными погодными условиями в виде суховеев не способствовало полному использованию потенциала растений сои.

В 2018 г. до начала цветения вегетация растений сои проходила в неблагоприятных условиях на фоне повышенных температур и малого количества осадков. Цветение и вторая половина вегетации сои также проходили на фоне повышенной температуры воздуха и пониженной влажности. Это привело к резкому снижению завязываемости, сбрасыванию завязей и бобов, что отрицательно повлияло на формирование урожайности сои.

В 2019 г. за период вегетации водный и температурный режимы были неравномерными. Так, выпавшие осадки максимально приходились на май (86,4 мм) и июль (71,4 мм). Приходящиеся на июль осадки и нежаркая погода положительно повлияли на формирование урожая, так как в это время проходили закладка и формирование репродуктивных органов растения сои.

Результаты и их обсуждение. Для возделывания в условиях Ростовской области рекомендуются сорта, относящиеся к среднеранней группе спелости и имеющие период вегетации до 120 дней. Сорта, имеющие больший период вегетации, создают трудности при уборке, связанные с осадками, которые отодвигают доведение зерна сои до технической спелости. В связи с этим были отобраны линии с периодом вегетации менее 120 дней (табл. 1).

Для оценки экологической пластичности и гомеостатичности были отобраны 5 линий среднеранней группы спелости, превысившие стандартный сорт Дон 21 по урожайности семян сои (табл. 2).

У отобранных линий сои превышение над стандартом составило от 0,06 до 0,18 т/га в среднем за 2017–2019 гг. исследований. Наибольшее превышение было у линии Л-1012 – на 0,18 т/га при средней урожайности стандарта 1,1 т/га. На 0,13 и 0,12 т/га наблюдалось превышение у линий Л-1013 и Л-1017 соответственно.

Параметры экологической пластичности и гомеостатичности представлены в таблице 3.

Анализ показателя экологической пластичности, проведенный по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1984), показал, что линии Л-1016 и Л-1017 обладают высокой стабильностью урожайности, имея показатели экологической пластичности 0,89 и 0,91 соответственно. А сорт Дон 21 и линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013 отзывчивы на улучшение агрофона. Также были определены следующие параметры гомеостатичности по методике, предложенной В. В. Хангильдиным (1984): стрессоустойчивость, генетическая гибкость, коэффициент вариации, гомеостатичность

и селекционная ценность. Данные по расчету показателей гомеостатичности, полученные по методике В. В. Хангильдина, показали аналогичные результаты,

что и данные, полученные по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell.

**1. Вегетационный период перспективных линий сои среднеранней группы спелости, дней (2017–2019 гг.)
1. A vegetation period of the promising soybean lines of the middle-early ripening group, days (2017–2019)**

Сорт, линия	Годы			Среднее
	2017	2018	2019	
Дон 21 (ст.)	119	125	116	120,0
Л-1001	118	114	115	115,7
Л-1012	120	114	118	117,3
Л-1013	121	115	118	118,0
Л-1016	120	115	115	116,7
Л-1017	120	114	119	117,7

**2. Урожайность семян перспективных линий сои среднеранней группы спелости, т/га (2017–2019 гг.)
2. Seed productivity of the promising soybean lines of the middle-early ripening group, t/ha (2017–2019)**

Сорт, линия	Годы			Среднее	Отклонение от стандарта
	2017	2018	2019		
Дон 21 (ст.)	0,73	1,01	1,55	1,10	–
Л-1001	0,77	1,16	1,56	1,16	+0,06
Л-1012	0,81	1,48	1,56	1,28	+0,18
Л-1013	0,79	1,31	1,57	1,22	+0,12
Л-1016	0,84	1,12	1,52	1,16	+0,06
Л-1017	0,82	1,40	1,47	1,23	+0,13
HCP ₀₅	0,09	0,18	0,16	–	–

**3. Параметры экологической пластиности и гомеостатичности перспективных линий сои (2017–2019 гг.)
3. Parameters of ecological adaptability and homeostaticity of the promising soybean lines of the middle-early ripening group (2017–2019)**

Сорт, линия	Средняя урожайность за 2017–2019 гг., т/га	Экологическая пластиность (bi)	Стрессоустойчивость, $(x_{lim} - x_{opt})$	Генетическая гибкость, $(x_{opt} + x_{lim})/2$	Коэффициент вариации, V, %	Гомеостатичность, H_{om}	Селекционная ценность, S_c
Дон 21 (ст.)	1,10	1,06	-0,82	1,14	30,9	4,35	0,52
Л-1001	1,16	1,04	-0,79	1,16	27,7	5,32	0,57
Л-1012	1,28	1,05	-0,75	1,18	26,2	6,54	0,67
Л-1013	1,22	1,06	-0,78	1,18	26,4	5,96	0,62
Л-1016	1,16	0,89	-0,68	1,18	23,9	7,16	0,64
Л-1017	1,23	0,91	-0,65	1,14	23,6	8,03	0,69

Анализ взаимосвязей между этими методиками по агроэкологической оценке новых линий сои выявил высокие корреляционные связи между показателем экологической пластиности по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell с показателями стрессоустойчивости (-0,92), коэффициентом вариации (0,78) и гомеостатичности (-0,79), рассчитанными по методике, предложенной В. В. Хангильдиным (рис. 1).

Сравнивая затратность времени, ресурсов в виде наличия вычислительной техники на проведение расчетов по методикам агроэкологической оценки, предложенным S. A. Eberhart с W. A. Russell

и В. В. Хангильдиным, делаем вывод, что первая более трудоемка, чем вторая. К тому же по первой методике показатели агроэкологической оценки необходимо пересчитать в случае изменения количества образцов, так как они влияют на конечный результат расчетов, что никак не влияет во второй методике.

Таким образом, методика, предложенная В. В. Хангильдиным, позволяет оценить на экологическую пластиность с высокой достоверностью с проведением небольших математических вычислений по показателям стрессоустойчивости, коэффициенту вариации и гомеостатичности.

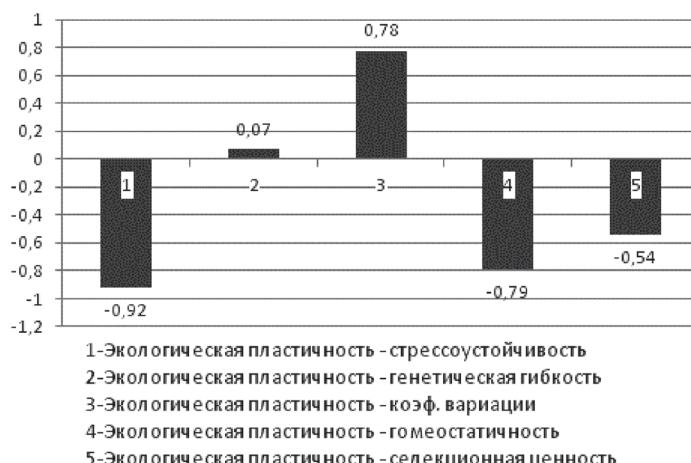


Рис. Корреляционные связи показателей агроэкологической оценки урожайности сои
Fig. Correlation of the indicators of agroecological estimation of soybean productivity

Выводы

- На основании проведенных исследований в 2017–2019 гг. по агроэкологической оценке новых линий сои были выделены линии Л-1016 и Л-1017, отличающиеся стабильностью урожайности, и линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013, отзывчивые на улучшение агрофона.
- Выделенные линии сои Л-1016 и Л-1017 будут использованы в дальнейшей селекционной работе

в качестве источников пластичности, а линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013 – для создания сортов интенсивного типа.

3. Рекомендуется в селекционной практике при большом количестве селекционного материала и ускоренной агроэкологической оценке использовать методику, предложенную В. В. Хангильдиным.

Библиографические ссылки

1. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние сроков посева на продуктивность сортов сои селекции АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 9–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13.
2. Васякин Н. И. Зернобобовые культуры в западной Сибири. Новосибирск, 2002. 184 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. Ростов н/Д., 2013. 248 с.
5. Игнатьев С. А., Регидин А. А. Оценка параметров адаптивности коллекционных образцов эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 53–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58.
6. Катюк А. Н., Зубков В. В. Оценка адаптивности сортов сои разных агроэкотипов // Известия Самарского НЦ РАН. 2014. № 5. С. 1140–1142.
7. Лукомец В. М. Соя в России – действительность и возможность. Краснодар, 2013. 100 с.
8. Сельхозпортал.рф [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://сельхозпортал.рф/анализ-посевных-площадей/?area=16>.
9. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Брагин Р. Н. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и линий озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 11–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-56-2-10-13.
10. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. 1984. № 1. С. 67–76.

References

1. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V. Vliyanie srokov poseva na produktivnost' sortov soi selekcii ANC "Donskoy" v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of sowing date on productivity of soybean varieties developed by the ARC "Donskoy" in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 9–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13.
2. Vasyakin N. I. Zernobobovye kul'tury v zapadnoj Sibiri [Legumes in Western Siberia]. Novosibirsk, 2002. 184 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]: 5-e izd., dop. i pererab. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.
4. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal farming systems of the Rostov Region for 2013–2020]. Ch. I. Rostov n/D., 2013. 248 s.
5. Ignat'ev S. A., Regidin A. A. Ocenka parametrov adaptivnosti kollekcionnyh obrazcov esparceta [The estimation of adaptability parameters of the collection samples of sainfoin] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 53–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58.
6. Katuk A. N., Zubkov V. V. Ocenka adaptivnosti sortov soi raznyh agroekotipov [The adaptability assessment of soybean varieties of different agroecotypes] // Izvestiya Samarskogo NC RAN. 2014. № 5. S. 1140–1142.
7. Lukomec V. M. Soya v Rossii – dejstvitel'nost' i vozmozhnost' [Soybean in Russia: reality and opportunities]. Krasnodar, 2013. 100 s.

-
8. Sel'hozportal.rf [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?area=16>.
9. Filippov E. G., Doncova A. A., Bragin R. N. Ocenka ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti sortov i linij ozimogo yachmenya [The assessment of ecological plasticity and stability of winter barley varieties and lines] // Zernovoe hozaystvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 11–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-56-2-10-13.
10. Hangil'din V. V., Biryukov S. V. Problema gomeostaza v genetiko-selekcionnyh issledovaniyah [The problem of homeostasis in genetic breeding research] // Genetiko-citologicheskie aspeki selekcii s.-h. rastenij. 1984. № 1. S. 67–76.

Поступила: 28.10.19; принята к публикации: 12.11.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за plagiat.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.