

УДК 633.34: 631.67

ГЕНОТИПИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

GENOTYPIC IMPROVEMENT IN YIELDS OF EARLY RIPENING SOYBEAN VARIETIES UNDER IRRIGATION

В.В. Толоконников, доктор сельскохозяйственных наук,
Г.П. Канцер,
Н.М. Плющева

*Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого земледелия*

V.V. Tolokonnikov, doctor of agricultural sciences,
G.P. Kancer,
N.M. Pluscheva

The All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture

Отечественное производство сои существенно уступает зарубежному и во многом из-за менее благоприятных биоклиматических условий, складывающихся для этой культуры практически во всех регионах Российской Федерации. Ориентация соевого производства на ранние сорта вряд ли приведет к получению высокого уровня урожайности, какой характерен для среднемирового показателя (около 2,8 т/га зерна). Продуктивность скороспелых сортов в российском аграрном производстве может быть существенно повышена выращиванием этой культуры в условиях орошения, где наряду с соблюдением приемов агротехники рост урожайности можно увеличить методами селекции, причем без использования ГМО. Высокопродуктивные растения самоопыляющихся культур нередко появляются в течение проведения селекционного процесса, однако из-за недостаточно четко поставленных задач при проведении отбора в большинстве своем они не могут быть выделенными из гибридных популяций. В условиях орошения селекцию скороспелых сортов сои важно актуализировать на выявление и отбор ранозацветающих генотипов, способных формировать средние и даже короткостебельные растения. Используя обширный (более 2 тыс. образцов) и разнообразный генофонд (скороспелые, продуктивные, стрессоустойчивые формы) различного эколого-географического происхождения, в том числе производственные сорта волгоградской (ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 11, Волгоградка 2) и межрегиональной (Соер 3, Бара, Лира, Белгородская 7, Чера) селекции в F_4 были выделены 17 наиболее перспективных линий, сочетающих скороспелость (период вегетации 94 дня) и значительный уровень зерновой продуктивности (2,87 т/га зерна) орошаемого агроценоза. Самая лучшая из них линия 12 (сорт Волгоградка 3) отвечает многим требованиям, предъявляемым к сортам, совмещающим скороспелость с высокой урожайностью, и может быть использована в условиях орошения для увеличения рентабельности производства сои.

Domestic soybean production is significantly inferior to foreign, and largely due to less favorable bioclimatic conditions for this culture in almost all regions of the Russian Federation. The orientation of joint production on early varieties is unlikely to result in a high yield level, which is typical for the average global indicator (about 2.8 t/ha of grain). The productivity of early ripening varieties in Russian agricultural production can be significantly increased by growing this crop under irrigation, where, along with compliance with agricultural practices can increase crop yields using breeding methods, and without using GMO. Highly productive plants of self-pollinating crops often appear during however, due to the lack of well-defined tasks during the selection, most of them cannot be isolated from hybrid populations. Under irrigation conditions, it is important to actualize the selection of early-ripening soybean varieties to identify and select early-flowering genotypes capable of forming medium and even short-stem plants. extensive (more than 2 thousand samples) and diverse gene pool (early maturity, productive, stress resistant forms) of various ecological and geographical origin, including In the production varieties of Volgograd (VNIIOZ 86, VNIIOZ 11, Volgogradka 2) and interregional (Soer 3, Bara, Lira, Belgorod 7, Chera), 17 most promising lines were identified in F_4 , combining early maturity (growing season of 94 days) and significant grain productivity (2.87 t / ha of grain) of irrigated agroecosystem. The best line 12 of them (Volgogradka variety 3) meets many requirements for varieties that combine early ripeness with high yields, and can be used under irrigation conditions to increase the profitability of soybean production.

Ключевые слова: соя, сорта, генотипы, урожайность, орошение, скороспелость, отбор, гибридизация, структура урожайности

Keywords: soybean, varieties, genotypes, yield, irrigation, precocity, selection, hybridization, yield structure

Введение. В настоящее время наблюдается активное увеличение посевных площадей, занятых соей. В мировом земледелии их общая площадь достигает 120 млн га. Средняя урожайность сои, выращиваемой на этой площади, составляет 2,6 т/га зерна. В Российской Федерации под производство сои отведено 2,8 млн га. Средняя урожайность ее 1,5 т/га зерна. Недостаточно благоприятные биоклиматические условия, складывающиеся для отечественного производства сои, определяют приоритетное выращивание скороспелых сортов. Они менее реагируют на изменение фотопериода суток, пригодны для возделывания в повторных посевах, являются лучшими предшественниками в севообороте и эффективно используют запасы почвенной влаги.

В тоже время ранние сорта существенно уступают по урожайности среднескороспелым, полнее использующим биоклиматический потенциал региона их районирования.

В селекции самоопыляемых культур, в том числе и сои наибольшую эффективность показывает отбор на крупносемянность и увеличение биомассы [3, 11, 12]. С использованием этого приема был выведен крупносемянный сорт с непродолжительным сроком формирования высокого уровня биомассы – ВНИИОЗ 31 [8, 9]. Одним из основных направлений селекции скороспелых форм сои для выращивания ее без орошения является отбор ранозацветающих [1] и высокорослых [2] генотипов, характеризующихся способностью добывать влагу из нижних горизонтов почвы и быстрым переходом к генеративному развитию – до наступления наиболее губительных для культуры июльско-августовских засух, периодически возникающих на Европейской территории России.

Значительное повышение урожайности скороспелых сортов (3 т/га зерна и более) можно обеспечить в условиях орошения как за счет приемов агротехники [10], так и генотипическим улучшением растений, совмещая их ранние сроки созревания с высокой продуктивностью.

Целью данной селекционной работы являлось создание сортов сои, совмещающих высокий уровень урожайности и ранний срок созревания в условиях орошения.

Материалы и методы. Исходный материал для проведения селекционной работы был представлен обширным (более 2 тыс. образцов) и разнообразным генофондом сои различного эколого-географического происхождения (из 56 регионов земного шара), прошедшим многолетнее изучение в условиях оро-

шения. Доля продуктивных сортообразцов и селекционных линий в нем более 10%, скороспелых форм – около 20%. Жароустойчивые и адаптированные к воздушной засухе генотипы включали как сортообразцы отечественной селекции, так и созданные в Индии [4].

Скороспелость и высокую урожайность лучших линий начинали оценивать в четвертом гибридном поколении, продолжали эту работу в контрольном питомнике, предварительном и конкурсном сортоиспытаниях.

В скрещивание привлекали сорта ВНИИОЗ 86, Соер 3, ВНИИОЗ 11, Бара, Белгородская 7, Лира, Волгоградка 2, Чера, характеризующиеся высокой концентрацией генов, контролирующих ранние сроки созревания, и высоким потенциалом зерновой продуктивности этой культуры в условиях орошения.

Результаты и обсуждение. Для выращивания сои в условиях орошения селекция ранних сортов была ориентирована на выделение быстрозацветающих линий [7], но при этом высокорослые формы отбраковывали, уделяя внимание среднекороткостебельным растениям, характеризующимся высокими фотосинтетическими показателями и другими хозяйственно важными признаками при благоприятных факторах, складывающихся для роста и развития этой культуры (таблица 1).

Созданные в результате многолетней селекционной работы скороспелые константные линии сои в период проведения научного опыта формировали высокую урожайность (в среднем 2,87 т/га зерна), зацветали на 39 день после посева, наращивали 27,8 тыс. м² площади листовой поверхности и при 1,46 млн м² х дней/га фотосинтетической мощности посева обеспечивали продуктивность фотосинтеза 8,2 г/м² х сутки и высокий сбор биомассы. Средняя длина стеблестоя линий составляла 0,69 м, количество растений перед уборкой достигало 27,1 шт./м², а их зерновая продуктивность была 10,6 г/раст.

Заключение. Генотипическое улучшение урожайности скороспелых сортов сои в условиях орошения на основе многолетней оценки обширного исходного материала с использованием методов гибридизации и отбора показывает высокую эффективность этого направления селекции.

Выведены константные скороспелые и высокопродуктивные линии, способные в среднем за 94 дня сформировать 2,87 т/га зерна.

Созданный сорт Волгоградка 3 характеризуется высокими показателями урожайности (2,93 т/га зерна), скороспелости (период вегетации 95 дней), ранним сроком начала цветения (на 36 день после появления всходов) и невысоким линейным ростом растений (0,65 м).

Использование в сельскохозяйственном производстве нового сорта Волгоградка 3 по мере размножения его семян обеспечит существенный рост урожайности скороспелой сои. Увеличение посевных площадей для возделывания этого сорта будет способствовать высокой рентабельности производства сои в условиях орошения.

Лучшими показателями характеристики скороспелых урожайных форм отличалась линия 12 – сорт Волгоградка 3 с 2019 года. Уровень урожайности этого сорта достигал 2,93 т/га зерна, что выше урожайности скороспелого стандартного сорта ВНИИОЗ 86 на 0,29 т/га зерна (или на 11%).

Сорт Волгоградка 3 характеризовался очень ранним началом цветения – на 36 день после появления всходов. Это способствовало значительному удлинению периода цветения-созревания (на 9 дней) без существенного увеличения (на 5 дней) вегетационного периода. Благодаря невысокому линейному росту (на 0,06 м меньше, чем у стандартного сорта) растения сорта Волгоградка 3 дольше не смыкали междурядья и поэтому не снижали интенсивность и продуктивность фотосинтеза, формируя выше на 20,8% площадь листовой поверхности, увеличивая на 12,3% фотосинтетический потенциал и на 8,8% чистую продуктивность фотосинтеза, за счет этого сбор биомассы в сухом виде был выше на 8,8% по сравнению со значением аналогичного показателя сорта ВНИИОЗ 86. В дальнейшем значения показателей структуры продуктивности орошаемого посева этого сорта, особенно среднее содержание семян в бобах и бобов в узлах растений, были выше по сравнению со значениями аналогичных показателей сорта ВНИИОЗ 86.

Планируется дальнейшее проведение испытаний сорта Волгоградка 3, а также посев его на семеноводческие цели и подготовка к передаче в Госсортосеть.

Результаты исследований также подтвердили, что совмещение в одном сорте ранних сроков созревания и достаточно высокого уровня зерновой продуктивности не приводит к снижению содержания белка и жира в семенах, несмотря на достаточно высокую корреляционную связь между этими признаками и урожайностью [5, 6].

Таблица 1– Показатели характеристики скороспелых и одновременно продуктивных сортов сои в условиях орошения
(средние данные за 2016-2018 годы)

№	Показатель	Среднее значение (17 линий)	Сорт ВНИИОЗ 86 (стандартный сорт)	Сорт Волгоградка 3 (лучший сорт)	Отклонение от стандарта	
					абсолютный показатель	%
1.	Средняя урожайность, т/га при НСР ₀₅ 0,24 т/га	2,87	2,64	2,93	0,29	11,0
2.	Периоды вегетации дней: всходы-цветение	39	40	36	- 4	- 10,0
	цветение-полная спелость	56	50	59	9	18,0
	всходы-полная спелость	94	90	95	5	5,6
3.	Площадь ассимилирующей поверхности, тыс. м ² /га: средняя в период вегетации	27,8	24,5	29,6	5,1	20,8
	самая высокая	39,2	36,4	42,1	5,7	15,7
4.	Фотосинтетическая мощность посева, млн м ² x дней/га (ФП)	1,46	1,38	1,55	0,17	12,3
5.	Продуктивность фотосинтеза, г/м ² x сутки	8,2	8,0	8,7	0,7	8,8
6.	Сбор сухой биомассы, т/га	12,55	11,60	12,61	1,01	8,8
7.	Доля зерна в биомассе, %	22,9	22,8	23,2	0,4	1,8
8.	Линейный рост растений, м: общий	0,69	0,71	0,65	-0,06	-8,5
	до нижнего боба	0,12	0,13	0,14	0,01	7,7
9.	Количество продуктивного стеблестоя, шт./м ²	27,1	24,9	27,0	2,1	8,4
10.	Масса зерна, г: на растении	10,6	10,6	10,9	0,3	2,8
	1000 зерен	126,4	129,4	132,9	3,5	2,7
11.	Озерненность бобов, шт./семян в среднем на 1 боб	2,1	2	2,2	0,2	10,0
12.	Среднее количество бобов в узле, шт.	5,5	5,2	5,6	0,4	7,7
13.	Содержание в семенах, % от сухого вещества: белка	38,5	38,1	32,2	0,1	0,3
	масла	18,5	18,7	18,5	-0,2	-1,1

Библиографический список

1. Зеленцов, С.В. Пути адаптации сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата на примере экологической селекции сои [Текст] / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко // Научный диалог. – Вып. №7. Естествознание и экология. – 2012. – С. 8-12.
2. Кружилин, И.П. Каталог мировой коллекции Вир. Соя. Исходный материал для селекции сои в богарных и орошаемых условиях Нижнего Поволжья [Текст] / И.П. Кружилин, В.В. Толоконников, М.А. Вишнякова // Санкт-Петербург, 2000. – 58 с.
3. Лепехов, С.Б. Эффективность отбора в ранних поколениях гибридов сельскохозяйственных культур по урожайности и признакам продуктивности (обзор) [Текст] / С.Б. Лепехов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Санкт-Петербург, 2018. – Т. 179. – вып. 4. – С. 177-190.
4. Лоскутова, Н.П. Мобилизация генетических ресурсов растений с территории Индии [Текст] / Н.П. Лоскутова, Т.М. Озерская // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Санкт-Петербург, 2018. – Т. 179. – вып. 4. – С. 191-205.
5. Сеферова, И.В. Результаты изучения образцов сои на Адлерской опытной станции Вир в 2010-2012 гг. [Текст] / И.В. Сеферова, А.П. Бойко, Т.В. Шеленга, Т.А. Шолухова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Санкт-Петербург, 2014. – Т. 175. – вып. 3. – С. 34-42.
6. Сеферова, И.В. Результаты изучения образцов сои на Адлерской опытной станции Вир в 2013-2015 гг. [Текст] / И.В. Сеферова, А.П. Бойко, И.Н. Пергут, Т.В. Шеленга, Т.А. Шолухова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Санкт-Петербург, 2018. – Т. 179. – вып. 3. – С. 143-151.
7. Толоконников, В.В. Селекция скороспелых сортов сои для условий орошений [Текст] / В.В. Толоконников, Т.С. Кошкарлова, С.В. Иленева, Г.П. Канцер // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №3 (45). – Часть 3. – С. 123-124.
8. Толоконников, В.В. Перспективные образцы сои для селекции [Текст] / В.В. Толоконников, И.В. Сеферова, Т.С. Кошкарлова, Г.П. Канцер // Международная научная конференция 1-3 ноября 2016 года «Пути повышения эффективности использования генетических ресурсов зернобобовых в селекции» (тезисы докладов). – Санкт-Петербург, 2016. – С. 97-99.
9. Толоконников, В.В. Основные направления и результаты селекции сои и люцерны в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / В.В. Толоконников, Б.В. Красиков, Т.С. Кошкарлова, Г.П. Канцер // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. – 2016. – №3 (43). – С. 55-59.
10. Чамурлиев, Г.О. Соя при орошении в Нижнем Поволжье: Монография / Г.О. Чамурлиев, В.В. Толоконников, О.Г. Чамурлиев. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. – 156 с.
11. Rebetzke G.J., Richards P.A., Holland J.B. Population extremes for aggressing trait values and correlated response of genetically complex traits // Fielol Crops Research, 2017. – Vol. 201. – P. 122-132.
12. Reddy Y.S., Talukdar A., Difshit H.K., Singh V.P., Rana M., Anjou P. Response of different yield components as selection criteria for yield and yield commonest in early generations of lentil (*Lens culinaris* L) // Legume Research, 2017. – Vol. 40. – iss. L. – P. 160-164.

Дополнительные сведения об авторах:

Владимир Васильевич Толоконников, ведущий научный сотрудник отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, vniooz@yandex.ru,

Галина Павловна Канцер, научный сотрудник отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, vniooz@yandex.ru,

Надежда Михайловна Плющева, младший научный сотрудник отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, vniooz@yandex.ru

Bibliographic list

1. Zelentsov, S.V. Ways of adaptation of agriculture in Russia to global climate change on the example of ecological selection of soybean [Text] / S.V. Zelentsov, E.V. Moshnenko // Scientific dialogue. – Issue №7. Natural science and ecology – 2012. – P. 8-12.
2. Kruzhilin, I.P. Catalog of the world collection Vir. Soy. Source material for soybean breeding in rainfed and irrigated conditions of the Lower Volga region [Text] / I.P. Kruzhilin, V.V. Tolokonnikov, M.A. Vishnyakova. – St. Petersburg, 2000. – 58 p.
3. Lepekhov, S.B. Efficiency of selection in early generations of crop hybrids by yield and productivity traits (review) [Text] / S.B. Lepekhov // Works not applied botany, genetics and breeding. – St. Petersburg, 2018. – V. 179. – vol. 4. – P. 177-190.
4. Loskutova, N.P. Mobilization of plant genetic resources from India [Text] / N.P. Loskutova, T.M. Ozerskaya // Works on Applied Botany, Genetics and Breeding. – St. Petersburg, 2018. – V. 179. – Issue. 4. – P. 191-205.
5. Seferova, I.V. The results of the study of soybean samples at the Adler experimental station Vir in 2010-2012 [Text] / I.V. Seferova, A.P. Boyko, T.V. Shelenga, T.A. Sholukhova // Works on Applied Botany, Genetics and Breeding. – St. Petersburg, 2014. – V. 175. – vol. 3. – P. 34-42.
6. Seferova, I.V. The results of the study of soybean samples at the Adler experimental station Vir in 2013-2015. [Text] / I.V. Seferova, A.P. Boyko, I.N. Pergut, T.V. Shelenga, T.A. Sholukhova // Proceedings in applied botany, genetics and breeding. – St. Petersburg, 2018. – T. 179. – vol. 3. – P. 143-151.
7. Tolokonnikov, V.V. Breeding of early ripening soybean varieties for irrigation conditions [Text] / V.V. Tolokonnikov, T.S. Koshkarova, S.V. Ileneva, G.P. Kantser // International Research Journal. – 2016. – №3 (45). – Part 3. – P. 123-124.
8. Tolokonnikov, V.V. Perspective samples of soybean for breeding [Text] / V.V. Tolokonnikov, I.V. Seferova, T.S. Koshkarova, G.P. Kantser // International Scientific Conference 1-3 November 2016 «Ways to improve the efficiency of the use of the genetic resources of pulses in breeding» (Abstracts). – St. Petersburg, 2016. – P. 97-99.
9. Tolokonnikov, V.V. The main directions and results of the selection of soybean and alfalfa in the conditions of the Lower Volga region [Text] / V.V. Tolokonnikov, B.V. Krasikov, T.S. Koshkarova, G.P. Kantser // News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: science and higher education. – 2016. – №3 (43). – P. 55-59.
10. Chamurliiev, G.O. Soybean irrigation in the Lower Volga region: Monograph / G.O. Chamurliiev, V.V. Tolokonnikov, O.G. Chamurliiev. – Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2018. – 156 p.
11. Rebetzke G.J., Richards P.A., Holland J.B. Population extremes for aggressing trait values and correlated response of genetically complex traits // Fielol Crops Research, 2017. – Vol. 201. – P. 122-132.
12. Reddy Y.S., Talukdar A., Difshit H.K., Singh V.P., Rana M., Anjou P. Response of different types of lentils (*Lens culinaris* L) // Legume Research, 2017. – Vol. 40. – iss. L. – P. 160-164.

Additional information about the authors:

Vladimir Vasilyevich Tolokonnikov, leading researcher, department of intensive cultivation technologies, vniooz@yandex.ru,

Galina Pavlovna Kancer, researcher, department of intensive cultivation technologies, vniooz@yandex.ru,

Nadezhda Mikhailovna Plusheva, junior researcher, department of intensive cultivation technologies, vniooz@yandex.ru