УДК 633/635:633.34.631.527 (470.4)

DOI: 10.35809/2618-8279-2019-3-7

СЕЛЕКЦИОННЫЕ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ УВЕЛИЧЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СРЕДНЕСКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

BREEDING AND AGRO-TECHNICAL FACTORS TO INCREASE THE YIELD OF MEDIUM-RIPED SOY VARIETIES UNDER IRRIGATION CONDITIONS

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

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

Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого земледелия

The All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture

Мировое земледелие в значительной степени ориентировано на рост производства сои (до 320 млн т) и ее урожайности (до 2,70 т/га). В Российской Федерации, несмотря на усиление засушливых явлений, также наблюдается увеличение площади посевов этой культуры (до 2,7 млн га) и валового сбора зерна, который превышает 4 млн т, однако интенсивность производства сои сдерживается невысоким уровнем урожайности – 1,50 т/га. В Нижнем Поволжье расширение посевов этой культуры в условиях орошения важно сопровождать внедрением сортов региональной селекции, отзывчивых на оросительную воду, приемы агротехники и мелиорации. В результате многолетней селекционной работы на основе разработанных методов не ГМО селекции выведено 3 среднескороспелых сорта сои для выращивания в условиях орошения: Волгоградка 1 (1991), ВНИИОЗ 76 (2003), ВНИИОЗ 31 (2011). Доказано, что усовершенствование приемов агротехники и мелиорации обеспечивает реализацию высокого потенциала продуктивности этих сортов. Мульчирующая обработка почвы в посевах сорта ВНИИОЗ 76 приводит к росту урожайности сои (до 3,40 т/га). Установлено, что инокуляция семян соевым ризоторфином совместно с обработкой их водными растворами бишофита (20%) и никфана (0,01%) способствует существенному увеличению урожайности сортов ВНИИОЗ 31 (до 4,39 т/га) и ВНИИОЗ 76 (до 4,24 т/га). Применение дифференцированного по периодам развития растений режима орошения сорта ВНИИОЗ 31 повышает его урожайность до 3,46 т/га в относительно влагообеспеченные годы и до 2,90-3,21 т/га – в острозасушливые.

World agriculture is largely focused on the growth of soybean production (up to 320 million tons) and its yield (up to 2.70 t/ha). In the Russian Federation, despite the strengthening of arid phenomena, there is also an increase in the area of crops of this crop (up to 2.7 million hectares) and gross grain harvest, which exceeds 4 million tons, but the intensity of soybean production is constrained by a low level of productivity – 1.50 t/ha. In the Lower Volga region, the expansion of this crop under irrigation conditions is important to accompany the introduction of varieties of regional selection, responsive to irrigation water, agricultural techniques and reclamation. As a result of long-term selection work on the basis of the developed methods of non-GMO selection, 3 medium-ripe soybean varieties were derived for cultivation in irrigation conditions: Volgogradka 1 (1991), VNIIOZ 76 (2003), VNIIOZ 31 (2011). It is proved that the improvement of agricultural techniques and reclamation ensures the implementation of high productivity potential of these varieties. Mulching tillage in crops of VNIIOZ 76 variety leads to an increase in soybean yield (up to 3.40 t/ha). It is established that inoculation of soybean seeds rizotorfina in conjunction with the processing of aqueous solutions of bischofite (20%) and Nirvana (0,01%) contributes to a significant increase in the yield of varieties VNIIOZ 31 (to 4.39 t/ha) and VNIIOZ 76 (to 4.24 t/ha). Application of the irrigation regime of the VNIIOZ 31 variety differentiated by periods of plant development increases its yield to 3.46 t/ha in relatively moisture-rich years and to 2.90-3.21 t/ha – in arid.

Ключевые слова: соя, сорта, Волгоградка 1, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31, урожайность, селекция, агротехника, режимы орошения

Key words: soybean, varieties, Volgogradka 1, VNIIOZ 76, VNIIOZ 31, yield, selection, agricultural technology, irrigation regimes

Введение: Проблема дефицита белка во многих странах в значительной степени решается за счет увеличения валового производства сои, превышающего 320 млн тонн в мировом земледелии при средней урожайности около 2,70 т/га [10, 11, 12]. В Российской Федерации также наблюдается ежегодный рост площади посевов этой культуры, составляющий в настоящее время 2,7 млн га. Однако урожайность ее не превышает 1,50 т/га, что сдерживает увеличение посевной площади (до 10,0 млн га), необходимой как для полного удовлетворения потребности отечественного народного хозяйства, так и для экспорта за рубеж, где производство сои более чем на 80% основано на использовании ГМО сортов [6].

Глобальное изменение климата приводит к усилению засух, особенно в южных регионах Российской Федерации [5]. В сухостепной зоне светло-каштановых почв Волгоградской области в период с 2010 по 2018 годы среднесуточная температура воздуха увеличилась до +22,0°C, а количество суховейных дней с относительной влажностью воздуха менее 30% возросло до 77 относительно аналогичных среднесезонных показателей (20,3°C; 47 дней). В связи с этим важно выводить среднескороспелые более урожайные, чем скороспелые, в условиях орошения сорта сои и повышать степень реализации их генетического потенциала продуктивности агротехническими и мелиоративными приемами.

Целью работы являлось создание принципиально различных сортов сои, пригодных для возделывания в засушливых условиях, отзывчивых на оросительную воду, способы посева, биостимуляторы роста и мульчирующую обработку почвы.

Материалы и методы: Селекционные исследования проводили поэтапно в период с 1983 по 2018 годы.

По мере выведения среднескороспелых сортов Волгоградка 1 (1993), ВНИИОЗ 76 (2003) и ВНИИОЗ 31 (2011) разрабатывали приемы их сортовой агротехнологии.

Общепринятые методы селекции сои – гибридизация и отбор [1] в условиях орошения были усовершенствованы [7]. Наряду с искусственным скрещиванием в ходе селекционной работы применяли направленный кроссбридинг и проводили выборку из собственной коллекции [3] разноспелых генетически различных пар с альтернативными признаками окраски венчика цветка и опущения растения, которые более доступны отбору явно гибридных индивидов в F_1 . В дальнейшем использовали массовый отбор

и только в F_4 проводили индивидуальное выделение фенотипически лучших морфобиотипов, достигших концентрации ценных генов и приближающихся по однородности к линиям. Поскольку с увеличением объема прорабатываемого материала возрастает вероятность выявления подлинно трансгрессивных признаков [1] в селекционных питомниках оценивали от 1 707 до 5 784 генотипов.

Для оптимизации способов посева – широкорядного (0,70х0,024 м) (контроль) и рядового (0,70х0,042 м) высевали сорта ВНИИОЗ 76 и Волгоградка 1.

Учетная площадь делянок 72-84 м². Повторность четырехкратная.

Эффективность мульчирующей обработки почвы (боронование + щелевание, навоз + NPK) по сравнению с плужной обработкой (при внесении NPK) выявляли в посевах сорта ВНИИОЗ 76. Учетная площадь делянок 100 м². Повторность шестикратная.

Влияние биорациональных средств (соевого ризоторфина, бишофита, никфана) изучали в посевах сортов ВНИИОЗ 31 и ВНИИОЗ 76. Учетная площадь делянок 25 м². Повторность четырехкратная.

В посевах сорта ВНИИОЗ 31 изучали три вида режима орошения: постоянный (контроль), при котором предполивная влажность почвы в течение вегетации культуры составляла 80% НВ и два дифференцированных по периодам роста и развития сои: всходы-цветение, образование и налив бобов, созревание-полная спелость – 70-80-70% НВ и 80-80-70% НВ. Учетная площадь делянок 120 м². Повторность четырехкратная.

Результаты и обсуждение. Проработка и оценка значительного объема селекционного материала и перспективных линий на выходе, в том числе и в эколого-географических испытаниях при десяти научно-исследовательских учреждениях, расположенных в Волгоградской, Астраханской, Саратовской, Ростовской, Оренбургской, Кемеровской областях, Краснодарском и Ставропольском краях, способствовала поэтапному выделению адаптированных генотипов в качестве родоначальных растений сортов сои Волгоградка 1, ВНИИОЗ 76 и ВНИИОЗ 31. Они характеризовались формированием высокого уровня зерновой продуктивности и обладали устойчивостью на существенное и динамическое усиление воздушной засухи.

На первичном этапе селекционного процесса важно было достичь закрепления в потомстве комплекса важных для формирования урожая признаков и свойств, поэтому особенное внимание уделяли высоконаследуемым (на 71-

81%), характерным для высокопродуктивных в условиях орошения растений – среднее количество бобов в узле и семян в бобе. Также выделяли среднерослые растения, не снижающие интенсивность ветвления и продолжительность процесса фотосинтеза в период от всходов до налива семян. При такой методике отбора удалось вывести сорт Волгоградка 1, характеризующийся более коротким стеблем (на 0,15 м) и продолжительным периодом процесса фотосинтеза (на 7 дней), чем стандартный сорт Мерит. Эти особенности способствовали увеличению семян в бобе (в среднем до 2 шт.) и незначительному росту зерновой продуктивности растения, что при высокой плотности продуктивного стеблестоя (31,4 шт./м²) обеспечило существенный рост урожайности (на 11,7%).

При отборе оптимально облиственных форм учитывали, что соя отличается высокой интенсивностью формирования биомассы [2, 9], но при этом выбирали растения, характеризующиеся более длительным периодом процесса фотосинтеза в период от всходов до налива семян (на 7 дней больше, чем стандартный сорт Волгоградка 1). Выведенный сорт ВНИИОЗ 76 отличается повышенным количеством бобов в узле (3 шт.) и большей массой зерна на одном растении (10,4 г), что обеспечило его более высокую продуктивность (на 15,2% больше относительно урожайности сорта Волгоградка 1, принятого за стандарт).

Годы проведения исследований (2001-2018 годы) характеризовались высокой интенсивностью воздушной засухи (54-77 дней). При таких неблагоприятных условиях одной из задач селекционного улучшения сои являлось создание коротко-среднестебельных растений с повышенной интенсивностью фотосинтеза за счет более продолжительного функционирования листьев в невысоком стеблестое. На основе отбора таких генотипов и их комплексной оценки был выведен сорт сои ВНИИОЗ 31. Он способен формировать более короткие растения (на 0,12 м меньше, чем растения стандартного сорта ВНИИОЗ 76) и за счет этого долго не закрывать междурядья и более длительно (103 дня), чем сорт ВНИИОЗ 76 (95 дней), обеспечивать фотосинтетический процесс агроценоза. Благодаря чему созданный сорт характеризуется урожайностью на уровне 3,01 т/га, что выше урожайности стандартного сорта на 10,3%.

Высокий потенциал зерновой продуктивности, заложенный в генотипе среднескороспелых сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИОЗ, в значительной степени возможно реализовывать при оптими-

Фаза цветения сои (сорт ВНИИОЗ 31)

зации агротехнических и мелиоративных приемов [4]. Исследования показали, что сорта Волгоградка 1 и ВНИИОЗ 76 более отзывчивы на рядовой посев (0,30×0,042 м), при котором количество растений увеличено и они располагаются более равномерно по площади питания. При таком посеве эти сорта формировали более высокую урожайность (3,30-3,71 т/га), чем при возделывании их при посеве широкорядным способом (0,70×0,24 м), характеризующимся меньшей густотой растений к уборке и менее равномерной площадью их питания (2,59-2,92 т/га).

Применение малоэнергоемких приемов обработки почвы и средств химизации особенно эффективно на посевах сои в условиях орошения, где значительный рост урожайности должен сопровождаться экономией основных средств производства и, в первую очередь, оросительной воды [8].

Эффективность предпосевной инокуляции семян сои и обработки их другими биорациональными средствами доказана многими исследованиями [1, 6]. В условиях орошения лучшие результаты были получены при комплексной обработке семян сортов сои ВНИИОЗ 76 и ВНИИОЗ 31 соевым ризоторфином и водными растворами бишофита (20%) и никфана (0,01%) – урожайность сортов сои составила 4,08 т/га и 4,39 т/га соответственно. При обработке семян только соевым ризоторфином и только регуляторами роста продуктивность культуры указанных сортов была существенно ниже – 3,68 т/га и 3,72 т/га; 3,29 т/га

и 4,20 т/га соответственно. При отсутствии обработки семян урожайность сортов была 3,24 т/га и 3,55 т/га соответственно.

Самым отзывчивым на обработку семян оказался сорт ВНИИОЗ 31 – прибавка урожайности составила 25,9-35,5%. Оптимизация режима орошения этого сорта показала, что его посевы более отзывчивы на применение дифференцированного по периодам роста и развития культуры режима орошения 80-80-70% НВ. При таком поливе урожайность его была наибольшей и в средние по влагооб-

еспеченности годы составляла 3,46 т/га, в острожасушливые 2,90-3,21 т/га. При применении других изучаемых режимов орошения продуктивность этого сорта была ниже: при дифференцированном по периодам роста и развития культуры режиме орошения 70-80-70% НВ в средние по влагообеспеченности годы – 3,18 т/га, в острожасушливые – 2,86-2,96 т/га; при поддержании предположительной влажности почвы в течение вегетации культуры 80% НВ в средние по влагообеспеченности годы – 3,12 т/га, в острожасушливые – 2,63-2,81 т/га.

Заключение. Усовершенствованными в условиях орошения методами селекции (направленный кроссбридинг подобранных с альтернативными признаками родительских пар, выявление более доступных отбору гибридных растений в F_1 и индивидов – будущих линий только F_4) выведены потенциально урожайные сорта сои.

Сорта Волгоградка 1 и ВНИИОЗ 76 более высокую урожайность (3,30-3,71 т/га) формируют в рядовом посеве (0,30×0,042 м) по сравнению с широкорядным (0,70×0,024 м) (2,59-2,92 т/га).

Мульчирующая обработка почвы (боронование + щелевание, навоз + NPK) способствует большей урожайности сои (до 3,40 т/га) относительно влияния плужной обработки почвы (с внесением NPK) на продуктивность культуры (2,99 т/га).

Обработка семян биорациональными средствами (соевым ризоторфином, бишофитом, никфаном) сортов сои ВНИИОЗ 31 и ВНИИОЗ 76 обеспечивает их более значительную продуктивность относительно урожайности этих сортов, получаемой при выращивании их из необработанных семян.

Посевы сорта ВНИИОЗ 31 отличаются большей продуктивностью при дифференцированном по периодам роста и развития сои режиме орошения: всходы-цветение, образование и налив бобов, созревание-полная спелость 80-80-70% НВ (2,90-3,46 т/га), чем при поливе с поддержанием предположительной влажности почвы в течение вегетации культуры 80% НВ (2,63-3,12 т/га).

Расширение площади посевов сортов сои Волгоградской селекции и применение оптимизированной агротехнологии их возделывания будут способствовать повышению рентабельности производства этой культуры в условиях орошения.

Библиографический список

1. Ващенко, А.П. Соя на дальнем Востоке [Текст] / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко, Л.А. Дега, Н.В. Чайка, Ю.С. Капустин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с.
2. Зайцев, Н.И. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения [Текст] / Н.И. Зайцев, Н.И. Бочкарёв, С.В. Зеленцов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – вып. 2 (166). – С. 29-34.
3. 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. – Вып. 706. – 56 с.
4. Кошкарлова, Т.С. Продуктивность адаптированных сортов сои различных групп спелости на каштановых почвах Нижнего Поволжья [Текст]: автореферат диссертации кандидата с.-х. наук / Т.С. Кошкарлова. – Саратов, 2019. – 24 с.
5. Папцов, А.Г. Адаптация сельского хозяйства России к глобальному изменению климата [Текст] / А.Г. Папцов, С.К. Шиловская, А.В. Колесников, А.В. Амалин, Л.Ю. Адамова, В.А. Суровцев. – Москва, 2015. – 70 с.
6. Российский соевый союз [Электронный ресурс WWW.ROS-Soya.SU (дата обращения 20.06.19)].
7. Толоконников, В.В. Методы селекции и семеноводства сои в условиях орошения [Текст] / В.В. Толоконников, А.А. Новиков, Т.С. Кошкарлова, С.В. Иленева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №3 (47). – С. 119-123.
8. Толоконников, В.В. Особенности высокорентабельного возделывания среднескороспелых сортов сои в условиях орошения [Текст] / В.В. Толоконников, А.А. Новиков, О.П. Комарова, Т.С. Кошкарлова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №3 (51). – С. 185-191.
9. Чамурлиев, Г.О. Соя при орошении в Нижнем Поволжье: монография [Текст] / Г.О. Чамурлиев, В.В. Толоконников, О.Г. Чамурлиев // Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2010. – 156 с.
10. Melihhov, V.V. Green tech noloqieg the basis bor integration and clustering of subjects at the regional level of economy [Текст] / V.V. Melihhov, A.A. Novikov, L.N. Medvedeva, O.P. Komarova // Contributions to Economics. – 2017. – №9783319454610. – P. 365-382.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Vision 2016 [Электронный ресурс] – url: <http://faostat3.fao.org/download/9/gsl> (дата обращения 02.27.2016).
12. Soybean oil crops market Outlook // USDA United States Department of Agriculture, 2016 [Электронный ресурс] – url: <http://ers.usda.gov/topics/crops/soyleans> – oil – crops/ market – outlook.aspx (дата обращения 03. 03.2016).

Дополнительные сведения об авторах:

Татьяна Сергеевна Кошкарлова, младший научный сотрудник отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, koshkarova_ts@vniioz.ru

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

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

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

Bibliographic list

1. Vashchenko, A.P. Soy in the far East [Text] / A.P. Vashchenko, N.V. Mudrik, P.P. Fisenko, L.A. Degas, N.V. Chaika, Yu.S. Kapustin. – Vladivostok: Dalnauka, 2010. – 435 p.
2. Zaitsev, N.I. Prospects and directions of soybean breeding in Russia under the conditions of implementation of the national strategy of import substitution [Text] / N.I. Zaitsev, N.I. Bochkarev, S.V. Zelentsov // Oilseeds scientific and technical. Bulletin of the all-Russian research Institute of oilseeds. – 2016. – issue. 2 (166). – P. 29-34.
3. Kruzhilin, I.P. Catalogue of the world collection of VIR. Soybean 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. – Issue. 706. – 56 p.
4. Koshkarova, T.S. Productivity of adapted soybean varieties of different ripeness groups on chestnut soils of the Lower Volga region [Text]: thesis abstract of candidate of agricultural Sciences / T.S. Koshkarova. – Saratov, 2019. – 24 p.
5. Paptsov, A.G. Adaptation of Russian agriculture to global climate change [Text] / A.G. Paptsov, S.K. Shilovskaya, A.V. Kolesnikov, A.V. Amelin, L.Yu. Adamova, V.A. Surovtsev. – Moscow, 2015. – 70 p.
6. Russian soy Union [Electronic resource WWW.ROS-Soya.SU (date accessed 20.06.19)].
7. Tolokonnikov, V.V. Methods of breeding and seed production of soybean in irrigation conditions [Text] / V.V. Tolokonnikov, A.A. Novikov, T.S. Koshkarova, V.S. Oleneva // Proceedings of lower Volga agrodiversity complex: science and higher professional education. – 2017. – №3 (47). – P. 119-123.
8. Tolokonnikov, V.V. Features of highly profitable cultivation of medium-ripe soybean varieties under irrigation [Text] / V.V. Tolokonnikov, A.A. Novikov, O.P. Komarova, T.S. Koshkarova // Proceedings of the lower Volga agricultural University complex: science and higher professional education. – 2018. – №3 (51). – P. 185-191.
9. Charliev, G.O. Soybeans under irrigation in the Lower Volga region: the monography [Text] / G.O. Charlie, V.B. Timofeev, O.G. Charliev // Volgograd of the Volgograd state agricultural University, 2010. – 156 p.
10. Melihhov, V.V. Green tech noloqieg the basis bor integration and clustering of subjects at the regional level of economy [Text] / V.V. Melihhov, A.A. Novikov, L.N. Medvedeva, O.P. Komarova // Contributions to Economics. – 2017. – № 9783319454610. – P. 365-382.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Vision 2016 [Online] – url: <http://faostat3.fao.org/download/9/gsl> (accessed 02.27.2016).
12. Soybean oil crops market Outlook // USDA United States Department of Agriculture, 2016 [Online] – url: <http://ers.usda.gov/topics/crops/soyleans> – oil – crops/ market – outlook.aspx (accessed 03. 03.2016).

Additional information about the authors:

Tatyana Sergeevna Koshkarova, junior researcher department of intensive cultivation technologies, koshkarova_ts@vniioz.ru,

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

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

Nadezhda Mikhailovna Pluscheva, junior researcher department of intensive cultivation technologies, vniioz@yandex.ru