УДК 631.6

DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ ПРИ ОРОШЕНИИ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ

EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS AND THEIR INFLUENCE ON THE SOY PRODUCTIVITY DURING IRRIGATION IN THE CONDITIONS OF THE DRY-STEPPED VOLGA REGION

В.А. Шадских, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации,

В.Е. Кизжаева, кандидат сельскохозяйственных наук,

В.О. Пешкова, кандидат биологических наук

V.A. Shadskikh, doctor of agricultural sciences, professor, honored worker of agriculture of the Russian Federation,

V.E. Kizhaeva, candidate of agricultural sciences,

V.O. Peshkova, candidate of biological sciences

*Волжский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

*Volga Scientific-Research Institute of Hydraulic
Engineering and Land Reclamation*

В статье дана оценка влияния новых технологических приемов на продуктивность соевых агроценозов на орошении. Обоснованы и апробированы в производственных посевах инновационные технологии, отличающиеся высокой экономической эффективностью. Малозатратным и экологически безопасным приемом при возделывании культуры на орошаемых землях является пинцировка ростовых точек сои, в результате чего увеличивается количество боковых ветвей и бобов на растении. Выявлена эффективность применения этого метода в фазу 4-5 листьев, что обеспечивает повышение продуктивности сои в среднем на 0,5-1,0 т/га зерна. Пинцировка в фазу 8-9 листьев сокращает период вегетации культуры без потери урожая. Дефицит кремниевого питания служит одним из лимитирующих факторов развития растений сои. Доказано положительное влияние обработок препаратом НаноКремний на рост и развитие растений, что проявляется в повышении полевой всхожести и энергии прорастания семян сои, фотосинтетической активности, устойчивости к болезням и обеспечивает увеличение ее урожайности. Наибольшей урожайностью после обработок отличается сорт Соер 3 (3,43 т/га зерна), урожайность сои Бара несколько ниже (3,31 т/га зерна). Обработка магнитным полем семян сои перед посевом и поливной воды при орошении повышает урожайность культуры и сокращает время ее созревания. Кроме того, возделывание сои на поливных землях способствует повышению плодородия почвы, так как происходит обогащение почвы азотом [4, 9, 13]. Применение инновационных приемов возделывания сои в различные периоды вегетации растений является актуальным с точки зрения ресурсосбережения и повышения продуктивности сои в орошаемом агроценозе.

The article assesses the impact of new technological methods on the productivity of soybean agrocenoses on irrigation. Innovative technologies with high economic efficiency have been substantiated and tested in production crops. A low-cost and environmentally friendly method for cultivating crops on irrigated lands is to pinpoint the growth points of soybeans, as a result of which the number of side branches and beans on the plant increases. The effectiveness of using this method in the phase of 4-5 leaves has been revealed, which ensures an increase in soybean productivity by an average of 0.5-1.0 t/ha of grain. Pincing in the phase of 8-9 leaves reduces the growing season of the crop without loss of yield. Silicon nutrition deficiency is one of the limiting factors in the development of soybean plants. The positive effect of treatments with the NanoKremny preparation on the growth and development of plants is proved, which is manifested in an increase in field germination and germination energy of soybean seeds, photosynthetic activity, resistance to diseases and provides an increase in its yield. The highest yield after treatments is characterized by the variety Soyer 3 (3.43 t/ha of grain), the soybean yield of Bar is slightly lower (3.31 t/ha of grain). Magnetic field treatment of soybean seeds before sowing and irrigation water during irrigation increases the yield of the crop and reduces the time of its ripening. In addition, soybean cultivation in irrigated lands contributes to soil fertility, as the soil is enriched with nitrogen [4, 9, 13]. The use of innovative methods of soybean cultivation in different periods of plant vegetation is relevant in terms of resource conservation and increase soybean productivity in irrigated agrocenosis.

Ключевые слова: соя, орошение, ресурсосберегающая технология, биотехнологические приемы, продуктивность сои

Key words: soybean, irrigation, resource-saving technology, biotechnological techniques, soybean productivity

Введение. В условиях ограниченного поступления импортной сельскохозяйственной продукции и необходимости обеспечения продовольственной безопасности страны главная стратегическая задача аграрного производства заключается в обеспечении стабильной отдачи с орошаемого гектара. Это возможно только в результате повышения общей культуры ведения орошаемого земледелия на основе максимального ресурсосбережения и повышения наукоемкости в мелиоративной отрасли [5].

Поволжский федеральный округ является одной из наиболее перспективных зон соеосеяния в РФ. Почвенно-климатические условия этой территории благоприятны для возделывания сои и создают все предпосылки для расширения площади ее посевов, выращиваемых при орошении [2].

По сравнению с традиционными сельскохозяйственными культурами соя является наиболее экономически выгодной как в плане производства, так и реализации товарного зерна или семян. Экономическая эффективность возрастает при использовании ее на корм скоту и птице, а при переработке на продовольственные цели достигает максимума, особенно при глубокой переработке. Поэтому производство высококачественного зерна сои на промышленной основе – стратегическая задача в решении вопроса импортозамещения продовольствия [11].

Большая часть исследований этой культуры посвящена изучению биологии, морфологии и технологии ее возделывания. Разработок по инновационным биотехнологическим приемам, повышающим продуктивность и улучшающим качество зерна сои, возделываемой в условиях орошения, практически нет [6, 7]. В этой связи совершенствование ресурсосберегающей технологии возделывания сои на орошаемых землях с включением инновационных биотехнологий является актуальным [1, 3].

Целью исследований являлось изучение влияния различных биотехнологических приемов: пинцировки, обработки НаноКремнием зерна перед посевом и вегетирующих растений, полив водой, обработанной магнитным полем, на продуктивность сои в орошаемом агроценозе [4].

Материалы и методы. Разработку усовершенствованной технологии возделывания сои в орошаемых агроценозах сухостепной зоны Поволжского региона

проводили с применением инновационных биотехнологических приемов на полях опытно-производственного хозяйства ВолжНИИГиМ, ООО «Березовское» (Саратовская область, Энгельсский район), а также в ООО «Цирулев Е.П.» Самарской области.

Полевые наблюдения и лабораторные исследования выполняли в соответствии с фенологическими фазами роста и развития сои по общепринятым методикам [2]. Контрольным вариантом являлись производственные посевы сои испытываемых сортов площадью 150 га.

Режим орошения сои 70-80-70% НВ, дифференцированный по фазам развития культуры [7, 13]. При выполнении опытов проводили три вегетационных полива нормой 500 м³/га дождевальными машинами «Фрегат» со встроенными магнитами в каждом пролете.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом в пятикратной повторности, глубина отбора почвенных образцов – до 1 м, периодичность – в пределах 10 дней в зависимости от метеословесных условий.

Пинцировку растений проводили в следующие фазы: ветвление-начало цветения – фаза развития 4-5 листьев, на 28-33 день от появления всходов; массовое цветение – фаза развития 6-7 листьев; начало плодообразования – фаза развития 8-9 листьев. Начало фазы фиксировали при вступлении в нее 10% растений, окончание – при 75%.

Образцы для определения содержания питательных элементов в почве и водно-физических свойств отбирали в слое 0-30 см; средний образец набирали из десяти почвенных проб [12].

Расчет доз внесения минеральных удобрений проводили по результатам агрохимического анализа почвы (ГОСТ 26488-85 «Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО», ГОСТ 26205-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО»).

В опыте использовали сорта сои Бара, Мария, Соер 3. Посевные качества семян определяли по ГОСТ 12038-84.

Препаратом НаноКремний проводили обработку семян и растений в различные фазы роста и развития сои. Семена сои обрабатывали весной перед посевом (норма препарата НаноКремний 300 г/т). Первую обработку растений проводили в фазу тройчатого листа-ветвления, вторую – в фазу бутонизации-цветения. В пофазовой обработке расход препарата НаноКремний составил 75-100 г/га.

Биологическую урожайность зерна сои, приведенного к стандартной влажности 14% и 100% чистоте, определяли поделочно по пробным снопам с 12 м в пятикратной повторности.

Обработку результатов проводили по методике Доспехова с использованием программ Statistika 5.5 и Microsoft Excel XP.

Результаты и обсуждение. Установлено, что применение пинцировки оказало положительное влияние на продуктивность сои. Урожайность изучаемых сортов сои в зависимости от периода проведения пинцировки приведена в таблице 1.

Анализ данных продуктивности культуры показал, что наилучший урожай зерна (выше своей потенциальной способности) сформировала соя после про-

Таблица 1 – Урожайность сои с применением пинцировки

Сорт сои	Урожайность, т/га зерна			
	без пинцировки (контроль)	вариант пинцировки		
		в фазу развития 4-5 листьев (ветвление – начало цветения)	в фазу развития 6-7 листьев (массовое цветение)	в фазу развития 8-9 листьев (начало плодообразования)
Бара	3,20	3,84	3,42	3,55
НСР ₀₅	0,43	0,37	0,34	0,32
Марина	4,08	5,04	4,25	4,64
НСР ₀₅	0,47	0,50	0,52	0,48

веденной пинцировки в фазу развития 4-5 листьев (ветвление-начало цветения). Урожайность сорта Бара составила 3,84 т/га зерна, что на 0,64 т/га зерна выше, чем урожайность сои без применения пинцировки, урожайность сорта Марина – 5,04 т/га зерна, то есть на 0,96 т/га зерна больше чем урожайность сои без применения пинцировки.

Одним из основных показателей продуктивности сои является количество бобов, находящихся на главном стебле и боковых ветвях растения. В ходе выполнения исследований было выявлено, что при применении пинцировки в фазу 4-5 листьев (ветвление-начало цветения) семена наиболее выполненные, что обеспечивает дополнительный сбор зерна в среднем до 0,4 т/га зерна.

Ранее опытным путем было доказано, что дефицит кремниевого питания служит одним из лимитирующих факторов развития корневой системы растений [10]. Оптимизация кремниевого питания повышает эффективность фотосинтеза и активность корневой системы [8].

Полученные результаты полевых и лабораторных исследований данной научной работы свидетельствовали о положительном влиянии обработки препаратом НаноКремний на рост и развитие растений. Его действие проявлялось в повышении полевой всхожести и энергии прорастания, фотосинтетической активности, устойчивости к болезням и, как следствие, в увеличении урожайности сои (таблица 2).

Так, урожайность сои сорта Бара после обработок составила 3,31 т/га зерна (на 0,66 т/га зерна выше урожайности культуры, не подвергшейся такой обработке). Наилучшим образом обработка НаноКремнием сказалась на урожайности сорта Соер 3, которая составила 3,43 т/га зерна и была выше продуктивности культуры, выращенной без применения обработки этим препаратом, на 0,56 т/га зерна.

Также анализ полученных данных показал положительное влияние полива посевов сои омагниченной водой [14]. Применение этого приема повышало ее урожайность в среднем на 23% (таблица 3).

Наибольшую урожайность сформировал сорт Бара – 4,00 т/га зерна, прибавка урожайности относительно продуктивности культуры, полив которой осуществлялся обычной водой, составила 0,93 т/га зерна. Урожайность сорта Марина была несколько ниже – 3,24 т/га зерна, что на 1,19 т/га зерна выше продуктивности культуры, полив которой осуществлялся обычной водой.

Экспериментальный участок по изучению пинцировки

Таблица 2 – Урожайность сои, обработанной минеральным удобрением с микроэлементами НаноКремний

Сорт сои	Урожайность, т/га зерна		Прибавка урожайности, % к контролю
	без обработки НаноКремнием (контроль)	с обработкой НаноКремнием	
Бара	2,65	3,31	19,9
Марина	2,97	3,39	12,4
Соер 3	2,87	3,43	16,3
НСР ₀₅	0,12	0,04	2,5

Таблица 3 – Урожайность сои сорта Марина при орошении омагниченной водой (3 вегетационных полива)

Сорт сои	Урожайность, т/га зерна		Прибавка урожайности к контролю, т/га
	производственный посев (контроль)	полив омагниченной водой	
Бара	3,07	4,00	0,93
Марина	2,05	3,24	1,19
НСР ₀₅	0,17	0,08	2,40

Заключение. Применение пинцировки в фазу 4-5 листьев (ветвление-начало цветения) обеспечивает повышение продуктивности сои (до 5 т/га зерна), поэтому использование этого приема в технологии ее выращивания при орошении в производственных масштабах будет способствовать увеличению валового сбора зерна.

Применение минерального удобрения с микроэлементами НаноКремний для обработки семян и растений является эффективным инновационным приемом при возделывании сои на орошении. Кремниевое питание растений имеет большое значение для обеспечения увеличения продуктивности культуры на фоне неблагоприятного воздействия среды.

Обработка магнитным полем семян сои перед посевом и поливной воды при орошении повышает продуктивность культуры и ускоряет время ее созревания.

Библиографический список

1. Ананян, М.А. Возможности использования нанотехнологий в агропромышленном комплексе / М.А. Ананян // Применение нанотехнологий и наноматериалов в АПК: сб. докл. – М.: Росинформагротех, 2008. – С. 6-10.
2. Баранов, В.Ф. О возможности чеканки сои / В.Ф. Баранов, П.М. Галкин, Уго Торо Корреа // Масличные культуры. – 2006. – Вып. 2 (135). – С. 48-51.
3. Бородин, И.Ф. Нанотехнологии в сельском хозяйстве / И.Ф. Бородин // Агробизнес-Россия. – 2007. – №7. – С. 18-20.
4. Зеленская, Т.И. Применение пинцировки для повышения семенной продуктивности сои / Т.И. Зеленская, Н.С. Шевченко // Зерновое хозяйство. – 2007. – №1. – С. 27-28.
5. Коваленко, Л.В. Биологически активные нанопорошки железа / Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолманис, Н.С. Вавилов // Перспективные материалы. – 2005. – №2. – С. 39-43.
6. Лобачев, Ю.В. Оценка сортов сои разного эколого-географического происхождения при возделывании в условиях орошения Саратовской области / Ю.В. Лобачев, В.А. Шадских // Аграрный научный журнал. – 2014. – №5. – С. 13-16.
7. Макаров, В.Н. Эффективность применения отдельных технологических приемов в семенных посевах новых сортов сои в Приамурье / В.Н. Макаров, В.И. Кельчин // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – №4 (44). – С. 57– 63.
8. Матыченков, В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение: дис. ... доктора биол. наук: 03.00.12, 03.00.27: защищена: 24.12.2008 / В.В. Матыченков. – Пушино. – 2008. – 278 с.
9. Пешкова, В.О. Урожайность сортов сои в условиях орошения сухостепной зоны Поволжья / В.О. Пешкова, В.А. Шадских, В.Е. Кизжаева, Н.А. Тимофеева, А.Г. Лапшова // Масличные культуры. – 2016. – Вып. 3 (167). – С. 59-63.
10. Смирнов, О.В. Многоцелевое действие биопрепаратов / О.В. Смирнов // Защита и карантин растений. – 2006. – №2. – С. 35.
11. Шадских, В.А. Влияние удобрения минерального с микроэлементами НаноКремний на продуктивность сои при орошении / В.А. Шадских, В.Е. Кизжаева, В.О. Пешкова, Д.Г. Кайбалиев, А.А. Мясников // Продовольственный рынок и технологии АПК. Федеральное издание российского АПК. – 2020. – №01 (57). – С. 42-43.
12. Шадских, В.А. Влияние культур орошаемого зернокармного севооборота на агрофизические и агрохимические свойства почвы / В.А. Шадских, В.Е. Кизжаева, Л.Г. Романова, О.Л. Рассказова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2018. – №4 (32). – С.166-183.
13. Шадских, В.А. Оптимизация режима орошения сельскохозяйственных культур для различных зон Саратовской области / В.А. Шадских, В.Е. Кизжаева, О.Л. Рассказова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2019. – №6. – С. 4-9.
14. Шушпанов, И.А. Орошение сельскохозяйственных культур водой, активированной магнитным полем – резерв повышения урожайности / И.А. Шушпанов, Н.Ф. Рыжко, Е.С. Смирнов // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий: матер. VIII междунар. науч.-практ. конф., г. Саратов, 16 мая 2019 г. / ФГБОУ ВО «СГАУ им. Н.И. Вавилова» [и др.]. – Саратов, 2019. – С. 172-175.

Дополнительные сведения об авторах:

Владимир Александрович Шадских, главный научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии, volzniigim@bk.ru,

Вера Евгеньевна Кизжаева, ведущий научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии, volzniigim@bk.ru,

Виктория Олеговна Пешкова, ведущий научный сотрудник отдела комплексной мелиорации и экологии, volzniigim@bk.ru

Bibliographic list

1. Ananyan, M.A. Possibilities of using nanotechnology in the agro-industrial complex / M.A. Ananyan // Application of nanotechnology and nanomaterials in the agricultural sector: Sat. doc. – M.: Rosinformagroteh, 2008. – P. 6-10.
2. Baranov, V.F. About the possibility of minting soybeans / V.F. Baranov, P.M. Galkin, Hugo Toro Correa // Oilseeds: Scientific-Technical. – 2006. – Issue 2 (135). – P. 48-51.
3. Borodin, I.F. Nanotechnology in agriculture / I.F. Borodin // Agribusiness – Russia. – 2007. – No.7. – P. 18-20.
4. Zelenskaya, T.I. Application of pinching to increase soybean seed productivity / T.I. Zelenskaya, N.S. Shevchenko // Grain farming. – 2007. – No.1. – P. 27-28.
5. Kovalenko, L.V. Biologically active iron nanopowders / L.V. Kovalenko, G.E. Folmanis, N.S. Vavilov // Promising materials. – 2005. – No.2. – P. 39-43.
6. Lobachev, Yu.V. Evaluation of soybean varieties of different ecological and geographical origin during cultivation under irrigation conditions in the Saratov region / Yu.V. Lobachev, V.A. Shadskikh // Agrarian Scientific Journal. – 2014. – No.5. – P. 13-16.
7. Makarov, V.N. The effectiveness of the application of individual technological methods in seed crops of new soybean varieties in the Amur region / V.N. Makarov, V.I. Kelchin // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 2017. – No.4 (44). – P. 57-63.
8. Matychenkov, V.V. The role of mobile silicon compounds in plants and the soil-plant system: dis. ... dr. biologist. sciences: 03.00.12, 03.00.27: protected 24.12.2008 / V.V. Matichenkov. – Pushchino, 2008. – 278 p.
9. Peshkova, V.O. Productivity of soybean varieties in the conditions of irrigation of the dry-steppe zone of the Volga region / V.O. Peshkova, V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, N.A. Timofeeva, A.G. Lapshova // Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. – 2016. – Issue 3 (167). – P. 59-63.
10. Smirnov, O.V. Multipurpose action of biological products / O.V. Smirnov // Protection and quarantine of plants. – 2006. – No.2. – P. 35.
11. Shadskikh, V.A. The effect of mineral fertilizer with microelements Nanosilicon on soybean productivity during irrigation / V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, V.O. Peshkova, D.G. Kaybaliyev, A.A. Myasnikov // Food market and agricultural technology. Federal edition of the Russian agro-industrial complex – 2020. – No.01 (57). – P. 42-43.
12. Shadskikh, V.A. The influence of crops irrigated grain feed crop rotation on the agrophysical and agrochemical properties of the soil / V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva L.G. Romanova, O.L. Rasskazova // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation. – 2018. – No. 4 (32). – P.166-183.
13. Shadskikh, V.A. Optimization of crop irrigation regime for various zones of the Saratov region / V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, O.L. Rasskazova // Land reclamation and water management. – 2019. – No.6. – P. 4-9.
14. Shushpanov, I.A. Irrigation of crops with water activated by a magnetic field – a reserve for increasing productivity / I.A. Shushpanov, N.F. Ryzhko, E.S. Smirnov // Problems and Prospects for the Development of Agriculture and Rural Areas: Materials of VIII Intern. scientific-practical conf., 16th of May 2019 / FSBEI HE "SSAU named after N.I. Vavilova" [et al.]. – Saratov, 2019. – P. 172-175.

Additional information about the authors:

Vladimir Alexandrovich Shadskikh, chief researcher of the department of complex land reclamation and ecology, volzniigim@bk.ru,

Vera Evgenyevna Kizhaeva, leading researcher of the department of complex land reclamation and ecology, volzniigim@bk.ru,

Victoria Olegovna Peshkova, leading researcher of the department of complex land reclamation and ecology, volzniigim@bk.ru