

УДК 631.67

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ ЗЕРНОБОБОВОЙ КУЛЬТУРЫ СОИ В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АРИДНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ НА МЕЛКОКОНТУРНЫХ УЧАСТКАХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

**В.Е. КИЖАЕВА**, кандидат с.-х. наук, ORCID ID: 0000-0002-5319-3112,  
E-mail: ave.61@mail.ru

**В.О. ПЕШКОВА**, кандидат биол. наук, E-mail: peshkova\_vk@mail.ru

**Д.Ю. БРЕДНЕВ**, E-mail: volzniigim@bk.ru

ФГБНУ «ВОЛЖСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ  
И МЕЛИОРАЦИИ»

*В статье рассматриваются особенности адаптации зернобобовых культур на примере сои к возделыванию в агроклиматических условиях аридной зоны Поволжья при введении в оборот мелкоконтурных орошаемых участков. Целью исследований являлась разработка ресурсосберегающей технологии возделывания зернобобовых культур при капельном орошении на мелкоконтурных участках, включающей подбор влаголюбивой зернобобовой культуры, дифференцирование режима орошения по влагозатратным фазам ее развития с назначением норм и сроков поливов, применение ресурсосберегающих приемов основной обработки почвы, анализ эффективности применения биопрепаратов, использования оросительной воды и полученной продуктивности. При выборе для опыта зернобобовой культуры приоритет отдан влаголюбивой сое. Результаты анализа проведенных исследований показывают, что применение капельного орошения сои в фенологические фазы, требующие повышенной обеспеченности влагой, при предполивном пороге влажности 70% НВ в начале вегетации, 80% в середине и 70% в конце периода, обеспечивает стабильный уровень ее продуктивности. Разработанная технология возделывания зернобобовой культуры включает подготовку участка к севу – культивация и укладка капельной ленты. Подобраны биопрепараты с концентрированным содержанием азотобактерий для обработки семян перед посевом зернобобовых культур. Установлено, что применение биопрепарата Ризоагрин 204 для обработки семян сои перед севом увеличивает образование большого количества ризобийных клубеньков на корневой системе, которые обеспечивают питание доступными формами азота весь период развития культуры. Подтверждена необходимость применения вегетационной подкормки в фазы: конец ветвления стебля и начало созревания бобов. Доказано, что внесение микроудобрений в конце ветвления способствует разрастанию боковых ветвей и как следствие формирование большего количества бобов. Возделывание зернобобовых на мелкоконтурных участках при капельном орошении способствует обеспечению стабилизации плодородия и повышению отдачи с орошаемого гектара, в том числе за счет увеличения коэффициента земельного использования. Комплекс разработанных технологических мероприятий обеспечивает урожайность зернобобовых культур до 3,98 т/га. В результате проведенных исследований полученные показатели по морфологии, биометрии, биологическому урожаю, содержанию протеина 36,14% и жира 19,87%, коэффициенту потребления оросительной воды от 908 до 1119 м<sup>3</sup>/т, подтвердили перспективность возделывания сои на мелкоконтурных участках при капельном орошении.*

**Ключевые слова:** орошаемое земледелие, зернобобовые культуры, современные технологии, капельный полив.

**Для цитирования:** Кижеева В.Е., Пешкова В.О., Бреднев Д.Ю. Продуктивность и адаптивность зернобобовой культуры сои в агроклиматических условиях аридной зоны

## PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY LEGUMS OF SOYBEAN IN AGRICLIMATIC CONDITIONS OF THE ARID ZONE OF THE VOLGA REGION IN SMALL CONTOUR AREAS OF DRIP IRRIGATION

V.E. Kizhaeva, V.O. Peshkova, D.Yu. Brednev

FEDERAL STATE BUDGETARY INSTITUTION VOLGA RESEARCH INSTITUTE OF HYDRAULIC ENGINEERING AND RECLAMATION

**Abstract:** *The article considers the peculiarities of adaptation of leguminous crops on the example of soybeans to cultivation in the agroclimatic conditions of the arid zone of the Volga region when small-scale irrigated areas are put into circulation. The purpose of the research was to develop a resource-saving technology for cultivating leguminous crops during drip irrigation in small-scale areas, which includes the selection of a moisture-loving leguminous culture, differentiation of the irrigation regime by the moisture-consuming phases of its development with the assignment of watering standards and terms, the use of resource-saving methods of basic tillage, analysis of the effectiveness of the use of biologics, the use of irrigation water and the obtained productivity. When choosing a leguminous culture for the experience, priority is given to moisture-loving soybeans. The results of the analysis of the studies show that the use of soy drip irrigation in phenological phases requiring increased moisture supply, with a pre-plentiful moisture threshold of 70% HB at the beginning of the vegetation, 80% in the middle and 70% at the end of the period, ensures a stable level of its productivity. The developed technology of cultivating leguminous culture includes preparing the site for sowing - cultivation and laying of drip tape. Biologics with concentrated content of nitrobacteria are selected for treatment of seeds before sowing leguminous crops. It has been found that the use of Risoagrin 204 biologics to treat soybean seeds before sowing increases the formation of a large number of rhizobial nodules on the root system, which provide nutrition for the available forms of nitrogen throughout the development of the culture. The need for vegetation feeding in the phases: the end of stem branching and the beginning of ripening of beans has been confirmed. It has been proven that the introduction of microfertilities at the end of branching contributes to the growth of lateral branches and, as a result, the formation of more beans. The cultivation of legumes in small-scale areas during drip irrigation helps to ensure the stabilization of fertility and increase the return from the irrigated hectare, including by increasing the coefficient of land use. The complex of developed technological measures ensures the yield of leguminous crops up to 3.98 t/ha. As a result of the studies, the obtained indicators on morphology, biometrics, biological crop, protein content 36.14% and fat 19.87%, irrigation water consumption coefficient from 908 to 1119 m<sup>3</sup>/t, confirmed the prospects for soybean cultivation in small-contour areas during drip irrigation.*

**Keywords:** irrigated agriculture, leguminous crops, modern technologies, drip irrigation.

**Введение («Introduction»).** Одной из целевых задач Государственной программы развития сельского хозяйства до 2030 года предусмотрено расширение посевов зернобобовых культур и совершенствование технологий их возделывания. В аридных условиях почвенная засуха напрямую зависит от атмосферной, которая приводит к недостаточному обеспечению водой, к угнетению и снижению либо гибели урожая влаголюбивых сельскохозяйственных культур.

Применение системы капельного орошения для полива влаголюбивых культур способствует стабильному росту и развитию агроценозов, особенно в разрыхленной почве с хорошей проницаемостью, что способствует лучшей отдаче влаги в корневую систему возделываемых растений [1].

Поволжский регион является типичным в зоне с недостаточными атмосферными осадками для обеспечения необходимого уровня увлажнения возделываемых сельскохозяйственных культур. В условиях лимита по влагообеспеченности возрастает необходимость разрабатывать ресурсосберегающие технологии производства с.-х. культур, адаптированных к климатическим условиям произрастания агроценозов. При разработке технологий необходимо обязательно базироваться на критериях экономической эффективности процесса, качества получаемой продукции, экологической и технологической безопасности производства [2].

В последние годы в связи с ростом цен на энергоносители большое внимание стали уделять вопросам экономической эффективности орошаемого земледелия, снижению энергопотребления и непроизводительных потерь оросительной воды. Одним из способов экономии воды является переход на ресурсосберегающие технологии орошения, особенно такой подход необходим при орошении мелкоконтурных участков (Ольгаренко Г.В. и др., 2010).

Перед учеными, работающими в области мелиорации, встала проблема по решению задачи разработки технологических приемов, обеспечивающих орошение, которые пришли к выводу о целесообразности применения капельного орошения с подачей воды из источника по полиэтиленовым трубопроводам и капельниц к растению, целенаправленно обеспечивая оптимальное увлажнение только корневой системы. Это дает возможность обеспечивать влажность почвы без потерь на фильтрацию и испарение [3, 4].

Недостаточная изученность и отсутствие конкретных режимов орошения для каждой сельскохозяйственной культуры сдерживает перспективы внедрения системы капельного полива в орошаемом земледелии в настоящее время. В Поволжье, в основном в Астраханской, Волгоградской, Саратовской областях, в засушливые годы величина недостатка влагообеспеченности возрастает до 100% [5, 6].

Одними из стратегических культур в настоящее время являются зернобобовые, так как это источник растительного белка для производства пищевых продуктов, корма для КРС и др. Семена зернобобовых культур, при соблюдении требований к условиям хранения, до 10 лет сохраняют посевные качества.

В условиях формирования водного режима почвы при капельном орошении необходимо установить закономерности роста и развития зернобобовых культур, протекания физиологических процессов и формирования урожайности посевов, оценить эффективность применения агроприемов при возделывании этих культур [7-12].

Для решения задачи введения мелкоконтурных участков в с.-х. производство на территории Поволжья, где отмечается дефицит атмосферных осадков на 80% сельскохозяйственной площади, были проведены исследования и заложен опыт на экспериментальном участке с капельным орошением в Астраханской области. Орошаемые земли здесь занимают 50% пашни с затратами на 30% выше среднероссийских показателей.

Ежегодно совершенствуются технологии в аграрном секторе: капельное орошение, автоматизированные системы уборки сельскохозяйственной продукции, поливная техника, энергосберегающие технологии, высокотехнологичные комплексы в разных сегментах отрасли [13, 14].

В Астраханской области на протяжении ряда лет проводятся исследования по введению в сельскохозяйственное использование участков, имеющих сложную конфигурацию, под капельное орошение с адаптацией возделывания на них зернобобовой культуры сои.

**Цель работы** – проведение исследований и разработка ресурсосберегающей технологии возделывания зернобобовых культур на мелко контурных участках при капельном орошении в агроценозах аридной зоны Поволжского региона.

Задачи исследований включали: подбор влаголюбивой зернобобовой культуры; дифференцирование поливов по влагозатратным фазам развития культуры; ресурсосберегающие приемы обработки почвы; анализ эффективности применения

биопрепаратов.

### **Объекты и методы исследования**

**Объект исследования** – технология возделывания влаголюбивой зернобобовой культуры – сои сортов Бара, Марина, Соер 7 при капельном орошении на мелко контурных участках в аридной зоне Поволжья.

Под мелко контурными участками следует понимать участки почвы площадью менее 10 га, имеющих статус мелиоративных земель сельскохозяйственного назначения, характерной особенностью которых является либо сложный рельеф, где технически проблемно установить стационарные дождевальные машины, либо это могут быть угловые участки поля, не захватываемые при осуществлении полива дождеванием с помощью круговых широкозахватных дождевальных машин. В этих случаях целесообразно использовать систему капельного орошения.

На опытном участке в сухостепной зоне Поволжья Астраханской области в 2020-2022 годах проводились исследования по возделыванию сои на мелко контурных участках при капельном орошении, которые будут продолжены в 2023 году в Саратовской и других областях Поволжья. Каждый вегетационный период монтировалась система капельного полива со счетчиками-водомерами, позволяющими регистрировать показатели объема поливной воды. Расход воды каждой капельницей диаметром 1 мм – 2 л/ч. Расстояние между капельницами – 0,5 м. Площадь экспериментального участка – 1700 м<sup>2</sup> (длина участка 40,8 м, ширина – 41,8 м). Площадь опытной делянки – 24,0 м<sup>2</sup> (20,0 м x 1,2 м) с междурядьем 0,3 м. Защитные полосы – 0,6 м.

При подготовке экспериментального участка к посеву сои проведено двукратное лущение стерни после зерновых культур, затем глубокая вспашка на 25-27 см. При наступлении физической спелости почвы провели предпосевную обработку, выровняли почву шлейф боронами на глубину 4-5 см. Характеристику почвенного плодородия на содержание N, P, K проводили в слое почвы 0 – 30 см, средний образец брали из десяти смешанных почвенных проб в 3-х кратной повторности.

При проведении исследований высевали влаголюбивую зернобобовую культуру сою перспективных сортов: Бара – ультраскороспелый, оригинатор сорта ООО Компания «Соевый комплекс» (Краснодарский край), Марина – скороспелый, оригинатор сорта ООО ОВП «Покровское» (Саратовская область), Соер 7 – раннеспелый, оригинатор сорта ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» (Саратовская область). Перед посевом семена сои обработаны биопрепаратом Ризоагрин 204 с концентрированными азотофиксирующими бактериями на основе гамма-стерильного торфа. Инокуляцию провели из расчета 300 г на 10 л воды для обработки 1 т семян. Посев сои провели ленточным способом сдвоенными рядами с междурядьем 7,5 см и 30 см.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом по ГОСТ 28268-89 (Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений), периодичность наблюдения – каждые 10 дней в период вегетации сои. Глубина взятия образцов для послойного (10 см) определения влажности составляла до 1 м постоянно (Доспехов Б.А., 2010).

При возделывании сои принят режим орошения, дифференцированный по глубине увлажнения и предполивному порогу влажности по схеме в начале 70% НВ, в середине – 80% НВ, в конце вегетации – 70% НВ. Нормы капельного орошения рассчитывали по методике РД-АПК 1.10.09.01-14 Приложение К (Система рекомендательных документов агропромышленного комплекса Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Методические рекомендации по технологическому проектированию) с учетом количества капельниц на 1 га и расхода 1 капельницы в литрах по часам.

Фенологические наблюдения на посевах сои проводились в фазы вегетации: полные всходы, ветвление, бутонизация, цветение, формирование бобов и полная спелость семян. Густота стояния растений (в млн. шт./га) определялась при появлении полных всходов путем подсчета 10 учетных делянок площадью по 0,5 м<sup>2</sup> в 3-кратной повторности. Измерение

высоты растений сои проводилось в основные фазы роста и развития растений, цветение и полная спелость. Для подсчета биологической урожайности сои, зерно приведено к стандартной влажности 14% и чистоте 100%. Структуру урожая сои проанализировали по пяти пробным снопам с 1 м<sup>2</sup> каждой учетной делянки, определили высоту растений, высоту прикрепления бобов нижнего яруса, количество боковых ветвей, количество семян в одном бобе, вес одного растения и зерна с одного растения.

Протеин в зерне сои определяли согласно действующему ГОСТ 13496.4-93 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье) с учетом методов (Методы определения содержания азота и сырого протеина). Содержания жира в зерне сои по ГОСТ13496.15-97 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира» (ИУС 6-2004) в лаборатории агрохимического анализа «ВолжНИИГиМ».

Обработка полученных опытных данных проведена в программе электронных таблиц Ms Excel XP.

### Результаты и их обсуждение

Применительно к почвенно-климатическим условиям Астраханской области разработан ряд агротехнологических приемов возделывания зернобобовых культур на примере сои с учетом введения в сельскохозяйственный оборот мелкоконтурных участков со сложной топографией. Данная технология обусловлена тем, что при использовании круговых широкозахватных дождевальными машин обеспечивается полив только 70% поля, при этом остаются не политыми угловые участки. Применение капельного орошения позволяет ввести в сельскохозяйственное использование дополнительно 30% сельхозугодий.

Микроклиматические условия произрастания отличались умеренно повышенным температурным режимом и недостаточным количеством осадков в начале периода вегетации сортов сои, в фазы всходов и появления 3-его и 5-го листа. Фенологические фазы и метеорологические условия произрастания сои по сортам в период роста и развития культуры, типичного для Астраханского региона, представлены в таблице 1.

Таблица 1

#### Фенология и метеорологические условия периода вегетации сортов сои

Межфазовый период / сорта	Календарные сроки (интервалы дат)	Продолжительность, дни	Метеорологические условия периода вегетации			
			сумма t° воздуха, >° С	влажность воздуха, %	дефицит влажности, мб	сумма осадков, мм
<b>Посев – всходы</b>						
Бара	21.05 – 25.05	5	103,1	61,2	9,9	0,0
Марина	21.05 – 26.05	6	126,6	59,3	10,7	0,0
Соер 7	21.05 – 27.05	7	151,1	61,4	10,3	0,1
<b>Всходы – ветвление</b>						
Бара	26.05 – 15.06	21	470,6	60,1	12,0	15,1
Марина	27.05 – 13.06	18	398,1	71,1	8,2	15,1
Соер 7	28.05 – 12.06	16	353,2	70,8	8,3	14,9
<b>Ветвление – бутонизация</b>						
Бара	16.06 – 28.06	13	357,8	60,8	14,6	36,8
Марина	14.06 – 24.06	11	295,8	56,8	15,4	2,8
Соер 7	13.06 – 25.06	13	342,8	59,3	14,3	10,4
<b>Бутонизация – цветение</b>						
Бара	29.06 – 13.07	15	341,3	77,0	6,0	48,1
Марина	25.06 – 08.07	14	343,4	67,4	10,1	68,4
Соер 7	26.06 – 10.07	15	368,1	69,3	10,7	60,8
<b>Цветение – образование бобов</b>						
Бара	14.07 – 28.08	15	320,7	74,5	6,7	29,3
Марина	09.07 – 30.07	22	479,6	73,5	8,5	43,0
Соер7	11.07 – 25.07	15	305,6	76,6	5,7	43,0

Продолжение табл. 1

Продолжение табл. 1						
Образование бобов – налив						
Бара	29.08 – 15.08	18	419,7	70,8	8,6	1,9
Марина	31.07 – 15.08	16	369,7	70,8	8,5	1,9
Соер 7	26.07 – 09.08	15	347,0	71,6	8,2	2,0
Налив – созревание						
Бара	16.08 – 09.09	25	440,3	74,0	5,5	21,1
Марина	16.08 – 15.09	31	522,0	74,4	5,2	22,5
Соер 7	10.08 – 31.08	22	427,9	70,7	7,0	11,1
Весь период вегетации						
Бара	21.05 – 09.09	112	2453,4	68,3	9,0	152,3
Марина	21.05 – 15.09	118	2535,2	67,6	9,5	153,7
Соер 7	21.05 – 31.08	103	2295,7	68,5	9,2	142,3

Все исследуемые сорта сои Бара – ультраскороспелый, Марина – скороспелый, Соер 7 – раннеспелый, однако, в условиях Поволжского региона в годы исследования проявили себя как среднеспелые сорта, так как периоды их вегетации были более 90 дней. Период вегетации сои сорта Бара достиг 112 дней, Марина – 118 дней, Соер 7 – 103 дня.

Своевременная и качественная обработка почвы – важнейший элемент технологии возделывания сои. Обработка почвы перед посевом сои каждый год осуществлялась следующим образом:

– при дружной, теплой весне 2020-2021 годов провели две культивации: первая – на 10-12 см и вторая на глубину заделки семян – 3-6 см.

– при затяжной и холодной весне 2022 года и уплотнении почвы первую культивацию проводили на глубину 6-8 см, вторую, когда почва подсохла на 10-12 см, третью – на глубину заделки семян 5-6 см.

Для предотвращения перемещения сухого и влажного слоев почвы использовали культиваторы с плоскорезными рабочими органами в сцепке с боронами и шлейфами или боронами с приваренными сегментами.

Во время предпосевной обработки почвы до посева сои внесли почвенный гербицид Дуал Голд в количестве 2 л/га для борьбы с многолетними и однолетними сорными растениями. Основная обработка почвы проводилась двукратным лушением стерни после зерновых культур с последующей глубокой отвальной вспашкой на 25-27 см.

По результатам наблюдений, на полях, свободных от многолетних сорняков, рекомендуется безотвальная вспашка или поверхностная, плоскорезная обработка почвы.

Проведенный анализ почвы на плодородие, показал достаточное содержание N-NO<sub>3</sub> – 2,24 мг/100 г почвы; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 5,11 мг/100 г почвы; K<sub>2</sub>O – 26,60 мг/100 г почвы; дополнительного внесения минеральных удобрений на посевах экспериментального участка не потребовалось. Проводили 3 междурядные обработки посевов, основная задача в борьбе с сорняками отводилась боронованию до всходов.

Биометрические параметры показателей всхожести, густоты и высоты сои представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Биометрические показатели всхожести сои, густоты и высоты сои в агроценозе, в среднем за 2020-2022 гг.**

Название сорта	Полевая всхожесть, %	Густота травостоя при норме высева 0,6 млн. шт./га	Высота растений в фазу цветения, см	Высота растений в фазу полной спелости, см
Бара	94	0,567	106	108
Марина	96	0,573	76	84
Соер 7	98	0,587	101	105
<i>НСР<sub>05</sub></i>	0,2	0,8	0,6	0,8

Поливы при возделывании сои назначались в зависимости от продуктивного запаса влаги в почве. В течение вегетационного периода роста сои, с учетом предполивных порогов влажности 70-80-70% НВ, дифференцировали режим полива, повышая уровень увлажнения в период начало цветения – образование бобов.

Важной особенностью адаптации ресурсосберегающей технологии к возделыванию сои является дифференцированный режим орошения. За период вегетации сои в засушливый год при  $ГТК \leq 1$ , было проведено 11 вегетационных поливов оросительной нормой от 50 м<sup>3</sup>/га до 150,0 м<sup>3</sup>/га. Оросительная норма при этом составила 1250,0 м<sup>3</sup>/га, суммарное водопотребление – 3459,0 м<sup>3</sup>/га. Данные по режиму капельного орошения представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Сроки и поливные нормы на посевах сои при оптимальном режиме капельного орошения 70-80-70% от НВ**

Показатели	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Уровень показателя влажности почвы	Предполивная влажность почвы в расчетном слое 0,5 м, % НВ												
			Май			Июнь			Июль			Август			
			декады												
			І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	
Влагозарядковый полив	100	рекомендуемый	70												
		фактический	62												
Вегетационный полив 1	50	рекомендуемый		70											
		фактический		72											
Вегетационный полив 2	120	рекомендуемый			80										
		фактический			70										
Вегетационный полив 3	125	рекомендуемый				80									
		фактический				70									
Вегетационный полив 4	125	рекомендуемый					80								
		фактический					70								
Вегетационный полив 5	125	рекомендуемый						80							
		фактический						65							
Вегетационный полив 6	150	рекомендуемый							80						
		фактический							60						
Вегетационный полив 7	150	рекомендуемый								80					
		фактический								62					
Вегетационный полив 8	125	рекомендуемый									80				
		фактический									65				
Вегетационный полив 9	80	рекомендуемый										70			
		фактический										68			
Вегетационный полив 10	50	рекомендуемый											70		
		фактический											70		
Вегетационный полив 11	50	рекомендуемый												70	
		фактический												70	
Оросительная норма всего, м <sup>3</sup> /га	1250	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х	х

Обеспеченность влагой посевов сои формировалась за счет поливов и атмосферных осадков в течение вегетационного периода. Почвенная влага, оставшаяся после зимы и выпавшие в мае осадки, обеспечили умеренный уровень увлажнения почвы в период посева и всходов сои. Влажность почвы в пахотном и подпахотном слое составила 80-75% НВ. Запасы влаги в метровом слое варьировали в пределах 70% НВ.

Применение капельного орошения характеризовалось минимальными потерями воды, что особенно важно для условий Астраханской области с ограниченными водными ресурсами. Суммарное водопотребление, оросительная норма, и коэффициенты, характеризующие водопотребление и использование оросительной воды по сортам сои представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Суммарное водопотребление и использование оросительной воды на планируемый урожай сои по сортам, в среднем за 2020-2022 гг.**

Сорт сои	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Биологическая урожайность, т/га	Среднесуточное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициенты	
					водопотребления, м <sup>3</sup> /т	использования оросительной воды, кг/м <sup>3</sup>
Бара	3459	1250	3,81	29,6	908	3,0
<i>HCP<sub>05</sub></i>			0,3			
Марина	3459	1250	3,93	34,6	880	3,1
<i>HCP<sub>05</sub></i>			0,5			
Соер7	3459	1250	3,09	24,9	1119	2,5
<i>HCP<sub>05</sub></i>			0,4			

Умеренно благоприятные условия, увлажнение почвы способствовали получению всходов сои, с энергией прорастания до 70% и всхожестью до 99%.

Уровень увлажнения почвы обеспечил водоснабжение растений в период формирования 1-5 листьев за счет почвенных влагозапасов и атмосферных осадков. В фазу созревания семян, поливы прекращали и в фазу полная спелость начинали убирать урожай по мере созревания сортов сои.

Наибольшая потребность сои в элементах питания по фазам следующая: в фосфоре – всходы – появление 3-го листа, цветение – налив зерна; в азоте – ветвление – налив зерна; в калии – ветвление и налив зерна. В результате исследований выявлено, что до 50-70% общего потребления азота соя восполняет за счет биологической фиксации его из атмосферного воздуха посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями.

При возделывании сои разработан прием внесения микроудобрений с поливной водой при капельном способе полива. В подкормку включен ряд микроудобрений: кобальт (Co) при обработке семян перед севом, молибден (Mo), так как молибден в рабочем растворе для обработки семян обладают антибактериальным эффектом, магний (Mg) вносили в фазу ветвления, микроэлемент способствует эффективному аккумулярованию питательных веществ растением, при дефиците нарушается белковый обмен при метаболизме, бор (B) вносился в фазу цветения для улучшения образования бобов. Марганец (Mn) вносился вместе с поливной водой в период бобообразования, который способствует усвоению нитратного азота. Кремний (Si) вносился в полном объеме в верхний слой почвы 0-0,8 м при ранневесеннем рыхлении, это микроудобрение способствует росту и развитию растений, а также внесли макроудобрение – нитроаммофоску. Серу вносили с поливной водой при подкормке в период развития растений сразу после сева. Микроэлемент необходим сое для производства белка, синтеза масел, а недостаток серы отрицательно сказывается на количестве и качестве урожая. Микроэлементы Si, Mo, B, Co, Mn, Mg вносили вместе с

водой по системе капельного орошения рабочим раствором 125-200 л/га. Структура урожая сои в зависимости от проведенных подкормок представлена в таблице 5.

Таблица 5

**Структура урожая сортов сои в зависимости от проведенных подкормок микроэлементами в течение вегетации, 2022 г.**

Показатели		Варианты опыта по сортам сои					
		без подкормки			подкормка микроудобрениями		
		Бара	Марина	Соер 7	Бара	Марина	Соер 7
Урожай, т/га		2,78	2,92	2,08	3,81	3,93	3,11
Масса 1 растения		21,97	34,23	22,45	41,67	59,70	31,53
Высота, см	растения	90,33	106,11	88,22	125,67	117,78	88,78
	прикрепл. бобов	13,44	19,44	15,33	12,00	10,33	13,56
Количество узлов, шт.	гл. стеб.	11,56	11,11	11,11	14,89	16,11	13,67
	бок. ветви	3,67	4,33	7,56	5,78	17,44	9,78
	всего	15,23	15,44	18,67	20,67	33,55	23,45
Количество боковых ветвей, шт.		1,00	1,44	3,00	1,33	2,78	1,89
Количество бобов, шт.	гл. стеб	29,67	39,78	22,78	42,22	35,89	26,00
	бок. ветви	5,78	9,22	13,11	10,44	34,11	13,56
	всего	35,45	49,00	35,89	52,66	70,00	39,56
Количество семян на 1 растении, шт.		76,67	118,11	64,78	143,56	192,11	87,33
Количество зерен в бобе, шт.		2,16	2,44	1,83	2,74	2,75	2,19
Вес 1000 зерен, г		112,1	119,3	106,7	125,8	150,8	155,6

При применении подкормок микроудобрениями в течение вегетации наблюдалось увеличение главного стебля и разрастание боковых ветвей, что способствовало формированию большего количества бобов. Так, у сорта Бара общее количество бобов одного растения на варианте без подкормки – 35,45 шт., с внесением микроудобрений – 52,66 шт., у сорта Марина 49 и 70 шт. соответственно, небольшое увеличение выявлено у сорта Соер-7 – на 3,67 шт.

Таким образом, проведенные подкормки микроудобрениями обеспечили увеличение урожая семян у сорта Бара на 1,03 т/га, у сорта Марина на 1,01 т/га и Соер 7 на 1,03 т/га в сравнении с урожаем семян без подкормки.

Сою на зерно убирают комбайнированием в период, когда не менее 90% бобов достигают полной спелости, с влажностью 14%. Послеуборочную обработку семян проводят на машинах первичной очистки ОВП – 20А.

Важной особенностью адаптации технологии к возделыванию сои является обработка семян перед севом биопрепаратом Ризоагрин 204, что способствует разрастанию мощной корневой системы, образующей симбиоз с азотфиксирующими бактериями. Применение инкрустации семян биопрепаратом перед посевом стимулирует продуктивность в течение вегетации всех сортов сои. В результате синтеза в ризобииальном комплексе доступных форм азота для питания сои в течении всего периода вегетации увеличивается содержание белка в зерне. В таблице 6 представлены результаты по содержанию протеина и жира после применения биопрепаратов с концентрированным содержанием азотобактерий.

Таблица 6

**Содержание белка и жира в зерне сои, %**

Показатели	Сорт сои		
	Бара	Марина	Соер 7
Содержание белка, %			
Вариант 1 – без обработки биопрепаратом	32,34	31,25	27,57
Вариант 2 – с обработкой концентрированным биопрепаратом с азотобактериями	46,14	34,02	32,16
Содержание жира, %			
Вариант 1 – без обработки биопрепаратом	16,53	16,72	17,15
Вариант 2 – с обработкой концентрированным биопрепаратом с азотобактериями	18,03	19,87	18,93

Выявлено увеличение содержание белка у сорта Бара на 29,91%, Марина – 8,14%, Соер 7 до 14,27% и жира сорт Бара на 8,32%, Марина – 15,85%, Соер 7 – 9,40%, что характеризует полученное зерно сои как улучшенное по качественному составу. Установлена, зависимость между содержанием белка и жира в зерне. Больше содержание белка в зерне предопределяет меньшее содержание жира. Результаты показывают, что применение азотосодержащего биопрепарата способствует увеличению белка в семенах сои в среднем на 23,2%, жира – на 12,7%.

**Заключение**

В результате проведенных исследований, по технологии возделывания зернобобовых культур в аридной зоне Поволжья, на примере сои, следует отметить, что применение капельного орошения для этой культуры на мелко контурных участках и участках со сложной топографией является одним из путей, призванным решать проблему жесткого дефицита почвенной влаги и эффективности использования орошаемого гектара.

Перспективные сорта сои Бара, Марина, Соер 7 при капельном орошении на мелкоконтурных участках в условиях аридной зоны Поволжского региона обеспечили урожайность 3,11-3,93 тонн с 1 гектара. На основе полученных данных по обработке семян перед посевом биопрепаратом Ризоагрин 204, содержащим концентрированные азотобактерии, функционирование которых в симбиозе с корневой системой способствовало продуктивности растений в течение всего вегетационного периода.

Применение разработанных агромелиоративных приемов способствует сокращению расходов воды на орошение, экономии минеральных удобрений и повышению урожайности сои, решается проблема рационального использования пахотных угодий за счет дополнительного введения в сельскохозяйственный оборот мелкоконтурных участков.

**Литература**

1. Шуравилин А.В., Крупнов В.А., Бородычев В.В. [и др.] Эффективность гребневой технологии возделывания сельскохозяйственных культур при капельном орошении // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2010. – № 4. – С. 43-48.
2. Ольгаренко Г.В. Основные направления разработки отечественных технических средств микроорошения для мелкоконтурных участков // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. № 5. – С. 82-85.
3. Акматова С.Ж. Преимущества и недостатки применения технологии капельного орошения в Кыргызстане // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. – 2016. – № 4(40). – С. 67-70.
4. Лытов М.Н. Агробиологические преимущества капельного орошения сои в связи со специализацией производства // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2020. – № 1 (77). – С. 66-74.
5. Шадских В.А., Кижяева В.Е. Комплексная оценка эффективности агротехнических мероприятий в типовом севообороте при орошении в Поволжье // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12. № 2. – С. 20-33. DOI 10.31774/2712-9357-2022-12-2-20-33.
6. Кижяева В.Е., Пешкова В.О. Оптимизация почвенных влагозапасов при возделывании зернобобовых культур в сухостепной зоне Поволжья // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8. № 2. DOI: 10.55186/2413046X-2023-8-2-62.
7. Балакай Г.Т., Селицкий С.А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем

- мелиорации. – 2019. – № 3 (35). – С.80-97. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97.
8. Бондаренко А.Н. Водопотребление фасоли обыкновенной в зависимости от агротехнологических приемов возделывания в условиях Астраханской области // Вестник Марийского ГУ серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2018. – Т. 4. № 3. – С.10-14. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-9-15.
9. Штанько А. С., Шкура В. Н. Определение поливной нормы для формирования первичного локального контура капельно-увлажненной почвы // Мелиорация и гидротехника. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 19-38. DOI 10.31774/2712-9357-2023-13-1-19-38.
- 10.Толоконников В.В., Канцер Г.П., Плющева Н.М., Кошкарлова Т.С. Новый способ первичного семеноводства сои в условиях орошения // Орошаемое земледелие. – 2018. – № 1. – С. 23-24.
- 11.Храбров М.Ю., Губин В.К., Колесова Н.Г. Определение технологических параметров систем капельного орошения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 1 (61). – С. 132-135.
- 12.Боровой Е.П., Белик О.А., Бородычев В.В., Лытов М.Н. Функционирование соевого симбиоза при капельном орошении на тяжелосуглинистых почвах // Плодородие. – 2009. – № 2 (47). – С. 33-34.
- 13.Korsak V., Pronko N., Karpova O., Shadskikh V., Kizhaeva V. Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river // *Advances in Dynamical Systems and Applications*. ISSN 0973-5321, Volume 16, Number 1, (2021). – pp. 121-132.
- 14.Саниев Р.Н., Васин В.Г., Кузнецова Е.С. Показатели формирования агрофитоценоза сои при применении стимулирующих препаратов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 4 (44). – С. 84-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-84-89.

#### References

1. Shuravilin A.V., Krupnov V.A., Borodychev V.V. [et al.] Efficiency of comb technology of crop cultivation during drip irrigation. *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov*. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo, 2010, no.4, pp.43-48. (in Russian)
2. Ol'garenko G.V. [Main directions of development of domestic technical means of micro-dusting for small-scale areas. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, volume 30. No.5, pp.82-85. (in Russian)
3. Akmatova S.Zh. Preimushchestva i nedostatki primeneniya tekhnologii kapel'nogo orosheniya v Kyrgyzstane [Advantages and disadvantages of drip irrigation technology in Kyrgyzstan]. *Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skryabina*, 2016, no.4(40), pp.67-70.
4. Lytov M.N. Agrobiological advantages of soy drip irrigation due to specialization of production. *Puti povysheniya ehffektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, 2020, no.1(77), p.66-74. (in Russian)
5. Shadskikh V.A., Kizhaeva V.E. Comprehensive assessment of the effectiveness of agrotechnical measures in typical crop rotation during irrigation in the Volga region. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, 2022, volume 12, no.2, pp.20-33. DOI 10.31774/2712-9357-2022-12-2-20-33. (in Russian)
6. Kizhaeva V.E., Peshkova V.O. Optimization of soil moisture reserves during cultivation of leguminous crops in the dry-steppe zone of the Volga region. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal*, 2023, volume 8, no.2. DOI: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_2\_62. (in Russian)
7. Balakai G.T., Selitskii S.A. Yield of soybean varieties during watering by sprinkling and drip irrigation systems in the conditions of the Rostov region. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII Problem Melioratsii*, 2019, no. 3(35), pp.80-97. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-80-97. (in Russian)
8. Bondarenko A.N. Water consumption of ordinary beans depending on agricultural technological methods of cultivation in the conditions of the Astrakhan region. *Vestnik Mariiskogo GU seriya «Sel'skokhozyaistvennyye nauki. Ehkonomicheskie nauki»*, 2018, volume 4, no.3, pp.10-14. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-9-15. (in Russian)
9. Shtan'ko A. S., Shkura V. N. Opredelenie polivnoi normy dlya formirovaniya pervichnogo lokal'nogo kontura kapel'no-uvlazhnennoi pochvy [Determination of irrigation norm for formation of primary local circuit of drip-moistened soil]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, 2023, 13, no.1, pp.19-38. DOI 10.31774/2712-9357-2023-13-1-19-38. (in Russian)
- 10.Tolokonnikov V.V., Kantser G.P., Plyushcheva N.M., Koshkarova T.S. Novyi sposob pervichnogo semenovodstva soi v usloviyakh orosheniya [New method of primary soybean seed production under irrigation conditions]. *Oroshaemoe zemledelie*, 2018, no.1, pp. 23-24. (in Russian)
- 11.Khrabrov M.YU., Gubin V.K., Kolesova N.G. Opredelenie tekhnologicheskikh parametrov sistem kapel'nogo orosheniya [Determination of process parameters of drip sprinkling systems]. *Puti povysheniya ehffektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, 2016, no.1(61), pp.132-135. (in Russian)
- 12.Borovoi E.P., Belik O.A., Borodychev V.V., Lytov M.N. Funktsionirovanie soevogo sembioza pri kapel'nom oroshenii na tyazhelosuglinistykh pochvakh [Functioning of soy symbiosis during drip irrigation on heavy-coal soils]. *Plodorodie*, 2009, no.2(47), pp.33-34. (in Russian)
- 13.Korsak V., Pronko N., Karpova O., Shadskikh V., Kizhaeva V. Influence of irrigation methods on agrophysical properties and productivity of dark chestnut soils of dry steppe on the left bank of the Volga river. *Advances in Dynamical Systems and Applications*. ISSN 0973-5321, Volume 16, Number 1, 2021, pp. 121-132.
- 14.Saniev R.N., Vasin V.G., Kuznetsova E.S. Pokazateli formirovaniya agrofitotsenoza soi pri primenenii stimuliruyushchikh preparatov [Indicators of the formation of soy agrophytocenosis with the use of stimulating drugs]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no.4(44), pp. 84-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-84-89. (in Russian)