

11. Omega 3-metabolism, absorption, bioavailability and health benefits – A review / S. Punia, K. S. Sandhu, A. K. Siroha, S. B. Dhull // *PharmaNutrition*. 2019. V. 10. Art. 100162.

12. Swanson D., Block R., Mousa S. A. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life // *Advances in Nutrition*. 2012. V. 3. No 1. Pp. 1-7.

Информация об авторах

Храмова Валентина Николаевна, доктор биологических наук, профессор, декан факультета Технологии пищевых производств, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (РФ, 400005, Волгоград, пр. им. В. И. Ленина, д. 28), контактный телефон: 8(8442)24-81-47, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>, e-mail: hramova_vn@mail.ru

Сурков Дмитрий Игоревич, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (РФ, 400005, Волгоград, пр. им. В. И. Ленина, д. 28), контактный телефон: 8-902-36-27-125, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2946-5915>, e-mail: surkov.dmitr@gmail.com

Лубчинский Кирилл Александрович, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (РФ, 400005, Россия, Волгоград, пр. им. Ленина, д. 28), контактный телефон: 8-909-391-81-70, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-4836-6058>, e-mail: lubkirill@mail.ru

Authors Information

Khramova Valentina Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Food Production Technology, Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia), contact phone: 8(8442)24-81-47, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>, e-mail: hramova_vn@mail.ru

Surkov Dmitry Igorevich, postgraduate student, Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia), contact phone: 8-902-36-27-125, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2946-5915>, email: surkov.dmitr@gmail.com

Luchinsky Kirill Alexandrovich, postgraduate student, Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia), contact phone: 8-909-391-81-70, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-4836-6058>, email: lubkirill@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-50

TECHNOLOGY OF SOYBEAN CULTIVATION DURING IRRIGATION BY SPRINKLING WITH THE USE OF HYDROSORBENTS

A. N. Tseplyaev¹, S. Y. Semenenko²

*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: can_volgau@mail.ru

Received 29.06.2023

Submitted 20.08.2023

Summary

Based on the research of abstract sources on the problem of ensuring the effective use of natural waters for soybean irrigation, studies were conducted on the use of Avaxin hydrosorbent and the technology of its simultaneous application when sowing crops with a standard seeder with a developed module for applying hydrogel was investigated

Abstract

Introduction. The cultivation of agricultural crops on irrigation guarantees the planned receipt of a high-quality crop, regardless of climatic conditions. However, an increase in the average annual temperature, recorded as a fact on all continents, will lead to an increase in the shortage of natural fresh water on the territory of the European part of Russia, and the water capacity, for example, of soybeans when grown in the conditions of the Lower Volga, is about 1500 m³ per ton of grain. It is necessary to introduce water-saving technologies. A team of researchers has developed a technology to reduce the volume of irrigation water supplied by using a modern innovative material – Aquasin hydrosorbent to prolong the period of availability of moisture available to plants in the soil until the next watering. The peculiarity of the developed soybean sowing technology using hydrogel is that sowing is carried out

with a special seeder based on UPS-8 with an upgraded coulter. Its design provides a special knife for feeding hydrogel below the bottom of the seed groove. Thus, hydrogel, due to its high cost, is fed in a row economically, locally, only to the seed sowing zone, which significantly reduces the cost of cultivation, reduces the volume of irrigation water supply by 10% compared to the control and yields 14.3% higher. **Object.** The object of the study is a resource-saving technology of soybean cultivation on irrigation by sprinkling using the Avaxin copolymer with local application to the soil simultaneously with sowing by a specially designed sowing module. **Materials and methods.** The study used generally accepted adapted methods of theoretical, laboratory, field research with the use of modern scientific equipment, methodological guidelines for the implementation of research works, a sowing complex with a developed hydrogel supply module. Various doses and depths of application of the Avaxin hydrosorbent and its effect on reducing irrigation water consumption when watering the Rainstar E-41 sprinkler machine of the Austrian Bauer company were studied. **Results and conclusions.** The assessment of the condition of crops and the development of soybean plants during the growing season, as well as its biological yield, indicates that the use of a moisture-retaining sorbent provided the plants with available moisture for a longer period, which is confirmed by the extension of the irrigation interval to 6 days compared with the control. At the same time, irrigation water savings amounted to 300 m³/ha, and biological yield increased by 11% and amounted to 23.74 c/ha versus 20.30 c/ha in the control variant. Thus, the results obtained indicate the positive dynamics of the use of hydrogel in the cultivation of soybeans "Volgogradka – 2" on irrigation, which allows us to recommend the introduction of the studied technology.

Key words: soy, hydrosorbent, row seeder, hydrogel, biological yield, irrigation rate, total water consumption.

Citation. Tseplyaev A. N., Semenenko S. Ya. Modern technology of soybean cultivation during irrigation by sprinkling with the use of hydrosorbents. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 3(71). 498-508 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-50.

Author's contribution. All the authors of this study participated in the planning, execution or analysis of this study. All the authors of this article approved the final version presented.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 631.67:633.853.52

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ ПРИ ОРОШЕНИИ ДОЖДЕВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОСОРБЕНТОВ

А. Н. Цепляев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
С. Я. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия
г. Волгоград, Российская Федерация

*Статья подготовлена на основании исследований, проведённых в соответствии с
государственным заданием FNFR-2022-0005*

Актуальность. Возделывание сельскохозяйственных культур на орошении гарантирует запланированное получение высококачественного урожая и обеспечивает меньшую зависимость его от климатических условий. Однако повышение среднегодовой температуры, зафиксированное как факт на всех континентах, приведёт к нарастанию дефицита природной пресной воды и на территории Европейской части России, а водоёмкость, например, сои при выращивании в условиях Нижней Волги, составляет около 1500 м³ на тонну зерна. Необходимо внедрение водосберегающих технологий. Коллективом научных сотрудников разработана технология снижения объёмов подаваемой оросительной воды за счет применения современного инновационного материала – гидросорбента «Аквасин» на основе калия для пролонгации периода наличия доступной для растений влаги в почве до следующего полива. Особенность разработанной технологии посева сои с применением гидрогеля, состоит в том, что посев проводится

специальной сеялкой на базе УПС-8 с модернизированным сошником. В его конструкции предусмотрен специальный нож для подачи гидрогеля ниже дна посевной бороздки. Таким образом, гидрогель, ввиду его высокой стоимости, подаётся в рядок экономно, локально, только в зону посева семян, чем удаётся существенно снизить затраты на возделывание, на 10% снизить объём подачи оросительной воды по сравнению с контролем и получить урожайность на 14,3% выше. **Объект.** Объектом исследования является ресурсосберегающая технология возделывания сои на орошении дождеванием с использованием сополимера «Аваксин» с локальным внесением в почву одновременно с посевом специально разработанным посевным модулем. **Материалы и методы.** В исследовании использовались общепринятые адаптированные методы теоретических, лабораторных, полевых исследований с применением современного научного оборудования, методических указаний по выполнению научно-исследовательских работ, посевного комплекса с разработанным модулем подачи гидрогеля. Изучались различные дозы и глубины внесения гидросорбента «Аваксин» и его влияние на снижение расхода оросительной воды при поливе дождевальной машины «Rainstar E-41» австрийской фирмы «Baueg». **Результаты и выводы.** Оценка состояния посевов и развития растений сои в вегетационный период, а также ее биологической урожайности свидетельствует о том, что применение влагоудерживающего сорбента обеспечивало растения доступной влагой более длительный период, что подтверждается удлинением межполивного периода до 6 суток по сравнению с контролем. При этом экономия поливной воды составила 300 м³/га, а биологическая урожайность возросла на 14,3% и составила 2,37 т/га против 20,30 ц/га на контрольном варианте. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о положительной динамике использования гидрогеля при выращивании сои «Волгоградка-2» на орошении, что позволяет рекомендовать к внедрению исследованную технологию.

Ключевые слова: технологии возделывания сои, гидросорбенты, пропашные сеялки, гидрогель, биологическая урожайность сои, поливные нормы, суммарное водопотребление сои.

Цитирование. Цепляев А. Н., Семененко С. Я. Современная технология возделывания сои при орошении дождеванием с применением гидросорбентов. *Известия НВ АУК.* 2023. 3(71). 498-508. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-50.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Возделывание сельскохозяйственных культур на орошении гарантирует запланированное получение высококачественного урожая независимо от климатических условий. Естественно, что затраты на производство культуры существенно возрастают, увеличиваясь в разы по сравнению с богарой [1, 11]. Однако для зоны рискованного земледелия, к которой относится Юго-Восточная часть Волгоградской области, орошение – это основное условие, обеспечивающие не только урожай, но и, по существу, благополучие всей сельскохозяйственной отрасли [2-4]. Необходимо отметить, что если озимые зерновые культуры с достаточно большим запасом влаги в почве после осенне-зимнего периода могут выращиваться и на богаре, то успех при возделывании бобовых культур, и в частности сои, может быть достигнут только на орошении. Дело в том, что для получения одной тонны сои необходимо подать не менее 1500 м³ воды, естественно, что климатические условия рассматриваемого региона не могут гарантировать такую естественную влагообеспеченность [2, 6, 7, 12].

Внимание исследователей привлекли гидрогели, обладающие уникальным комплексом полезных свойств и широко используемые в различных областях техники и технологий. В настоящее время они применяются в нефтедобывающей промышленно-

сти, в производстве губчатых материалов, в качестве носителей лекарственных препаратов с пролонгированным действием, в сельском хозяйстве для удержания влаги на песчаных и засушливых почвах, как осушители органических растворителей [1, 5, 10].

Водопоглощающая способность гидрогелей, прежде всего, зависит от надмолекулярной структуры синтезируемого полимера. Основой для набухания гидрогелей служат, во-первых, макромолекулы с полярными функциональными группами, во-вторых, имеющие пространственно-сшитые нанопоры, в которых удерживаются молекулы воды. Достоинством макропористых гидрогелей является ряд свойств, связанных с наличием в них системы связанных пор занимающих основной объем образца. В первую очередь, это способность сорбировать и удерживать большие объёмы жидкости [1].

Исследований, касающихся применения гидрогеля в мировом земледелии, как на богаре, так и при орошении достаточно много. При этом следует отметить, что подобные исследования проводились в Англии, Германии, Канаде, Австралии, России, Казахстане, что отмечается в различных источниках [5, 10, 13]. Полученные результаты успешно внедряются в производство, правда, пока в небольших объемах.

В Российской Федерации развернуты опыты с гидрогелем в Краснодарском крае, Волгоградской области, Ставропольском крае, Башкирии и т.д. В качестве площадки для опытов используют богару, но в Казахстане и Краснодарском крае РФ более 3-х лет гидрогель изучают при орошении. Культуры, представленные в опубликованных материалах, самые различные: от озимой пшеницы, ярового ячменя и других зерновых до фруктовых насаждений, бобовых, овощных культур и лекарственных трав [4, 5, 14].

Однако наиболее важной оценкой при возделывании любой сельскохозяйственной культуры служит урожайность, вторым фактором – товарность продукции. Поэтому далее представим анализ влияния гидрогеля на урожайность по культурам и его действие на качественные показатели самой почвы, а также экономическую оценку его применения. Наибольший объем исследований, судя по имеющейся литературе, представлен по зерновым культурам: озимой пшенице, яровому ячменю, сое на орошении, пшенице яровой, кукурузе. Указанное направление изучалось Филиным В. И., Тибирьковым А. П., Годуновой Е. И., Даниловой Т. Н., Цепляевым А. Н., Тимошенко В. В., Кузиным Г. А. и др.

В исследованиях Тибирькова А. П. и Филина В. И. и др. (2018, 2019) отмечается, что использование гидрогеля вместе с удобрениями ($N_{20}P_{20}K_{20}$) при посеве позволяет повысить урожайность озимой пшеницы сорта «Донской сюрприз» на 23...29% (до 3,22 т/га) по сравнению с контролем, при этом качество зерна соответствует стандартам. Норма внесения гидрогеля составила 100 кг/га, при этом он разбрасывался по поверхности почвы, а после заделывался плугом с оборотом пласта на глубину 20...22 см.

При изучении работ Ставропольского НИИСХ по применению гидрогеля в посевах озимой пшеницы на богаре установлено, что по результатам 3-х летних исследований (2012...2014 гг.) прямое воздействие гидрогеля оказывает положительное влияние на содержание продуктивной влаги в почве и урожайность озимой пшеницы, размещенной по полупару [9].

Что касается влияния гидрогеля на почву, то авторы исследования отмечают, что при внесении гидрогеля дозой 400 кг/га происходит оптимизация структурного состава обыкновенных черноземов за счет уменьшения условий образования корки на поверхности. Глыбистая фракция ($>10,0$ мм) в зависимости от обработки снизилась с 30,8...31,2% до 21,4...23%, при этом известно, что глыбистость оказывает негативное воздействие на полевую всхожесть семян и динамику появления всходов и, как результат, на урожайность культуры. В то же время количество агрономически ценных ча-

стиц (0,25 мм...1,0 мм), в зависимости от способа обработки почвы (с отвалом и мелкой), возросло с 62,0...62,2 до 73,7...74,4 %, относящее структурное состояние почвы к классу «хорошее». Коэффициент структурности при самой высокой дозе внесения гидрогеля (400 кг/га) составлял 2,82 (отвальная обработка) и 4,25 (мелкая обработка) против 1,65...2,95 соответственно при малых дозах внесения гидрогеля [1, 8, 12]. Опыты по изучению сои проводились на Армавирской опытной станции ВНИИМК (г. Армавир). В качестве абсорбента почвенной влаги использован экологически безопасный гидрогель «Штокосорб 660». Гидрогель сохраняет физико-механические свойства в почве 2-3 года, а затем разлагается на углекислый газ, воду и соли калия. Условия проведения опыта: богара, варианты: контроль (без гидрогеля); гидрогель в дозе – 400 кг/га. Сорт сои «Славия». Полимерный абсорбент влаги вносили перед посевом сои на глубину 9...10 см. Наиболее показательны изменения влажности почвы в корнеобитаемом слое 0...40 см. По истечении 62 дней (от начала внесения сорбента) на участках с внесением гидрогеля влажность почвы в слое 0...20 см составила 13,47 %, в слое 20...40 см - 14,83 %, что в 1,13...1,14 раза превышает показатели на контрольных участках. Примерное соотношение значений осталось при замерах влажности через 78 дней и 92 дня [9].

Коллективом научных сотрудников разработана технология снижения объёмов подаваемой оросительной воды за счет применения современного инновационного материала – гидросорбента «Аквасин», для пролонгации периода наличия доступной для растений влаги в почве до следующего полива [4, 5]. Особенность разработанной технологии посева сои с применением гидрогеля, состоит в том, что посев проводится специальной сеялкой на базе УПС-8 с модернизированным сошником [10, 13]. В его конструкции предусмотрен специальный нож для подачи гидрогеля ниже дна посевной бороздки [4, 14].

По результатам опытов следует отметить, что внесение полимерного гидрогеля в почву оказало положительное влияние на сохранение продуктивной влаги в почве, при этом основная масса корней (до 90%) была сосредоточена в слое 0...30 см. Наиболее важным показателем при определении эффективности была урожайность. Замеры урожайности сои позволяют утверждать, что на участках с гидрогелем урожайность сои, по отношению к контролю, увеличилась на 8,8 %, а показатели масличности превысили показатели на контроле почти на 13 %. При этом выявлено последствие гидрогеля на озимой пшенице, посеянной на второй год после сои: её урожайность превысила 30 % по сравнению с контролем, а по сбору белка увеличение составило 31,6 % в сравнении с контрольными участками.

Материалы и методы. В результате анализа характеристик сортообразцов, адаптированных к аридным условиям Волго-Донского междуречья, для проведения опытов нами был выбран сорт сои «Волгоградка-2» [3, 8, 9]. Эксперименты проведены на опытном поле ФГБНУ ВНИИОЗ в соответствии с методиками полевого опыта (Доспехов, Б. А., 1985; Никитенко, Г. Ф., 1982; Плешаков, В. Н., 1983) и «Программа, и методика постановки опытов и проведения исследований по программированию урожая полевых культур» (Москва, 1978). В опыте испытывался гидрогель производства фирмы «Аваксин». В исследовании использовались общепринятые адаптированные методы теоретических, лабораторных, полевых исследований с применением современного научного оборудования, в том числе мобильных измерительных приборов для определения: – влажности почвы (влагомер «AQUATERRM – 300» с контролем весовым методом), плотности почвы (пенетrometer 41010), температуры почвы на разных глубинах (термометр RGKCT-11), температуры и относительной влажности воздуха (термометр

RGKTH-10), ареометра, методических указаний по выполнению научно-исследовательских работ, посевного комплекса с разработанным модулем подачи гидрогеля. Изучались различные дозы гидросорбента «Аваксин» и его влияние на снижение расхода оросительной воды при поливе дождевальной машиной «Rainstar E-41» австрийской фирмы «Вауег». Территориальное размещение опыта представлено на рисунке 1. Площадь опытной делянки составляла 0,007 га, учетной 0,005 га. Повторность трехкратная. Всего в опыте использовано по пять делянок на контроле и в опытах с гидрогелем. Водопроницаемость, фильтрационные свойства, наименьшая влагоемкость почвы устанавливались по методике Вадюниной А. Ф. и Корчагиной З. А. (1986). Влажность почвы определили перед посевом, в период вегетации в слое 0,0-0,4 м каждые 10 дней и после осадков более 5 мм и непосредственно после уборки урожая. Количество подаваемой на участок воды и интенсивность её подачи учитывались с помощью осадкомеров. Метеоусловия вегетационного периода принимались по измерениям метеостанции Волгоградского ГАУ, расположенной на расстоянии 7 км. Фенологические наблюдения проводились на динамических площадках для каждого изучаемого варианта согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971).

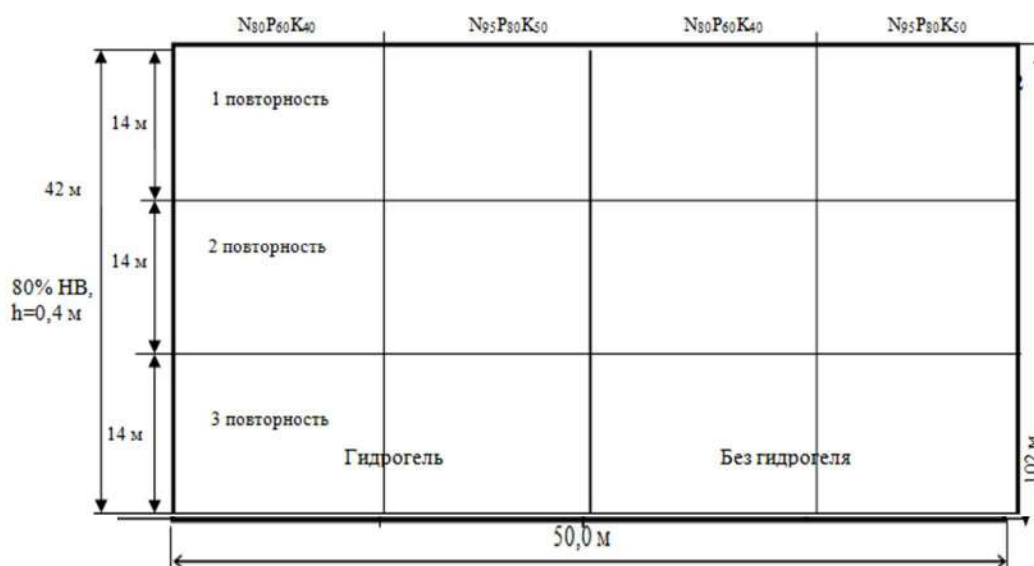


Рисунок 1 – Схема опыта по изучаемым вариантам
Figure 1 – Scheme of the experience on the studied options

Исследованиями установлено положительное влияние гидросорбента на вододерживающую способность почвы и удлинение периода насыщения влагой почвенного профиля. Это не могло не отразиться на изменении режима орошения сои относительно контрольного варианта. Проанализируем рисунки 2 и 3.

На рисунке 2 (контроль) представлена динамика изменения влажности почвы без гидрогеля. Диаграммы проведения поливов в определенные календарные сроки, нормы полива, атмосферные осадки, а также динамика изменения влажности графически отображают значения параметров изучаемых факторов. За вегетационный период сои проведено 13 поливов поливной нормой 300 м³/га, при этом оросительная норма составила 3900 м³/га, а суммарное водопотребление 4660 м³/га. Предполивной порог влажности поддерживался на уровне 80% НВ. Посев семян сои проведен 04.06.2022 г, а первый полив нормой 300 м³/га пришелся на 10.06 при влажности почвы 80% НВ. С

10.06 по 8.07 межполивные периоды составляли 7...8 суток, при этом 02.07.2022г выпало до 70 м³/га атмосферных осадков. Далее, с повышением среднесуточного водопотребления культуры и нарастания температуры воздуха до 43...45⁰С, усилением скорости ветра и снижением относительной влажности воздуха ниже 26%, частота поливов нарастала, и их периодичность составила 5 суток. В этот период влажность почвы резко уменьшалась. Периодичность поливов в повышенном режиме продолжалась с 08.07 по 03.08. Из 13 поливов на весь поливной сезон 6 поливов пришлось на 26 дней. В остающуюся часть сезона с 03.08 по 28.08 проведено всего три полива, при этом 18.08.2022г выпали атмосферные осадки из расчета 760 м³/га.

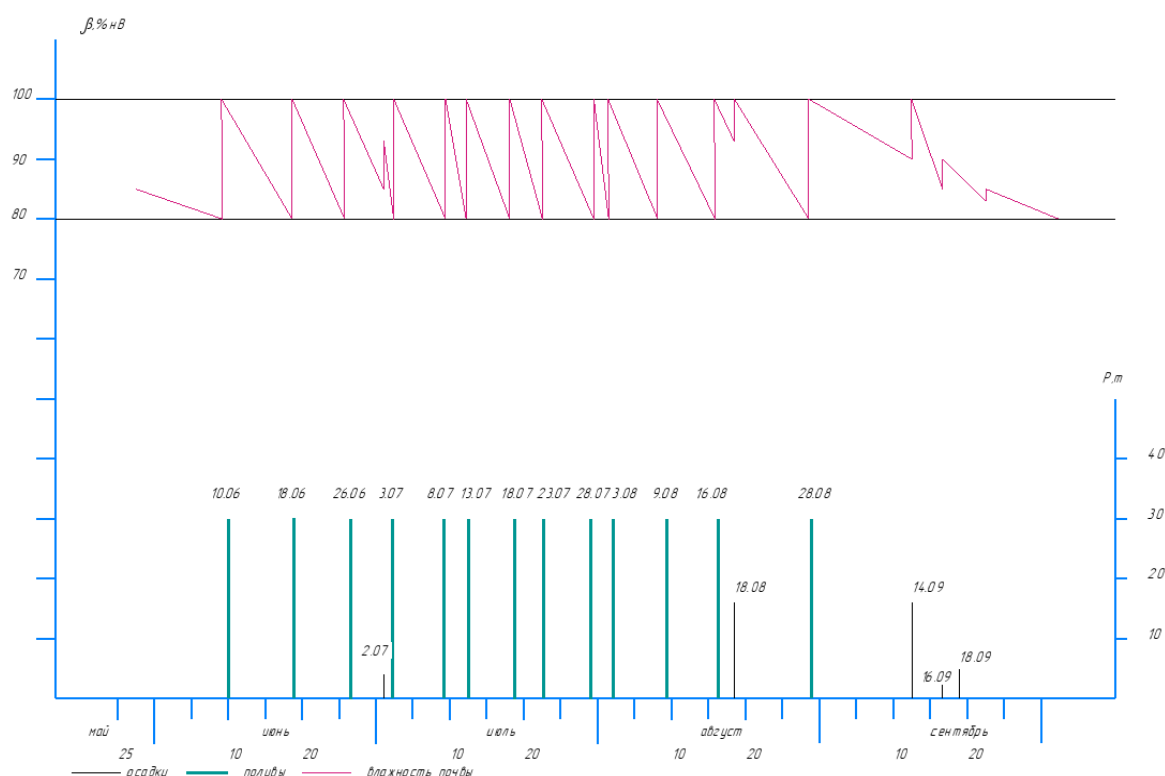


Рисунок 2 – Динамика влажности почвы на контрольном варианте
Figure 2 – Dynamics of soil moisture in the control variant

Характер динамики изменения влажности на участке с использованием гидрогеля (рисунок 3) в посевах сои был близким к контрольному варианту. Однако следует отметить, что межполивной период с 10.06 по 7.07 составлял до 10 суток, последующее развитие растений, а также существенное повышение атмосферных температур привело к снижению межполивного периода до 5...6 суток. Далее, с 16.08 по 28.08 (12 суток), состоялся один полив, однако следует учесть, что 18.08 выпали атмосферные осадки из расчета 760 м³/га. При использовании гидрогеля за вегетационный период проведено 12 поливов, т.е. экономия поливной воды составила 300 м³/га.

При использовании в технологиях земледелия искусственных химических веществ актуальным является вопрос обеспечения безопасности выращиваемой продукции и допустимого загрязнения почвы. При этом рассматривались навески послойно отобранной почвы с контрольных участков (без внесения гидрогеля) и с горизонтов с гидрогелем в период посева. С целью мониторинга указанных показателей, на дату обмолота сои была взята проба почвы для проведения ее всестороннего химического анализа.

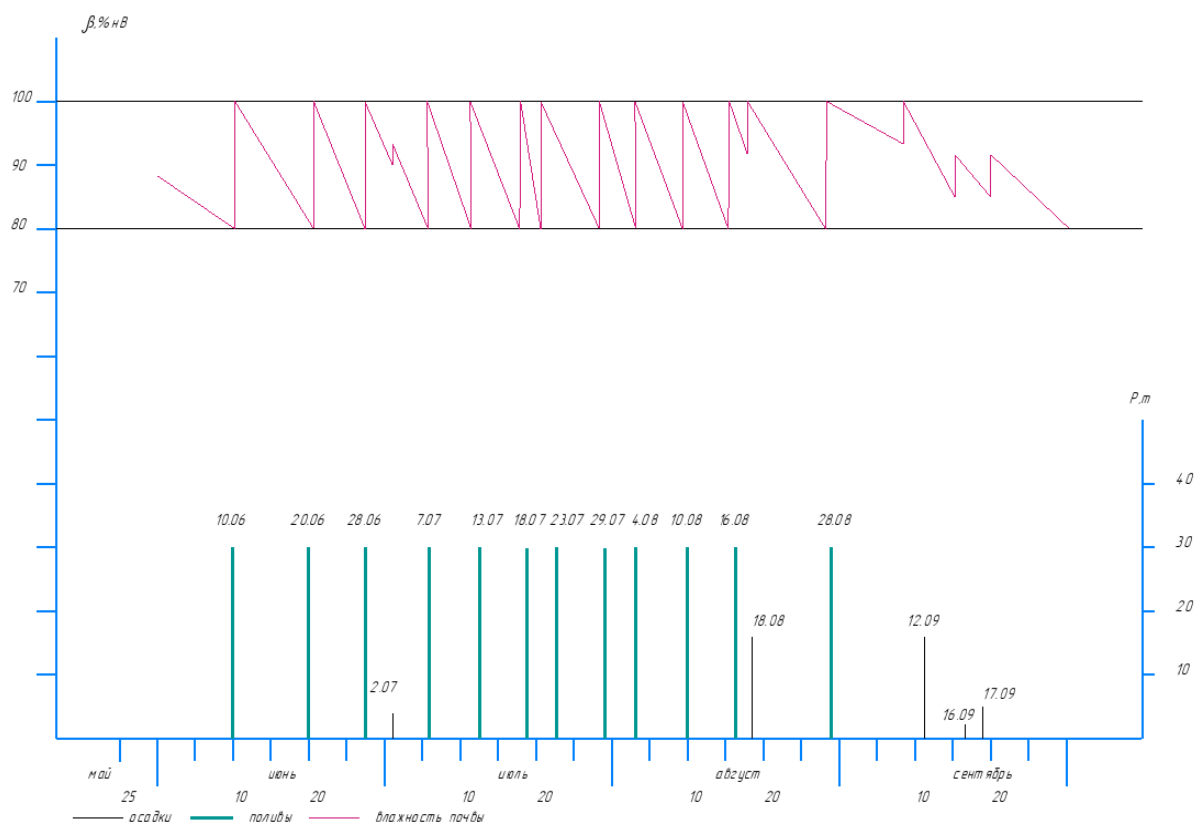


Рисунок 3 – Динамика влажности почвы на варианте с гидрогелем
Figure 3 – Dynamics of soil moisture in the hydrogel variant

Результаты анализа водной вытяжки и почвы приведены в таблице №1. Следует отметить, что при всех, примерно равных значениях основных химических элементов питания в почве, обращает на себя внимание содержание Ca^{2+} и Mg^{2+} . Их значения в 2..3 раза выше, чем на контроле. Следовательно, гидрогель способен аккумулировать не только влагу почвы, но и питательные вещества в корнеобитаемом слое в зоне созданной им повышенной влажности. На отзывчивость сои к удобрениям указывает в своих работах Толоконников В. В. [6, 7, 8]. Анализируя содержание других элементов необходимо отметить, что гидрогель не оказывает отрицательного воздействия на химический состав почвы.

Индикатором отзывчивости сельскохозяйственных растений на предлагаемые технологии является показатель их продуктивности. Индикатором применимости предлагаемой технологии сельхозпроизводителями являются эколого-экономические показатели, анализ которых будет произведён по окончании опыта.

Влияние изучаемых технологий на продуктивность сои при дозе внесения гидрогеля 200 кг/га, а за показатель продуктивности нами принят показатель биологической урожайности, отражено в таблице 2.

Анализ поделачных данных по урожайности сои при традиционной технологии выращивания (контроль), где разброс показателей составил 0,1 т/га, указывает на повышенную чувствительность растений к неравномерности почвенного покрова, микрорельефа орошаемого поля. Применение же водоудерживающего сорбента «нивелирует» воздействие указанных нерегулируемых условий и обеспечивает снижение данного показателя до 0,06 т/га, т.е. почти в два раза.

Таблица 1 – Анализ водной вытяжки почвы в опытах по выращиванию сои на орошении с использованием гидрогеля

Table 1 – Analysis of water extraction of soil in experiments on soybean cultivation under irrigation using hydrogel

№ п/п	Место взятия образца	Горизонт, см	рН водной вытяжки	Сумма анионов и катионов, %	В том числе: ммоль в 100 г. почвы, %							
					CO ²⁻ ₃	HCO ₃	Cl	SO ²⁻ ₄	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
1	Соя без	0-10	7,9	0,123	Нет	0,600 0,037	0,400 0,014	0,815 0,039	0,500 0,010	0,375 0,005	0,898 0,021	0,042 0,002
2	гидрогеля	10-20	7,9	0,185	Нет	0,600 0,037	0,350 0,012	0,791 0,038	0,500 0,010	0,313 0,004	0,898 0,021	0,030 0,001
3	Соя с гидрогелем	0-10	7,9	0,129	Нет	0,600 0,037	0,300 0,011	0,848 0,041	0,500 0,010	0,250 0,003	0,932 0,021	0,066 0,003
4		10-20	7,9	0,155	Нет	0,600 0,037	0,800 0,028	2,078 0,100	1,000 0,020	1,000 0,012	1,330 0,031	0,048 0,002

Таблица 2 – Биологическая урожайность сои «Волгоградка-2», т/га, 2022 г

Table 2 – Biological yield of soybeans "Volgogradka – 2", t/ha, 2022

№ де- лянки	Контроль				Опыт с гидрогелем			
	Посев без гидрогеля			Среднее по повтор- ностям	Посев с гидрогелем			Среднее по повторно- стям
	Повторность				Повторность			
	1	2	3		1	2	3	
1	2,11	1,99	1,87	1,99	2,41	2,32	2,47	2,40
2	2,21	2,17	1,90	2,09	2,34	2,43	2,31	2,36
3	1,98	2,03	1,97	1,99	2,50	2,27	2,40	2,39
4	2,04	2,13	2,01	2,06	2,29	2,43	2,30	2,34
5	2,00	1,96	2,08	2,01	2,38	2,27	2,49	2,38
Сред- нее	2,06	2,05	1,96	2,03	2,38	2,34	2,39	2,37
НСР ₀₅	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01

Абсолютные значения урожайности – 2,03 на контроле и 2,37 т/га на гидрогеле, также указывают на эффект его применения при орошении сои.

Заключение. Логично предположить, что нарастающее повышение среднегодовой температуры, зафиксированное как факт на всех континентах, приведёт к нарастанию дефицита природной пресной воды на территории Европейской части России. Задача аграрной науки – превентивные разработки водосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве, что и является задачей данного исследования.

Применение гидрогеля «Аваксин» не ухудшает экологические показатели почвы, а даже несколько улучшает, при этом совмещение операций посева сои и внесения гидросорбента модернизированной сеялкой УПС-8 снижает затраты и уменьшает механическое воздействие на поверхность почвы.

Установлено увеличение урожайности зерна сои на 14,3% и влияние предлагаемой технологии на увеличение межполивного периода до 6 суток при дозе внесения гидрогеля 200 кг/га, что обеспечило экономию поливной воды на 300 м³/га, т.е. 10% оросительной нормы.

Conclusions. It is logical to assume that the increasing increase in the average annual temperature, recorded as a fact on all continents, will lead to an increase in the shortage of natural fresh water on the territory of the European part of Russia. The task of agricultural science is the preventive development of water-saving technologies in agricultural production – which was the task of this study.

The use of Avaxin hydrogel does not worsen the environmental performance of the soil, but even improves it somewhat, while combining the operations of sowing soybeans and applying a hydrosorbent with an upgraded UPS-8 seeder reduces production costs and reduces mechanical impact on the soil surface

An increase in the yield of soybean grain by 14.3% and the effect of the proposed technology on increasing the irrigation period to 6 days was established, which provided savings of irrigation water by 300 m³ /ha, i.e. 10% of the irrigation norm

Библиографический список

1. Агафонов О. М., Ревенко В. Ю. Возможности полимерного гидрогеля как накопителя почвенной влаги в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. № 10. С. 35-38.
2. Демин А. П. Развитие орошения и производство продовольствия в Республике Крым // Орошаемое земледелие. 2022. № 3. С. 30-34.
3. Задорин А. М., Зеленев А. А., Мордвина М. В. Достижения селекции ФНЦ зернобобовых и крупяных культур в аспекте роста соевого производства в России // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 30 (2). С. 53-56.
4. Методика с результатами теоретико-экспериментальных исследований посева семян сельскохозяйственных культур и внесения гидрогеля при изменении скорости агрегата / А. Н. Цепляев, В. А. Цепляев, А. М. Магомедов, В. В. Тимошенко // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3. С. 71-78.
5. Ревенко В. Ю., Агафонов О. М. Использование гидрогелей в растениеводстве // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 11 (2). Т. 2. С. 59-66.
6. Рост урожайности сортов сои и эффективности применения удобрений в условиях орошения / В. В. Толоконников, Л. В. Вронская, С. С. Мухаметханова, Г. П. Канцер // Орошаемое земледелие. 2022. № 2. С. 24-27.
7. Толоконников В. В., Вронская Л. В., Нашказова Т. С. Влияние норм посева на продуктивность сои с различными сроками созревания в условиях орошения // Орошаемое земледелие. 2022. № 3. С. 21-24.
8. Толоконников В. В. Создание высокопродуктивного сорта сои классическими методами селекции // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 87-93.
9. Трунова М. В. Модель раннеспелого сорта сои для южно-европейской части России // Масличные культуры. 2017. № 137. С. 84-87.
10. Цепляев А. Н., Цепляев В. А., Магомедов А. М. Теоретическое исследование жесткости пружины разработанной секции сеялки при посеве семян сои на орошении // Мелиорация и гидротехника. 2022. № 3. С. 193-209.
11. Ченелев Г. П., Михайлова М. П. Влияние структуры посева и нормы высевы семян на формирование урожайности сои сорта китросса // Земледелие. 2020. № 4. С. 22-25.
12. Effective cultivation of extra-early soybean cultivar CV. «VNIIOZ 86» / V. V. Tolokonnikov [et al.] // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2018. V. 13. № 4. Pp. 353-359.
13. Rebetzke G. J., Richards R. A., Holland J. B. Population extremes for assessing trait value and correlated response of genetically complex traits // Field Crops Research. 2017. Vol. 201. Pp. 122-132.
14. Response of different yield components as selection criteria for yield components in early generations of lentil (*Lens culinaris* L.) / Y. S. Reddy [et al.] // Legume Research. 2017. Vol. 40. I. 1. Pp. 160-164.

References

1. Agafonov O. M., Revenko V. Yu. Possibilities of polymer hydrogel as a soil moisture accumulator in the unstable humidification zone of the Krasnodar Territory // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2017. № 10. Pp. 35-38.

2. Demin A. P. Development of irrigation and food production in the Republic of Crimea // Irrigated agriculture. 2022. № 3. Pp. 30-34.
3. Zadorin A. M., Zelenov A. A., Mordvin M. V. Achievements in the selection of FNC leguminous and cereal crops in the aspect of soy production growth in Russia // Leguminous and cereal crops. 2019. № 30 (2). Pp. 53-56.
4. The method with the results of theoretical and experimental studies of sowing seeds of crops and applying a hydrogel when changing the speed of the aggregate / A. N. Tseplyaev, V. A. Tseplyaev, A. M. Magomedov, V. V. Timoshenko // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2022. № 3. Pp. 71-78.
5. Revenko V. Yu., Agafonov O. M. Use of hydrogels in crop production // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2018. № 11 (2). V. 2. Pp. 59-66.
6. Increase in the yield of soybean varieties and the effectiveness of fertilizer use in irrigation conditions / V. V. Tolokonnikov, L. V. Vronskaya, S. S. Mukhametkhanova, G. P. Kanzer // Irrigated agriculture. 2022. № 2. Pp. 24-27.
7. Tolokonnikov V. V., Vronskaya L. V., Nashkazova T. S. The influence of sowing standards on soybean productivity with different ripening times under irrigation conditions // Irrigated agriculture. 2022. № 3. Pp. 21-24.
8. Tolokonnikov V. V. Creation of a highly productive variety of soybeans by classical selection methods // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: science and higher professional education. 2021. № 2 (62). Pp. 87-93.
9. Trunova M. V. Model of early ripening soybean variety for the southern European part of Russia // Oilseeds. 2017. № 137. Pp. 84-87.
10. Tseplyaev A. N., Tseplyaev V. A., Magomedov A. M. Theoretical study of the spring stiffness of the developed seeding section when sowing soybean seeds on irrigation // Melioration and hydraulic engineering. 2022. № 3. Pp. 193-209.
11. Chenelev G. P., Mikhailova M. P. The influence of the sowing structure and the seeding rate on the formation of soybean yield of the kitross variety // Agriculture. 2020. № 4. Pp. 22-25.
12. Effective cultivation of extra-early soybean cultivar CV. «VNIOZ 86» / V. V. Tolokonnikov [et al.] // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2018. V. 13. № 4. Pp. 353-359.
13. Rebetzke G. J., Richards R. A., Holland J. B. Population extremes for assessing trait value and correlated response of genetically complex traits // Field Crops Research. 2017. Vol. 201. Pp. 122-132.
14. Response of different yield components as selection criteria for yield components in early generations of lentil (*Lens culinaris* L.) / Y. S. Reddy [et al.] // Legume Research. 2017. Vol. 40. I. 1. Pp. 160-164.

Информация об авторах

Цепляев Алексей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (РФ, 400002, Южный Федеральный округ, Волгоградская область, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д. 9), тел. 8 (8442) 41-15-10, ORCID: <https://org/0000-0003-1454-5784>, e-mail: can_volgau@mail.ru.

Семененко Сергей Яковлевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (РФ, 400002, Южный Федеральный округ, Волгоградская область, г. Волгоград, ул. Тимирязева, д. 9), телефон 8(961)-068-52-07, ORCID: <https://org/0000-00015992-8127>, e-mail: sergeysemenenko@list.ru

Authors Information

Tseplyaev Alexey Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (RF, 400002, Southern Federal District, Volgograd Region, Volgograd, ul. Timiryazeva, 9), tel. 8 (8442) 41-15-10, ORCID: <https://org/0000-0003-1454-5784>, e-mail: can_volgau@mail.ru.

Semenenko Sergey Yakovlevich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (RF, 400002, Southern Federal District, Volgograd region, Volgograd, ul. Timiryazeva, 9), phone 8(961)-068-52-07, ORCID: <https://org/0000-00015992-8127>, e-mail: sergeysemenenko@list.ru