

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 633.34:631.674

Влияние способов орошения на продуктивность сои

Сергей Артурович Селицкий¹, Рита Евгеньевна Юркова²,
Георгий Трифионович Балакай³

^{1,2,3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

³balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

Аннотация. Цель: изучить параметры роста, развития и продуктивности сои в зависимости от способа орошения. **Материалы и методы.** Исследования были проведены в 2021–2022 гг. на орошаемых землях Приазовской природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области. Почва участка представлена луговым черноземом тяжелосуглинистым. Высевался сорт сои СК Оптима. Схема опыта: орошение дождеванием, капельным поливом и без орошения. Дождевание проводилось дождевальными машинами Valley. Капельный полив осуществлялся при помощи капельных линий с расстоянием между капельницами 30 см и расходом 2,5 л/ч. Поддерживали влажность почвы в слое 0–0,6 м более 80 % наименьшей влагоемкости. Обработка результатов исследований проводилась на основании общепринятых методик. **Результаты.** Вегетационный период 2021 г. характеризовался как влажный, а 2022 г. – как крайне засушливый. Оросительная норма при орошении дождеванием во влажный год составила 2250 куб. м/га и в засушливый – 2700 куб. м/га, при капельном поливе соответственно 1680 и 2100 куб. м/га. Максимальные значения линейного роста получены в фазу налива бобов – 128,0 и 121,0 см при поливах капельной системой и дождеванием соответственно. Такая же тенденция отмечена при наблюдении за нарастанием площади листовой поверхности и накоплением сухой массы растений сои. Наибольшая урожайность сои получена на варианте с капельным поливом в годы исследований – 5,20 т/га во влажный год и 4,98 т/га в засушливый год. **Выводы.** Максимальная урожайность сои получена при капельном поливе (5,09 т/га). Прибавка урожайности сои от орошения капельными системами и дождеванием составила 2,90 и 2,21 т/га соответственно, показатель был на 132,4 и 100,7 % выше, чем при богарном возделывании сои. Наибольшим суммарное водопотребление сои в среднем за два года было на варианте с орошением дождеванием – 5244 куб. м/га, а наиболее эффективно вода использовалась на варианте с капельным орошением, где коэффициент водопотребления был минимальным – 927 куб. м/т.

Ключевые слова: соя, режим орошения, способ орошения, дождевание, капельный полив, урожайность, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 21 февраля 2024 г.).

Для цитирования: Селицкий С. А., Юркова Р. Е., Балакай Г. Т. Влияние способов орошения на продуктивность сои // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 92, № 1. С. 31–43.

THE ROLE OF LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT IN ENSURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Original article

The irrigation methods impact on soybean productivity

Sergey A. Selitskiy¹, Rita Ye. Yurkova², Georgiy T. Balakay³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk,
Russian Federation

¹ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

³balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

Abstract. Purpose: to study the parameters of growth, development and productivity of soybean depending on the irrigation method. **Materials and methods.** The studies were carried out in 2021–2022 on the irrigated lands of the Azov natural-agricultural zone of Rostov region. The soil of the site is represented by heavy loamy meadow chernozem. The soybean variety SK Optima was sown. Experiment scheme: sprinkling irrigation, drip irrigation and without irrigation. Irrigation was carried out with a Valley sprinkler. Drip irrigation was carried out using drip lines with a distance of 30 cm between emitters and a flow rate of 2.5 l/h. The soil moisture at more than 80% of the minimum moisture capacity was maintained in the 0–0.6 m layer. Research results processing was carried out on the basis of generally accepted methods. **Results.** The growing season 2021 was characterized as a wet one, and 2022 as extremely dry. The irrigation rate for sprinkling irrigation in a wet year was 2250 cub. m/ha and in dry conditions – 2700 cub. m/ha, with drip irrigation 1680 and 2100 cub. m/ha, respectively. The maximum values of linear growth were obtained during the bean filling phase – 128.0 and 121.0 cm when irrigated with a drip system and sprinkling, respectively. The same trend was noted when observing the increase in leaf surface area and the accumulation of dry mass of soybean plants. The highest soybean yield was obtained using the option with drip irrigation during the years of research – 5.20 t/ha in a wet year and 4.98 t/ha in a dry year. **Conclusions.** The maximum soybean yield was obtained with drip irrigation (5.09 t/ha). The increase in soybean yield from irrigation with drip systems and sprinkling was 2.90 and 2.21 t/ha, respectively, the figure was 132.4 and 100.7 % higher than with rainfed soybean cultivation. The highest total water consumption of soybeans on average over two years was in the variant with sprinkling irrigation – 5244 cub. m/ha, and water was used most efficiently in the option with drip irrigation, where the water consumption coefficient was minimal – 927 cub. m/t.

Keywords: soybean, irrigation regime, irrigation method, sprinkling, drip irrigation, yield, total water consumption, water consumption coefficient

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “The role of land reclamation and water management in ensuring the sustainable development of agriculture” (Novochoerkassk, February 21, 2024).

For citation: Selitskiy S. A., Yurkova R. Ye., Balakay G. T. The irrigation methods impact on soybean productivity. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;92(1):31–43. (In Russ.).

Введение. При возделывании сои в зоне засушливого климата для получения высокого и стабильного урожая необходимо обеспечение растений достаточным количеством влаги. Соя – очень отзывчивая на уровень

влагообеспеченности культура. Наибольшую потребность во влаге растения ощущают в период налива бобов, когда формируется не только будущий урожай, но и его качественный состав [1, 2].

В Ростовской области в 2022 г. поливалось 237 тыс. га, что составляет 30 % от потенциальной орошаемой площади [3]. Нарращивание мелиорируемых земель, в т. ч. орошаемых, позволит увеличить производство зерновых, овощных и масличных культур, а расширение посевов сои может в решении проблемы дефицита белка.

На оросительных системах поливы осуществляются в основном дождевальными машинами кругового и фронтального действия, которые обеспечивают создание необходимой влажности в корнеобитаемой зоне почвы, формируют микроклимат в зоне произрастания растений, что в итоге увеличивает продуктивность сельскохозяйственных культур [4]. Однако орошению дождеванием сопутствуют такие негативные явления, как подъем уровня грунтовых вод, водная эрозия, засоление почв и пр. [5].

В последнее время сельхозпроизводители используют системы капельного орошения (СКО) для полива, в основном овощей, а также пропашных культур – кукурузы на зерно, сои и др. [6, 7]. Исследованиями многих авторов подтверждается эффективность применения систем капельного полива на посевах сои [8–11].

В связи с этим целью исследований являлось изучение параметров роста, развития и продуктивности сои в зависимости от способа орошения.

Материалы и методы. Исследования были проведены в 2021–2022 гг. на орошаемых землях Приазовской природно-сельскохозяйственной зоны Ростовской области. Почвенный покров опытного участка оказывает большое влияние на формирование урожайности сои. В опыте он представлен лугово-черноземными тяжелосуглинистыми почвами. Почвы опытного участка незасоленные и нещелочные, по агрохимическим свой-

ствам они обеспечены питательными элементами в достаточной степени. Содержание гумуса в слое 0–40 см низкое – 2,52 %.

На опытных делянках высевался сорт СК Оптима широкорядным способом с междурядьем 0,7 м и нормой высева 500 тыс. шт./га.

Схема опыта включала: вариант 1 – с орошением дождеванием, вариант 2 – с капельным поливом и вариант 3 – без орошения. Поливы дождеванием проводились дождевальными машинами Valley. Капельный полив осуществлялся при помощи капельных линий с расстоянием между капельницами 30 см и расходом капельниц 2,5 л/ч. На вариантах опыта поддерживался уровень влажности почвы в слое 0–0,6 м не менее 80 % от наименьшей влагоемкости (НВ).

Закладка опыта и обработка результатов исследований проводились на основании методик проведения полевых исследований^{1,2}.

Результаты и обсуждение. Климатические условия во многом определяют технологические особенности возделывания сои. Количество осадков за сезон – главный фактор в формировании поливного режима растений. По гидротермическому коэффициенту 2021 г. (ГТК = 1,19) характеризовался как влажный. За период с мая по сентябрь сумма осадков составила 386,6 мм, что выше среднемноголетней величины на 52 %. Температура вегетационного периода была также выше. Сумма среднесуточных температур более 10 °С составила 3260,8 °С.

2022 г. отличался от предыдущего прежде всего по уровню влагообеспеченности. За вегетационный период выпал 131 мм осадков, или 71 % от нормы. Недостаток осадков наблюдался во все месяцы развития сои. Количество осадков составило в июне 7 % от нормы, а в августе и

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

²Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалашова, Г. И. Табала; под ред. В. Н. Щедрина. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. 137 с. EDN: XXFRBZ.

сентябре – 54 и 62 % соответственно. Вегетационный период с мая по сентябрь по степени влагообеспеченности характеризовался как крайне засушливый (ГТК = 0,40).

Климатические факторы повлияли на формирование поливного режима. Наблюдения показали, что для поддержания уровня влажности в почве на уровне не ниже 80 % НВ потребовалось на варианте 1 с дождеванием в 2021 г. проведение пяти поливов нормой 450 м³/га. При этом оросительная норма составила 2250 м³/га. Поливы капельной системой на варианте 2 производились меньшими поливными нормами – 210 м³/га, но количество поливов составило восемь. Оросительная норма за сезон на этом варианте соответственно была равна 1680 м³/га. Разница между вариантами с дождеванием и поливами капельной системой в величине оросительной нормы составила в 2021 г. 570 м³/га.

В 2022 г. выполнено шесть поливов на варианте с дождеванием, а оросительная норма за сезон составила 2700 м³/га. При капельном поливе было проведено 10 поливов поливной нормой 210 м³/га, а оросительная норма равнялась 2100 м³/га.

В среднем за два года оросительная норма при поливе дождеванием была выше, чем при капельном поливе, на 585 м³/га. В таблице 1 приведен поливной режим сои при различных способах орошения за годы исследований.

Таблица 1 – Поливной режим сои при различных способах орошения за 2021–2022 гг.

Table 1 – Irrigation regime for soybeans under various irrigation methods for 2021–2022

Вариант	Число поливов	Полivная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
1	2	3	4
2021 г.			
1 Дождевание	5	450	2250
2 Капельное орошение	8	210	1680
3 Без орошения	0	0	0

Продолжение таблицы 1

Table 1 continued

1	2	3	4
2022 г.			
1 Дождевание	6	450	2700
2 Капельное орошение	10	210	2100
3 Без орошения	0	0	0
Среднее за 2021–2022 гг.			
1 Дождевание	5,5	450	2475
2 Капельное орошение	9	210	1890
3 Без орошения	0	0	0

На исследуемых вариантах опыта показатели всхожести и выживаемости растений в среднем за два года определялись условиями влагообеспеченности. Как видно из данных таблицы 2, всхожесть и выживаемость сои на варианте с поливом дождеванием составили 93 и 92 % соответственно, а на варианте с капельным поливом эти показатели были выше – 96 и 95 % соответственно. На варианте без орошения процент выживаемости растений снизился до 86 %.

Таблица 2 – Полевая всхожесть и выживаемость растений сои при различных способах орошения

Table 2 – Field germination and survival rate of soybean plants with different irrigation methods

Вариант	Норма высева, тыс. шт./га	Количество всходов растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Сохранилось к уборке, шт./м ²	Выживаемость, %
1 Дождевание	500	47	93	43,0	92
2 Капельное орошение	500	48	96	45,5	95
3 Без орошения	500	45	90	38,5	86

Орошение в большей мере обусловило положительное влияние на рост, развитие и формирование урожайности растений сои. Наблюдения за динамикой линейного роста, нарастанием листовой поверхности и накоплением сухой массы растений сои показали, что и при дождевании, и при капельном поливе эти показатели значительно превышали значения при богарном возделывании культуры. На рисунке 1 приведены данные о линейном росте сои по фазам развития в зависимости от способа полива.

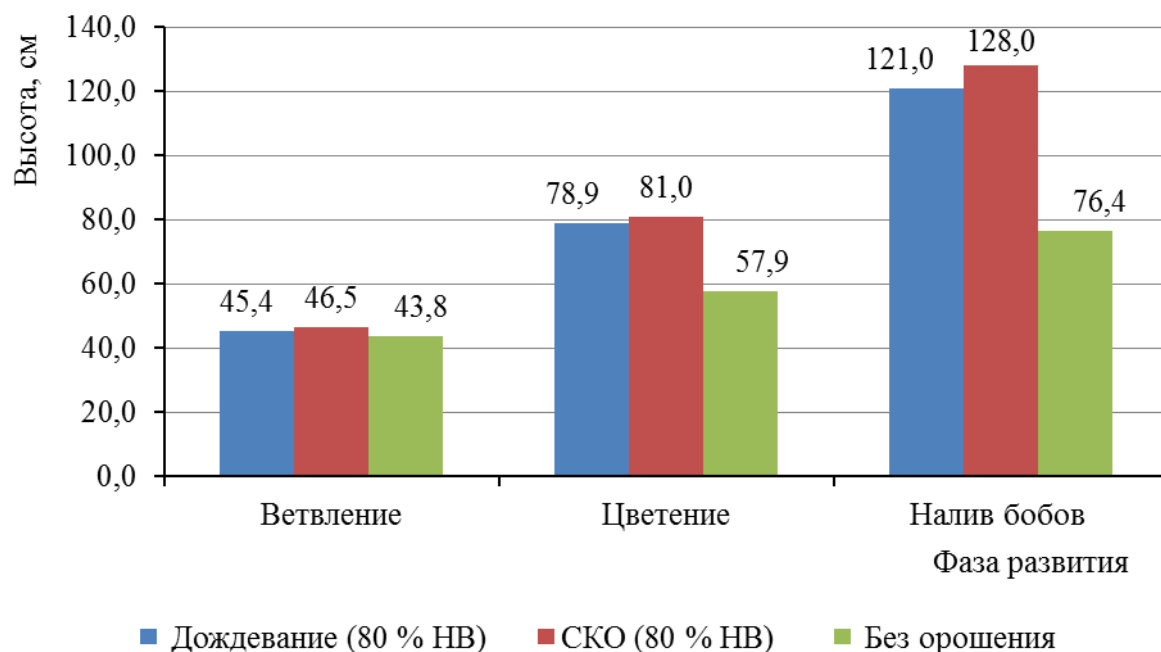


Рисунок 1 – Динамика линейного роста по фазам развития сои при различных способах орошения
Figure 1 – Dynamics of linear growth by phases of soybean development during different irrigation methods

Наиболее интенсивный рост у сои наблюдается в период цветения – налива бобов. Если в фазе ветвления высота варьировала между вариантами незначительно – от 43,8 до 46,5 см, то в фазе цветения она изменялась от 57,9 до 81,0 см, а в фазе налива бобов – от 76,4 до 128,0 см. В период цветения – налива бобов прирост составил 18,5 см на варианте без орошения, 47 и 42,1 см – на вариантах с капельным орошением и дождеванием соответственно.

Максимальных значений высота растений сои достигла в период налива бобов, и в среднем за два года она составила 128,0 и 121,0 см на вариантах с орошением.

Способы орошения оказали влияние на нарастание площади листовой поверхности – важный фактор формирования урожайности растений. Наблюдениями отмечено, что наибольшая площадь листовой поверхности формируется к фазе налива бобов. На варианте с капельным орошением была получена наибольшая величина площади листовой поверхности в фа-

зах налива бобов и цветения – 74,0 и 38,6 тыс. м²/га соответственно. Наиболее интенсивно листовой аппарат формировался в период цветения – налива бобов. Установлено, что прирост площади листьев в этот период на варианте 1 составил 33,7 тыс. м²/га, на варианте 2 – 35,4 тыс. м²/га, на варианте без орошения – 17,2 тыс. м²/га (таблица 3).

Таблица 3 – Площадь листовой поверхности по фазам роста и развития сои при различных способах орошения
В тыс. м²/га

Table 3 – Leaf area duration by growth phases and development of soybeans under different irrigation methods
In thousands m²/ha

Вариант	Площадь листовой поверхности		
	Ветвление	Цветение	Налив бобов
1 Дождевание	23,4	36,9	70,6
2 Капельное орошение	23,0	38,6	74,0
3 Без орошения	22,4	34,4	51,6

Динамика накопления сухой надземной биомассы растениями сои при различных способах орошения в течение вегетации показывает, что максимальных значений она достигает в фазе налива бобов на всех вариантах опыта. Наблюдениями установлено, что наибольшие значения сухой массы получены при поливе капельной системой – 14,94 т/га, что больше, чем при дождевании, на 0,97 т/га, или 7 %. Прирост сухой массы за период цветения – налива бобов составил 7,85 т/га. Наименьший урожай сухой массы был накоплен на варианте без орошения – 8,04 т/га, что меньше, чем на вариантах с дождеванием и капельным поливом, на 5,93 и 6,9 т/га соответственно, или 74 и 86 % (таблица 4).

На уровень урожайности сои оказали влияние как погодные условия года исследований, так и способ орошения. Во влажном 2021 г. урожайность сои варьировала от 2,34 т/га семян на варианте без орошения до 5,2 т/га на варианте с капельным поливом, что выше урожайности сои, полученной в засушливом 2022 г. В среднем за два года исследований капельный полив обеспечил получение максимальной урожайности семян сои на уровне

5,09 т/га, что выше, чем при поливе дождеванием, на 0,69 т/га. В сравнении с вариантом без орошения прибавка урожая при капельном поливе составила 2,90 т/га, или 132,4 %, а на дождевании – 2,21 т/га, или 100,7 % (таблица 5).

Таблица 4 – Динамика накопления сухой надземной биомассы растениями сои при различных способах орошения

В т/га

Table 4 – Dynamics of accumulation of dry above-ground biomass by soybeans under different irrigation methods

In t/ha

Вариант	Масса растений		
	Ветвление	Цветение	Налив бобов
1 Дождевание	2,88	7,01	13,97
2 Капельное орошение	2,98	7,09	14,94
3 Без орошения	2,5	5,27	8,04

Таблица 5 – Урожайность сои в зависимости от различных способов орошения

Table 5 – Soybean yield depending on various irrigation methods

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка урожая	
	2021 г.	2022 г.	Средняя	т/га	%
1 Дождевание	4,48	4,31	4,40	2,21	100,7
2 Капельное орошение	5,20	4,98	5,09	2,90	132,4
3 Без орошения	2,34	2,04	2,19	0	0

При расчете суммарного водопотребления складывали приходные составляющие: осадки, оросительную норму, расход почвенной влаги. Поскольку уровень грунтовых вод залегал ниже 3 м, то их влияние на величину суммарного водопотребления не учитывалось. В таблице 6 приведены значения перечисленных факторов по годам исследований, а также рассчитан коэффициент водопотребления, характеризующий расход воды за вегетационный период.

Суммарное водопотребление по годам исследований на варианте с поливом дождеванием изменялось от 4211 до 6277 м³/га. На варианте с капельным орошением суммарное водопотребление варьировало от 3699 до 5772 м³/га, а на варианте без орошения – от 2034 до 4381 м³/га. В среднем за два года суммарное водопотребление на варианте 1 составило 5244 м³/га,

что на 508 м³/га больше, чем при капельном поливе, и на 2036 м³/га больше, чем на варианте 3. На варианте капельного орошения коэффициент водопотребления в среднем за два года составил 927 м³/т, на варианте с орошением дождеванием при снижении урожайности на 0,69 т/га на получение 1 т зерна потребовалось 1189 м³, что на 262 м³/т больше, чем при капельном поливе. Наихудшие показатели получены на варианте без орошения, здесь при минимальной урожайности коэффициент водопотребления был наибольшим и составил 1435 м³/т.

Таблица 6 – Суммарное водопотребление сои в зависимости от способа орошения

Table 6 – Total water consumption of soybeans depending on the irrigation method

Вариант	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Использовано влаги из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
2021 г.						
1 Дождевание	3866	2250	161	6277	4,48	1401
2 Капельное орошение	3866	1680	226	5772	5,20	1110
3 Без орошения	3866	0	515	4381	2,34	1872
2022 г.						
1 Дождевание	1310	2700	201	4211	4,31	977
2 Капельное орошение	1310	2100	289	3699	4,98	743
3 Без орошения	1310	0	724	2034	2,04	997
Среднее за 2021–2022 гг.						
1 Дождевание	2588	2475	181	5244	4,40	1189
2 Капельное орошение	2588	1890	258	4736	5,09	927
3 Без орошения	2588	0	620	3208	2,19	1435

Выводы. Орошение способствовало получению высоких урожаев даже в засушливые годы и при неравномерном выпадении осадков в вегетационный период. Прибавка урожая сои от орошения капельными системами и дождеванием составила 2,90 и 2,21 т/га соответственно, что на 132,4 и 100,7 % выше, чем при богарном возделывании сои.

В среднем за два года оросительная норма на варианте с дождеванием составила 2475 м³/га, а на варианте с капельным орошением – 1890 м³/га.

При поливах капельным способом получены наибольшие показатели

линейного роста растений сои (128,0 см), нарастания площади листовой поверхности в фазе налива бобов (74,0 тыс. м²/га), накопления сухой надземной биомассы сои (14,94 т/га).

Наибольшим суммарное водопотребление сои в среднем за два года исследований было на варианте с орошением дождеванием – 5244 м³/га, а наиболее эффективно вода использовалась на варианте с капельным орошением, где коэффициент водопотребления был минимальным – 927 м³/т.

Список источников

1. Нагорный В. Д., Ляшко М. У. Биология и агротехника сои: монография. М.: Библио-Глобус, 2018. 418 с. DOI: 10.18334/9785907063075. EDN: OUYPTH.
2. Агрэкологическое испытание и совершенствование технологии возделывания сортов сои / О. А. Зайцева, С. А. Бельченко, А. В. Дронов, В. В. Дьяченко, Н. С. Шпилев, Г. П. Малявко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 8. С. 14–21. EDN: QOQSGU.
3. Ильинская И. Н., Клименко А. И., Батищев И. В. Состояние и оценка мелиорированных земель Ростовской области // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2022. Т. 12, № 4. С. 86–103. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1314> (дата обращения: 07.02.2024). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-86-103>. EDN: DXPEBH.
4. Технические средства систем капельно-дождевального орошения / В. А. Жарков, Н. А. Абдураманов, Е. В. Ангольд, К. Е. Джабаев // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2021. № 3(110). С. 40–49. EDN: DAXVEA.
5. Бабичев А. Н., Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Факторы, усиливающие отрицательное воздействие длительного орошения на свойства чернозема обыкновенного // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2020. № 4(40). С. 1–22. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1156> (дата обращения: 07.02.2024). DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-1-22. EDN: MNPEUA.
6. Лытов М. Н. Особенности продукционного процесса и воспроизводство семян сои при капельном орошении // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., с. Соленое Займище, 21–22 мая 2020 г. Солен. Займище: Прикасп. аграр. федер. науч. центр Рос. акад. наук, 2020. С. 510–513. DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-21-510-513. EDN: BGGKQS.
7. Меньших А. М. Сравнительная эффективность капельного орошения и дождевания при выращивании овощных культур в Подмосковье // Орошаемое земледелие. 2020. № 1. С. 42–45. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-9. EDN: CWXUUI.
8. Лытов М. Н. Особенности формирования водного режима почвы при разных уровнях водообеспечения сои в условиях орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 3(35). С. 31–49. URL: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=999> (дата обращения: 07.02.2024). DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-31-49. EDN: EYSGOC.
9. Толоконников В. В., Вронская Л. В., Агапова С. А. Сортотвечивость сои на орошение и удобрение в условиях Нижнего Поволжья // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротехника и животноводство. 2023. Т. 18, № 23. С. 320–333. DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-320-333. EDN: MJFBQE.

10. Кижяева В. Е., Пешкова В. О., Бреднев Д. Ю. Продуктивность и адаптивность зернобобовой культуры сои в агроклиматических условиях аридной зоны Поволжья на мелкоконтурных участках капельного орошения // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 2(46). С. 35–45. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-35-45. EDN: PPNRKR.

11. Лытов М. Н. Агробиологические преимущества капельного орошения сои в связи со специализацией производства // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020. № 1(77). С. 66–74. EDN: UKQLKD.

References

1. Nagorny V.D., Lyashko M.U., 2018. *Biologiya i agrotehnika soi: monografiya* [Biology and Agricultural Technology of Soybeans: monograph]. Moscow, Biblio-Globus Publ., 418 p., DOI: 10.18334/9785907063075, EDN: OUYPTH. (In Russian).

2. Zaitseva O.A., Belchenko S.A., Dronov A.V., Dyachenko V.V., Shpilev N.S., Mal'yavko G.P., 2022. *Agroekologicheskoe ispytanie i sovershenstvovanie tekhnologii vozde-lyvaniya sortov soi* [Agroecological testing and improvement of soybean cultivation technol-ogy]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy], no. 8, pp. 14-21, EDN: QOQSGU. (In Russian).

3. Ilyinskaya I.N., Klimenko A.I., Batishchev I.V., 2022. [The state and assessment of reclaimed lands in Rostov region]. *Melioratsiya i gidrotehnika*, vol. 12, no. 4, pp. 86-103, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=1314> [accessed 07.02.2024], <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-86-103>, EDN: DXPEBH. (In Russian).

4. Zharkov V.A., Abduramanov N.A., Angold E.V., Dzhabayev K.E., 2021. *Tekhnich-eskie sredstva sistem kapel'no-dozhdeval'nogo orosheniya* [Technical means of drip-sprinkler irrigation systems]. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Sey-fullina* [Science Bulletin of Kazakh Agricultural Technical University named after S. Sei-fullin], no. 3(110), pp. 40-49, EDN: DAXVEA. (In Russian).

5. Babichev A.N., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2020. [Factors enhancing the ad-verse effects of long-term irrigation on the ordinary chernozem properties]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*, no. 4(40), pp. 1-22, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1156> [accessed 07.02.2024], DOI: 10.31774/2222-1816-2020-4-1-22, EDN: MNPEUA. (In Russian).

6. Lytov M.N., 2020. *Osobennosti produktsionnogo protsessa i vosproizvodstvo semy-an soi pri kapel'nom oroshenii* [Features of production process and reproduction of soybean seeds under drip irrigation]. *Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: sb. materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Results and Prospects for the Development of Agro-Industrial Complex: Proc. of the International Scientific-Practical Conference]. Solenoe Zaimishche, Prikaspiiskiy Agrarian Federal Scientific Centre of Russia Academy of Sciences, pp. 510-513, DOI: 10.26150/PAFNC.2019.45.557-21-510-513, EDN: BGGKQS. (In Russian).

7. Menshikh A.M., 2020. *Sravnitel'naya effektivnost' kapel'nogo orosheniya i dozhd-evaniya pri vyrashchivanii ovoshchnykh kul'tur v Podmoskov'e* [Comparative efficiency of drip irrigation and sprinkling when growing vegetables in Moscow region]. *Oroshaemoe zemlede-lie* [Irrigated Agriculture], no. 1, pp. 42-45, DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-9, EDN: CWXUUI. (In Russian).

8. Lytov M.N., 2019. [Features of soil water regime formation at different water supply levels of soybeans under irrigation]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*, no. 3(35), pp. 31-49, available: <https://rosniipm-sm.ru/article?n=999> [accessed 07.02.2024], DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-31-49, EDN: EYSGOC. (In Russian).

9. Tolokonnikov V.V., Vronskaya L.V., Agapova S.A., 2023. *Sortovaya otzyvchivost' soi na oroshenie i udobrenie v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya* [Soybean varietal response to

irrigation and fertilization in the Lower Volga region]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* [RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries], vol. 18, no. 23, pp. 320-333, DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-320-333, EDN: MJFBQE. (In Russian).

10. Kizhaeva V.E., Peshkova V.O., Brednev D.Yu., 2023. *Produktivnost' i adaptivnost' zernobovoy kul'tury soi v agroklimaticheskikh usloviyakh aridnoy zony Povolzh'ya na melkokonturnykh uchastkakh kapel'nogo orosheniya* [Productivity and adaptability of soybean legums in the agroclimatic conditions of the arid zone in the Volga region in small contour areas of drip irrigation]. *Zernobovoye i krupyanye kul'tury* [Legumes and Groat Crops], no. 2(46), pp. 35-45, DOI: 10.24412/2309-348X-2023-2-35-45, EDN: PPBNRK. (In Russian).

11. Lytov M.N., 2020. *Agrobiologicheskie preimushchestva kapel'nogo orosheniya soi v svyazi so spetsializatsiey proizvodstva* [Agrobiological advantages of drip irrigation of soybeans in connection with the production specialization]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 1(77), pp. 66-74, EDN: UKQLKD. (In Russian).

Информация об авторах

С. А. Селицкий – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, ssilja@yandex.ru, AuthorID: 432328, ORCID ID: 0000-0002-4771-4516;

Р. Е. Юркова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, rita6161@list.ru, AuthorID: 516510, ORCID ID: 0000-0001-8275-5834;

Г. Т. Балакай – главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, balakaygt@rambler.ru, AuthorID: 267782, ORCID ID: 0000-0001-8021-6853.

Information about the authors

S. A. Selitskiy – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, ssilja@yandex.ru, AuthorID: 432328, ORCID ID: 0000-0002-4771-4516;

R. Ye. Yurkova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, rita6161@list.ru, AuthorID: 516510, ORCID ID: 0000-0001-8275-5834;

G. T. Balakay – Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, AuthorID: 267782, ORCID ID: 0000-0001-8021-6853.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 28.02.2024; одобрена после рецензирования 18.03.2024; принята к публикации 02.04.2024.

The article was submitted 28.02.2024; approved after reviewing 18.03.2024; accepted for publication 02.04.2024.