

Сравнение эффективности микроорошения сои в экстремальных условиях на рисовых почвах

Евгений Владимирович Кузнецов, Анас Алматар

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

e-mail: dtn-kuz@rambler.ru

Аннотация. Целью статьи является экспериментальное сравнение эффективности капельного и внутрипочвенного орошения при выращивании сои в экстремальных условиях при отсутствии осадков и наличии высоких дневных температурах воздуха на рисовых почвах в пожнивных посевах севооборота. Проведены сравнительные экспериментальные исследования режимов капельного и внутрипочвенного орошения, в которых обеспечивалось поддержание влажности рисовой почвы 80–90 % НВ в слое почвы 0,5 м, в лизиметрах размером 1,25×2,7×0,7 м, которые находились в ботаническом саду КубГАУ. Посев сои на рисовых почвах в лизиметре проводили по 2 ряда с расстоянием между рядами 0,5 м на глубину 0,05 м от поверхности почвы в 2 вариантах и 2 повторностям. Всхожесть семян сои в почве с рисового поля пожнивно в экстремальных условиях при внутрипочвенном орошении (ВПО) выше в 1,28 раза по сравнению с капельным режимом орошением (КО). При ВПО уменьшается продолжительность вегетационного периода сои на 12–13 дней в сравнении с КО. В фазы ветвления, цветения и созревания высота сои при ВПО была больше на 3,6, 4,1 и 5,9 см соответственно в сравнении с КО. Количество бобов, масса бобов при ВПО больше на 24,2 и 24,1 % соответственно в сравнении с КО. Средняя урожайность сои, для одинаковой оросительной нормы 3325 м³/га, при КО и ВПО составляет 2,77 и 3,42 т/га соответственно, т. е. урожайность сои при ВПО увеличивается на 23,5 % по сравнению с КО. Суммарное водопотребление составляло 4875 м³/га при среднем коэффициенте водопотребления 1761 и 1426 м³/т для КО и ВПО соответственно. Таким образом, для одинаковой оросительной нормы средний коэффициент водопотребления уменьшается при ВПО на 19,0 % по сравнению с КО. Причинами разницы результатов между КО и ВПО являются высокая температура воздуха и испаряемость с поверхности почвы. При КО поливная вода не успевает достичь полностью корневой системы растений.

Ключевые слова: капельное орошение; внутрипочвенное орошение; лизиметр; рисовая почва; соя.

Для цитирования: Кузнецов Е. В., Алматар А. Сравнение эффективности микроорошения сои в экстремальных условиях на рисовых почвах // Аграрный научный журнал. 2022. № 11. С. 19–23. <http://10.28983/asj.y2022i11pp19-23>.

AMELIORATION

Original article

Comparison of the efficiency of soybean microirrigation under extreme conditions on rice soils

Evgeny V. Kuznetsov, Anas Almatar

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: dtn-kuz@rambler.ru

Abstract. The purpose of the article is to experimentally compare the effectiveness of drip and subsurface drip irrigation when growing soybeans in extreme conditions in the absence of precipitation and the presence of high daily air temperatures on rice soils in crop rotation stubble crops. Materials and methods. Comparative experimental studies of drip and subsurface drip irrigation were carried out, in which the moisture content of rice soil was maintained within 80–90 % HB in a soil layer of 0.5 m, in lysimeters 1.25 × 2.7 × 0.7 m in size, which were Botanical garden of Kuban State Agrarian University. Sowing of soybeans on rice soils in a lysimeter was carried out in 2 rows with a distance between rows of 0.5 m to a depth of 0.05 m from the soil surface in 2 variants and 2 repetitions. The germination of soybean seeds in soil from a rice field stubble under extreme conditions with subsurface drip irrigation (SDI) is 1.28 times higher compared to drip irrigation (DI). With SDI, the duration of the growing season of soybeans is reduced by 12–13 days in comparison with DI. In the phases of branching, flowering and maturation, the height of soybeans at SDI was 3.6, 4.1 and 5.9 cm higher, respectively, compared to DI. The number and mass of beans, with SDI is more by 24.2 and 24.1 %, respectively, in comparison with DI. The average soybean yield, for the same irrigation rate of 3325 m³/ha, with DI and SDI is 2.77 and 3.42 t/ha, respectively, that is, the yield of soybean with SDI increases by 23.5 % compared with DI. The total water consumption was 4875 m³/ha, with an average water consumption coefficient of 1761 and 1426 m³/t for DI and SDI, respectively. Thus, for the same irrigation rate, the average water consumption coefficient decreases with SDI by 19.0 % compared with DI. The reason for the difference in results between DI and SDI is the high air temperature and evaporation from the soil surface. With DI, irrigation water does not have time to fully reach the root system of plants.

Keywords: drip irrigation; subsurface drip irrigation; lysimeter; rice soil; soy.

For citation: Kuznetsov E. V., Almatar A. Comparison of the efficiency of soybean microirrigation under extreme conditions on rice soils // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(11):19–23. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2022i11pp19-23>.

Введение. Полив растений – определяющий фактор для получения гарантированного урожая в течение всего цикла развития растений (вегетационного периода) от посева семян и/или посадки клубней до созревания урожая. В настоящее время для сои применяются, в основном, дождевание, капельный и внутрипочвенный поливы [5]. Интерес к капельному и внутрипочвенному орошению возрос за последние два десятилетия, главным образом, вследствие возросшего дефицита с целью сохранения водных ресурсов и наличия надежных компонентов системы ВПО [11].



Характеристики опытной почвы

Горизонт почвы, см	Содержание гумуса, %	Содержание подвижных форм, мг/100 г		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0–20	3,28	0,81	4,07	34,7
20–50	4,56	0,72	4,23	28,4

и комфортная. Теплый температурный период (не ниже 0 °С) длится примерно 7–9 месяцев в году [6]. В табл. 2 даны метеорологические данные за периоды исследований:

Из табл. 2 видно, что среднесуточная температура воздуха в июле, августе, сентябре, октябре и ноябре больше нормы на 1,3; 1,1; 1,2; 1,5 и 1,5° С соответственно, и суммы атмосферных осадков составляют 0; 78; 107,8; 54,1 и 53 % от нормы в июле, августе, сентябре, октябре и ноябре соответственно. Средний гидротермический коэффициент за периоды исследований составляет 0,66, т.е. район с очень засушливым климатом.

Для получения гарантированных и стабильных урожаев сои для данных природно-климатических характеристик района основным условием является необходимость возделывания сои на орошаемых землях при поддержании научно обоснованных норм влагообеспеченности, зная, что естественная влагообеспеченность сои составляет 40 % от оптимальной [15].

При КО и ВПО за вегетационный период сои обеспечивалось поддержание уровня увлажнения 80–90 % НВ в слое почвы 0–0,5 м, где нормы полива при КО и ВПО были одинаковы 3325 м³/га при 25 поливов по 133 м³/га.

Результаты исследований. В рисовую почву было высажено по 85 семян сои в каждом лизиметре. Всхожесть семян при КО и ВПО показана в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что всхожесть семян при КО составляет 67,5–71,8 %, а при ВПО 87,1–91,8 %, т.е. всхожесть семян при ВПО выше в 1,28 раза по сравнению со всхожестью семян при КО.

В табл. 4 показаны наступление и продолжительность фаз вегетации сои при КО и ВПО.

Из табл. 4 видно, что вегетационный период сои при ВПО варьировал от 105 до 108 дней, быстрее, чем при КО, который составлял 117–121 день. Разница длины вегетационного периода сои между КО и ВПО составляет 12–13 дней.

При фазах вегетации измеряли биометрический рост сои при КО и ВПО (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что при ВПО высота растений в фазы ветвления, цветения и созревания была больше на 3,6, 4,1 и 5,9 см соответственно по сравнению с КО. Разница высоты растений для одинаковых климатических условий и питания зависит только от режима орошения сои.

Таблица 2

Метеорологические данные за 2021 г., метеостанция г. Краснодар

Период	2021 г.					Среднегодовое		
	ΣP, мм	t, °С	Σt > 10 °С, °С	U, %	ГТК	ΣP, мм	t, °С	U, %
Июль	0	26,2	811,7	58	0	66	24,9	68
Август	32	25,8	794,0	72	0,40	41	24,7	62
Сентябрь	55	20,4	655,4	67	0,84	51	19,2	68
Октябрь	33	14,4	383,0	75	0,86	61	12,9	75
Ноябрь	35	8,4	289,0	80	1,20	66	6,9	81

Таблица 3

Всхожесть семян сои при КО и ВПО

Система орошения	Номер лизиметра	Количество высева семян	Количество всхожих семян	Всхожесть семян, %
КО	1	85	61	71,8
	2	85	65	67,5
ВПО	1	85	74	87,1
	2	85	78	91,8

Таблица 4

Продолжительность фаз вегетации растений сои

Система орошения	Номер лизиметра	Фаза вегетации, дни				вегетационный период
		всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – плодобразование	плодобразование – созревание	
КО	1	37	33	27	20	117
	2	38	35	27	21	121
ВПО	1	35	30	24	16	105
	2	35	31	25	17	108



Биометрический рост сои

Режим орошения	Номер лизиметра	Высота растений, см		
		ветвление	цветение	созревание
КО	1	33,3	59,4	94,5
	2	34,2	60,8	94,8
ВПО	1	37,7	64,8	100,6
	2	36,9	63,5	100,4

Урожайность сои определяли на 1 м² при КО и ВПО (табл. 6).

Таблица 6

Структура урожая сои

Режим орошения	Номер лизиметра	Количество бобов, шт.	Масса бобов, г	Масса зерна, г/м ²	Урожайность, т/га
КО	1	692	470,5	271,0	2,71
	2	713	484,3	283,0	2,83
ВПО	1	886	603,4	346,0	3,46
	2	859	581,2	338,0	3,38

Табл. 6 показывает, что количество и масса бобов больше при ВПО на 24,2 и 24,1 % соответственно в сравнении с КО. Также влагообеспеченность в экстремальных условиях, обеспечиваемая при ВПО для растений сои, в значительной степени обуславливает повышение продуктивности растений в сравнении с КО на 23,5 % [4].

В табл. 7 приведены показатели суммарного водопотребления сои.

Таблица 7

Суммарное водопотребление сои

Система орошения	Номер лизиметра	Поступление влаги, м ³ /га		Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
		оросительная норма	осадки			
КО	1	3325	1550	4875	2,71	1799
	2				2,83	1723
ВПО	3	3325	1550	4875	3,46	1409
	4				3,38	1442

Из табл. 7 видно, что при КО и ВПО суммарное водопотребление за вегетационный период сои составило 4875 м³/га, а израсходовалось воды на формирование 1 т бобов в среднем 1761 и 1426 м³/т соответственно при КО и ВПО.

Коэффициент водопотребления при ВПО уменьшается на 19,0 % по сравнению с КО для одинакового объема воды, подаваемого в почву. Разница результатов между КО и ВПО вызвана повышением температуры воздуха и испаряемостью с поверхности почвы. Таким образом, поливная вода при КО не успевает достичь полностью корневой системы растений [1].

Заключение. При экстремальных условиях климата, когда имеется дефицит осадков, высокие температуры воздуха, достигающие 42 °С и при поддержании уровня влажности при КО и ВПО 80–90 % НВ в слое почвы 0,5 м средняя урожайность сои сорта Арлета составила 2,77 и 3,42 т/га соответственно при одинаковой оросительной норме 3325 м³/га. Урожайность сои при ВПО увеличивается на 23,5 % по сравнению с КО.

Коэффициент водопотребления при ВПО 1760 м³/т, КО – 1330 м³/т соответственно, таким образом, при ВПО коэффициент водопотребления уменьшается на 19,0 % в сравнении с КО для одинаковой оросительной нормы.

Установлено, что всхожесть семян, возделываемых в экстремальных условиях, при ВПО выше в 1,28 раза по сравнению с КО, высота растений сои в фазы ветвления, цветения и созревания при ВПО больше на 3,6, 4,1 и 5,9 см соответственно, при этом продолжительность вегетационного периода сои для КО больше на 12–13 дней в сравнении с вегетационным периодом для ВПО.

Основными причинами значительной разницы результатов по урожайности сои между КО и ВПО является высокая температура воздуха и испаряемость с поверхности почвы, т. е. поливная вода при КО не успевает достичь полностью корневой системы растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов А.Д. Оптимизация основных параметров систем внутривредного орошения в условиях Нижнего Поволжья. Волгоград, 2005. С. 157–180.
2. Балакай Г. Т., Васильев С. М., Бабичев А. Н. Концепция дождевальной машины нового поколения для технологии прецизионного орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. № 2(26). С. 1–18.
3. Балакай Г. Т., Селицкий С. А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях ростовской // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3(35). С. 80–97.
4. Бородычев В. В., Лытов М. Н., Моисеев М. Ю. Эффективность орошения сои в условиях Нижнего Поволжья // Мелиорация и водное хозяйство. 2004. № 6. С. 36–38.



5. Соя при дождевании и капельном орошении / В. В. Бородычев [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. 2008. № 2. – С. 48–49.
6. Воронцов И.К. Климат Краснодарского края. М., 1999. 178 с.
7. Голованов А.И., Кузнецов Е.В. Основы капельного орошения (теория и примеры расчётов). Краснодар, 1996. 96 с.
8. Дробин Г. В. Соя: значение и место в АПК России // Техника и оборудование для села. 2012. № 5. С. 24–26.
9. Зойдзе Е.К., Хомякова Т.В. Основы оперативной системы оценки развития засух и опыт ее экспериментальной эксплуатации // ВНИИСХМ. 2002. Вып. 34. С. 48–66.
10. Программирование технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Северного Кавказа / Н. А. Кан [и др.]. Ростов н/Д., 1985. 120 с.
11. Кэмп Ч.Р., Ламм Ф.Р., Эванс Р.Г., Фене С.Дж. Внутрипочвенное орошение: прошлое, настоящее и будущее. Аризона, 2000. С. 363–372.
12. Лобойко В.Ф., Овчинников А.С., Бочарников В.С., Мещеряков М.П., Бочарникова О.В. Влияние мульчирования как агротехнического приема на динамику контуров увлажнения при внутрипочвенном и капельном орошении // Известия. 2017. № 1 (45).
13. Тисдейл Дж. Р., Абдул-Баки А. А. Температура почвы и рост томатов, связанный с черным полиэтиленом и волосатым мульчи из вики // Журнал Американского общества Садоводство. 1995. 120 (5). С. 848–853.
14. Тильба В. А., Тишков Н. М. Биология сои: возможности оптимизации отдельных продукционных процессов // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. 2016. Вып. 3(167). С. 78–87.
15. Хрусталеv Ю.П., Василенко В.Н., Свисюк И.В., Панов В.Д., Ларионов Ю.А. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области. Ростов н/Д., 2002. 184 с.
16. Шуравилин А.В., Ахмед Т.М., Сурикова Т.И. Формирование контуров увлажнения при капельном орошении картофеля в супесчаных почвах с водоаккумулирующим слоем из природных материалов // Природообустройство. 2013. № 2. С. 23–27.

REFERENCES

1. Akhmedov A.D. Optimization of the main parameters of subsoil irrigation systems in the conditions of the Lower Volga region. Volgograd, 2005: 157–180. (In Russ).
2. Balakay G.T., Vasiliev S.M., Babichev A.N. The concept of a new generation sprinkling machine for precision irrigation technology. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*. 2017; 2(26): 1–18. (In Russ).
3. Balakai G.T., Selitsky S.A. Productivity of soybean varieties under sprinkling and drip irrigation systems in Rostov region. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*. 2019; 3(35): 80–97. (In Russ).
4. Borodychev V.V., Lytov M.N., Moiseev M.Yu. Efficiency of soybean irrigation in the Lower Volga region. *Melioration and water management*. 2004; 6: 36–38. (In Russ).
5. Soybean under sprinkling and drip irrigation / V.V. Borodychev et al. *Reclamation and water management*. 2008; 2: 48–49. (In Russ).
6. Vorontsov I.K. The climate of the Krasnodar Territory. Moscow, 1999. 178 p. (In Russ).
7. Golovanov A.I., Kuznetsov E.V. Fundamentals of drip irrigation (theory and examples of calculations). Krasnodar, 1996. 96 p. (In Russ).
8. Drobina G.V. Soybean: importance and place in the agro-industrial complex of Russia. *Technics and equipment for the village*. 2012; 5: 24–26. (In Russ).
9. Zoidze E.K., Khomyakova T.V. Fundamentals of the operational system for assessing the development of droughts and the experience of its experimental operation. *VNIISKHM*. 2002; 34: 48–66. (In Russ).
10. Programming the technology of cultivation of agricultural crops on irrigated lands of the North Caucasus / N. A. Kan et al. Rostov on Don, 1985. 120 p. (In Russ).
11. Camp Ch.R., Lamm F.R., Evans R.G., Fene S.J. Subsoil irrigation: past, present and future. Arizona, 2000: 363–372. (In Russ).
12. Loboiko V.F., Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., Meshcheryakov M.P., Bocharnikova O.V. Influence of mulching as an agricultural technique on the dynamics of moisture contours in subsoil and drip irrigation. *Izvestiya*. 2017; 1 (45). (In Russ).
13. Tisdale J.R., Abdul-Baki A.A. Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulch. *Journal of the American Horticultural Society*. 1995; 20(5): 848–853. (In Russ).
14. Tilba V.A., Tishkov N.M. Soybean biology: opportunities for optimizing individual production processes. *Oil cultures: scientific and technical. bul. VNIIMK*. 2016; 3(167): 78–87. (In Russ).
15. Khrustalev Yu.P., Vasilenko V.N., Svisyuk I.V., Panov V.D., Larionov Yu.A. Climate and agro-climatic resources of the Rostov region. Rostov on Don, 2002. 184 p. (In Russ).
16. Shuravilin A.V., Akhmed T.M., Surikova T.I. Formation of moisture contours during drip irrigation of potatoes in sandy loamy soils with a water-accumulating layer of natural materials. *Environmental management*. 2013; 2: 23–27. (In Russ).

Статья поступила в редакцию 07.05.2022; одобрена после рецензирования 23.05.2022; принята к публикации 05.06.2022.
The article was submitted 07.05.2022; approved after reviewing 23.05.2022; accepted for publication 05.06.2022.

