

УДК 633.34:631.67

С. А. Маликов, А. П. Васильченко

Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Рассвет,
Российская Федерация

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ

Целью исследований было определение вариантов эффективного использования оросительной воды при возделывании сои на тяжелосуглинистых обыкновенных черноземах. Опыт проводился в Ростовской области в 2011–2013 гг. Схема опыта включала три варианта регулирования водного режима почвы: интенсивный (поливы при снижении влажности почвы до 75–80 % НВ в слое почвы 0,6 м), водосберегающий (полив в период «начало цветения – плодообразование») и без орошения. При проведении исследований использовались общепринятые методики. Установлено, что при интенсивном орошении урожайность культуры составила 2,33 т/га и была в 1,7 раза выше по сравнению с условиями богары, в водосберегающем варианте (1,86 т/га) – в 1,3 раза выше. Урожайность сои в водосберегающем варианте снизилась на 20,2 % по сравнению с интенсивным орошением. При этом экономия оросительной воды составила 1570 м³/га. В водосберегающем варианте отмечено наиболее продуктивное использование влаги. Это подтверждено наименьшим коэффициентом водопотребления – 1463 м³/т. Данный показатель на 13,7 % ниже, чем при интенсивном орошении. Наименьший расход оросительной воды на единицу прибавки урожайности (1152 м³/т) отмечен при водосберегающем режиме орошения. В этом же варианте получен и самый высокий выход дополнительной продукции на 100 м³ оросительной воды – 0,09 т. При возделывании сои на орошаемых землях в условиях дефицита водных ресурсов рекомендован водосберегающий вариант орошения, предусматривающий один полив в период от начала цветения до плодообразования нормой 530 м³/га.

Ключевые слова: соя, водосбережение, режим орошения, оросительная норма, урожайность, прибавка от орошения, суммарное водопотребление.

S. A. Malikov, A. P. Vasilchenko

Don Zonal Research Institute of Agriculture, Rassvet, Russian Federation

IRRIGATION WATER USE EFFICIENCY FOR SOYBEAN GROWING

The objective of the research is to determine the variants of effective water use for soybean growing at clay loam ordinary chernozems. The experiment was carried out in the Rostov region in 2011-2013. The experiment included three variants of soil water regime: intense (irrigation while soil moisture content decreases up to 75–80 % FC in soil layer of 0.6 m), water-saving (irrigation at the period “initial flowering – fructification”), and without irrigation. The generally accepted methods were used in the research. It was found that the crop yield upon intensive irrigation was 2.33 t/ha, what is 1.7 times higher than for rainfed conditions. The yield upon water-saving irrigation was 1.86 t/ha, or 1.3 times higher than for rainfed conditions. In water-saving variant, soybean yield decreased by 20.2 % comparing with intense irrigation, while irrigation water saving was 1570 m³/ha. The water-saving variant provided the most efficient water use. This was confirmed by the least coefficient of water consumption, 1463 m³/t. This indicator was by 13.7 % lower than upon intensive irrigation. The lowest consumption of irrigation water per unit of yield increase (1152 m³/t) was found for water-saving irrigation regime. The highest

yield of additional production per 100 m³ of irrigation water was also obtained in the same variant, 0.09 ton. For soybean growing at irrigated lands with water shortage water-saving regime is recommended, which provides one irrigation in the period from initial flowering till fructification by the norm of 530 m³/ha.

Keywords: soybean, water saving, irrigation regime, irrigation requirement, yield, total water consumption.

Соя – одна из важнейших сельскохозяйственных культур, в мировом продовольственном балансе находящаяся на третьем месте после пшеницы и риса. Она является важнейшей белково-масличной культурой. В ее семенах содержится в среднем 37–42 % белка, 19–22 % масла и до 30 % углеводов, а также большое количество витаминов.

Соя очень широко применяется в производстве кормов для всех видов животных и птицы. На корм скоту может использоваться и зеленая масса сои – как для непосредственного скармливания, так и для заготовок силоса, сена, сенажа, травяной муки, гранул. Соевая солома, содержащая в 1 ц около 3 % белка и 30 кормовых единиц, также является хорошим кормом.

Территория Ростовской области располагается в зоне недостаточного увлажнения, засушливый климат которой значительно снижает продуктивность сельскохозяйственных культур, в частности сои. Исследования, проведенные в предыдущие годы, показали, что применение орошения способствует повышению урожайности данной культуры в 2–3 раза и более по сравнению с богарными условиями произрастания [1–3]. Однако при изменении рыночной конъюнктуры цен на дождевальную технику, электроэнергию, ГСМ актуальность приобретает совершенствование эффективных и ресурсосберегающих приемов возделывания сельскохозяйственных культур, в частности сои, на основе рационального использования водных ресурсов.

Следует отметить, что период активной вегетации сои приходится на засушливые летние месяцы, когда остро ощущается дефицит почвенной влаги для растений. Ввиду этого актуальность рационального использования оросительной воды возрастает [3, 4].

В связи с вышесказанным исследования, проводившиеся в 2011–2013 гг. на опытном стационаре во ФГУП «Семикаракорское» Ростовской области, были направлены на выявление вариантов эффективного использования оросительной воды при возделывании сои.

Почвы опытного стационара представлены тяжелосуглинистыми обыкновенными черноземами. Плотность сложения пахотного горизонта составляет 1,0–1,2 г/см³, слоя 0,6 м – 1,25–1,31 г/см³, порозность – 50–55 %, наименьшая влагоемкость слоя 0–60 см – 28 % к массе сухой почвы, влажность завядания – 13,5 %. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляет 3,37 %. Содержание питательных веществ: N-NO₃ – 5,4 мг/кг; N-NH₄ – 12,6 мг/кг; P₂O₅ – 39,2 мг/кг; K₂O – 553 мг/кг – указывает на низкую обеспеченность почв легкогидролизуемым азотом, среднюю – подвижным фосфором и высокую – обменным калием.

Климат территории резко континентальный, сухой, характерный для степной зоны юга России. Сумма температур воздуха выше 10 °С составляет 3200–3400 °С. Продолжительность теплого периода составляет 230–260 дней, безморозного периода – 165–175 дней. Лето жаркое (средняя температура июля – 22–23 °С), зима умеренно холодная (средняя температура января – минус 6–7 °С). Среднегодовое количество осадков составляет 420–450 мм [5].

Соя (сорт Таврия) высевалась нормой 0,51 ц/га. Предшественник – кукуруза на зерно. Способ основной обработки почвы – отвальная обработка на глубину 18–20 см. Во всех вариантах фон удобрений был одинаков и составлял N₆₀P₆₀K₆₀ кг/га д. в. Способ сева – рядовой.

Опыт по определению эффективности использования оросительной воды при возделывании сои в севообороте включал три варианта:

- без орошения;
- водосберегающий (полив в период «начало цветения – плодообразование»);

- интенсивный (поливы при снижении влажности почвы до 75–80 % НВ в слое почвы 0,6 м (контроль)).

В полевых исследованиях применялись общепринятые методики и методы: методика полевого опыта Б. А. Доспехова; методика исследований на орошаемых землях М. М. Горянского; метод водного баланса мелиорируемых земель А. Н. Костякова [6–8].

При установлении режима орошения сельскохозяйственных культур, в частности сои, важным фактором являются метеорологические условия в период вегетации растений. В годы проведения исследований условия роста и развития сои существенно различались. В 2011 году гидротермический коэффициент был равен 0,67, в 2012 году – 0,39, в 2013 году – 0,18, это характеризовало вегетационные периоды по степени влагообеспеченности соответственно как средний, сухой и очень сухой. Дефицит атмосферных осадков устранялся за счет проведения поливов, из которых складывался режим орошения сои (таблица 1).

Таблица 1 – Режим орошения сои, средние данные за 2011–2013 гг.

Вариант режима орошения	Количество поливов, шт.	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
Без орошения	-	-	-
Водосберегающий	1	530	530
Интенсивный (контроль)	5	420	2100

Для поддержания влажности почвы на уровне 75–80 % НВ при возделывании сои в годы исследований потребовалось проведение в среднем 5 поливов оросительной нормой 2100 м³/га (интенсивный вариант орошения).

В варианте с поливом в период «начало цветения – плодообразование» (продолжительность 22–26 суток) в 2011, 2012 и 2013 годах проводилось по одному поливу средней нормой 530 м³/га (водосберегающий вариант орошения). Поливная норма рассчитывалась по фактической влажности почвы, которая опускалась в этот период до 71–73 % НВ в слое 0,6 м. При этом варианте орошения влажность почвы на посевах сои, достигнув

максимального значения после полива, опускалась в конце вегетации ниже 60–61 % НВ.

В варианте без орошения влажность почвы в течение вегетации изменялась от 93–94 % НВ после выпадения обильных осадков до 54–57 % НВ в конце вегетации. Следует отметить, что в период активной вегетации культуры влажность почвы периодически опускалась ниже отметки 60 % НВ, что угнетающе действовало на развитие растений.

Разный водный режим обусловил различные условия роста и развития культуры, что отразилось на ее урожайности, средние показатели которой в зависимости от варианта режима орошения представлены в таблице 2. Урожайность сои колебалась в зависимости от режима орошения и степени влагообеспеченности года.

Таблица 2 – Урожайность сои в зависимости от водного режима, 2011–2013 гг.

Год	Вариант режима орошения			НСР
	без орошения	водосберегающий	интенсивный	
2011	1,89	2,18	2,58	0,084
2012	1,03	1,65	2,13	0,114
2013	1,27	1,74	2,27	0,114
Средняя за 2011–2013 гг.	1,40	1,86	2,33	

В период 2011–2013 гг. в варианте без орошения урожайность была в пределах 1,03–1,89 т/га (в среднем 1,4 т/га), при водосберегающем режиме – 1,65–2,18 т/га (в среднем 1,86 т/га) и при интенсивном – 2,13–2,58 т/га (в среднем 2,33 т/га). Следует отметить, что вариант интенсивного орошения обеспечивал повышение урожайности сои в 1,7 раза, а водосберегающий вариант – в 1,3 раза в сравнении с богарными условиями произрастания.

Суммарное водопотребление сои складывалось из оросительной нормы, осадков и расхода воды из почвы (уровень грунтовых вод составлял более 5 м и в водном балансе не учитывался) и оказало определенное влияние на показатели водопотребления и продуктивности сои в вариантах опыта (таблица 3).

Таблица 3 – Водный баланс сои в зависимости от режима орошения, средние данные за 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Расход воды из почвы, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Без орошения	1132	1279	-	2411	1,40	1722
Водосберегающий	912	1279	530	2721	1,86	1463
Интенсивный (К)	573	1279	2100	3952	2,33	1696

Показатели расхода воды из почвы снижались по мере увеличения интенсивности орошения в вариантах опыта. Так, в варианте без орошения он составил 1132 м³/га, в водосберегающем – 912 м³/га, а при интенсивном орошении снизился до 573 м³/га.

Доля оросительной воды в суммарном водопотреблении сои в варианте интенсивного орошения была наибольшей и достигала в среднем 53,1 %. При этом доля атмосферных осадков в общем водном балансе культуры составляла 32,4 %.

В суммарном водопотреблении в водосберегающем варианте самой высокой оказалась доля атмосферных осадков, которая равнялась 47,0 %. Еще выше этот показатель был в варианте без орошения – от 53,1 %.

Водосберегающий вариант характеризовался как наиболее продуктивный по использованию влаги, что подтверждалось наиболее низким коэффициентом водопотребления. Здесь он составил 1463 м³/т, в то время как при интенсивном орошении – 1696 м³/т.

Эффективность использования оросительной воды характеризуется такими показателями, как оросительная норма, урожайность, экономия оросительной воды, прибавка урожайности от орошения, расход оросительной воды на 1 т дополнительного урожая и выход дополнительной продукции на 100 м³ оросительной воды (таблица 4).

Из приведенных данных следует, что максимальная урожайность наблюдалась при интенсивном режиме орошения – 2,33 т/га. В водосберегающем варианте произошло снижение урожайности сои на 0,46 т/га

(20,2 %) при экономии оросительной воды 1570 м³/га по сравнению с вариантом, где поливы проводились при 75–80 % НВ. Самая низкая урожайность получена в богарных условиях произрастания – 1,4 т/га, что на 39,9 % меньше, чем при интенсивном орошении.

Таблица 4 – Оценка эффективности использования оросительной воды при возделывании сои, средние данные за 2011–2013 гг.

Показатель	Единица измерения	Вариант опыта		
		без орошения	водосберегающий	интенсивный (К)
Оросительная норма	м ³ /га	-	530	2100
Урожайность	т/га	1,40	1,86	2,33
	%	60,1	79,8	100
Экономия оросительной воды	м ³ /га	-	1570	-
Прибавка урожая от орошения	т/га	-	0,46	0,93
Расход оросительной воды на 1 т дополнительного урожая	м ³	-	1152	2258
Выход дополнительной продукции на 100 м ³ воды	т	-	0,09	0,05

При оценке эффективности орошения сои установлено, что прибавка урожайности в водосберегающем варианте в сравнении с вариантом без поливов составила 0,46 т/га (32,9 %), а в условиях интенсивного орошения – 0,93 т/га (66,4 %). Наименьший расход оросительной воды на единицу дополнительного урожая и максимальный выход дополнительной продукции на 100 м³ оросительной воды отмечены в водосберегающем варианте, где эти показатели равнялись соответственно 1152 м³/т и 0,09 т. Аналогичные показатели при интенсивном орошении составили соответственно 2258 м³/т и 0,05 т.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы.

Использование орошения при возделывании сои позволяет получить более высокую урожайность по сравнению с богарными условиями: в ва-

рианте с интенсивным орошением – в 1,7 раза, в водосберегающем варианте – в 1,3 раза.

Поддержание влажности почвы в слое 0–60 см не ниже 75–80 % НВ (интенсивный вариант) способствовало получению наибольшей урожайности зерна сои – 2,33 т/га. По сравнению с вариантом интенсивного орошения полив в фазу «начало цветения – плодообразование» (водосберегающий вариант) снижал урожайность культуры на 20,2 %, но при этом имела место значительная экономия оросительной воды – 1570 м³/га, или 74,8 %. В этом же варианте был получен наиболее низкий коэффициент водопотребления – 1463 м³/т, что на 13,7 % меньше, чем при интенсивном орошении, и отражает наиболее продуктивное использование влаги.

Наименьший расход оросительной воды на единицу прибавки урожайности (1152 м³/т) и самый высокий выход дополнительной продукции на 100 м³ оросительной воды (0,09 т) отмечены при водосберегающем режиме орошения.

При возделывании сои на орошаемых землях в условиях дефицита водных ресурсов можно рекомендовать водосберегающий вариант орошения, включающий полив в фазу от начала цветения до плодообразования нормой 530 м³/га.

Список использованных источников

1 Балакай, Г. Т. Соя на орошаемых землях / Г. Т. Балакай. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 1999. – 198 с.

2 Селицкий, С. А. Ресурсосберегающая технология возделывания сои при орошении в условиях Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Селицкий Сергей Артурович. – Новочеркасск, 2002. – 23 с.

3 Балакай, Г. Т. Научные основы возделывания сои на орошаемых землях Северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / Балакай Георгий Трифонович. – Новочеркасск, 2000. – 51 с.

4 Ильинская, И. Н. Расчет экологически безопасных норм водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур / И. Н. Ильинская, В. М. Игнатъев // Вестник РАСХН. – 2003. – № 5. – С. 26–28.

5 Агроклиматические ресурсы Ростовской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 250 с.

6 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М.: Сельхозгиз, 1985. – 424 с.

7 Горянский, М. М. Методика полевого опыта на орошаемых землях / М. М. Горянский. – Киев: «Урожай», 1970. – 43 с.

8 Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 750 с.

Маликов Сергей Алексеевич – научный сотрудник, Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Рассвет, Российская Федерация.

Контактный телефон: +7 928 771-09-23.

E-mail: dzni@mail.ru

Malikov Sergey Alekseyevich – Researcher, Don Zonal Research Institute of Agriculture, Rassvet, Russian Federation.

Contact telephone number: +7 928 771-09-23.

E-mail: dzni@mail.ru

Васильченко Аркадий Павлович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Рассвет, Российская Федерация.

Контактный телефон: +7 908 190-66-19.

E-mail: Vap79@mail.ru

Vasilchenko Arkadiy Pavlovich – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Don Zonal Research Institute of Agriculture, Rassvet, Russian Federation.

Contact telephone number: +7 908 190-66-19.

E-mail: Vap79@mail.ru