

УДК 631.67

В. А. Кулыгин, И. Н. Ильинская

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Исследования по использованию оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур (сорта ярового ячменя Прерия, сорта картофеля Жуковский ранний, сорта тыквы Витаминная, сорта люцерны Ростовская 60, сорта сои Таврия, гибрида подсолнечника Мечта) проводились в Семикаракорском районе Ростовской области в 2011–2013 гг. Изучались три варианта режима орошения: интенсивный (поливы при 75–80 % НВ в слое 0,6 м), водосберегающий (поливы в критический период нормой, рассчитанной по фактической влажности почвы в слое 0,6 м) и богарный (без орошения). Применявшаяся агротехника соответствовала зональным рекомендациям. При проведении полевых опытов использовались общепринятые методики. Установлено, что интенсивное орошение по сравнению с богарными условиями обеспечивало увеличение урожайности картофеля в 2,3 раза, тыквы – в 2,2 раза, подсолнечника – в 2,0 раза, ячменя, люцерны и сои – в 1,6–1,7 раза. При водосберегающем режиме орошения показатели урожайности сельскохозяйственных культур снижались на 15,6–37,4 % по сравнению с интенсивным, при этом экономия оросительной воды составляла 380–1570 м³/га. При возделывании тыквы и ярового ячменя в условиях интенсивного орошения были получены самые низкие коэффициенты водопотребления, а также наименьший расход воды на 1 тонну дополнительной продукции и самый большой выход продукции на 100 м³ оросительной воды. Водосберегающий вариант обеспечивал более рациональное использование почвенной влаги и эффективное использование оросительной воды при возделывании картофеля, сои, подсолнечника и люцерны. Наименьшие коэффициенты водопотребления отмечены на участках с картофелем (110 м³/т) и люцерной (399 м³/т). Наиболее высокие показатели выхода дополнительной продукции на 100 м³ оросительной воды получены при возделывании картофеля (1,82 т). Водосберегающий вариант орошения позволяет при незначительном снижении показателей урожайности экономить до 1140–1570 м³/га оросительной воды.

Ключевые слова: оросительная вода, сельскохозяйственные культуры, орошение, урожайность, коэффициент водопотребления, дополнительная продукция.

V. A. Kulygin, I. N. Ilyinskaya

Don Zonal Research Institute of Agriculture, Rassvet, Russian Federation

EFFICIENCY OF IRRIGATION WATER USE IN GROWING OF AGRICULTURAL CROPS

The research on irrigation water use at growing of agricultural crops (spring barley cv. Preria, potato cv. Zhukovskiy ranniy, pumpkin cv. Vitaminnaya, alfalfa cv. Rostovskaya 60, soybean cv. Tavria, sunflower cv. Mechta) was conducted in Semikarakorskiy district of the Rostov region in 2011–2013. There were three variants of irrigation regime: intensive (irrigation at 75–80 % FC in soil layer 0.6 m), water-saving (irrigation in critical period by the norm calculated on the actual soil moisture in a layer of 0.6 m), and rainfed (without irrigation). Agrotechnology met zonal requirements. Field experiments were carried out using conventional methods. It was established that intensive irrigation comparing with rainfed conditions

provided yield increase for potato in 2.3 times, pumpkin – in 2.2 times, sunflower – in 2.0 times, barley, alfalfa, and soybean – in 1.6–1.7 times. At water-saving irrigation regime, the yield of crops decreased by 15.6–37.4 % comparing with intensive one while irrigation water savings were 380–1570 m³/ha. Growing of pumpkin and spring barley under intensive irrigation provided the lowest coefficients of water consumption, the least expenditure of water for 1 ton of additional production, and the greatest yield per 100 m³ of irrigation water. Water-saving variant provided more rational use of soil moisture and efficient use of irrigation water for potato, soybean, sunflower, and alfalfa. The least coefficients of water consumption were marked for potato (110 m³/t) and alfalfa (399 m³/t). The greatest additional yield per 100 m³ of irrigation water was obtained for potato (1.82 t). Water-saving variant enables to preserve irrigation water up to 1140–1570 m³/ha.

Keywords: irrigation water, agricultural crop, irrigation, yield, coefficient of water consumption, additional production.

Введение. В зоне недостаточного увлажнения, к которой относится территория центральной орошаемой зоны Ростовской области, орошение является одним из главных способов повышения урожайности. Возделывание в засушливых условиях зоны ряда востребованных рынком культур (овощей, картофеля и др.) экономически целесообразно лишь при наличии орошения. Оно в сочетании с комплексом современных агротехнических мероприятий способствует получению высоких устойчивых урожаев возделываемых культур [1]. Однако тормозом развития земледельческой отрасли остается сложное экономическое положение сельхозтоваропроизводителей, обусловленное резким удорожанием дождевальнoй и сельскохозяйственной техники, а также повышением стоимости водоподачи, удобрений, ядохимикатов, горюче-смазочных материалов, электроэнергии при стабильно низких закупочных ценах на сельхозпродукцию. В этих условиях при решении проблемы повышения эффективности использования мелиорированных земель необходимы новые, отвечающие современным реалиям подходы к возделыванию сельскохозяйственных культур на базе ресурсосберегающих технологий.

Основой названных технологий является применение комплекса эффективных приемов возделывания, направленных на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур при рациональном использовании природных и материальных ресурсов, сохранении и улучшении почвенного плодородия [2].

Ключевым элементом технологии является разработка водосберегающего режима орошения, позволяющего существенно экономить оросительную воду при минимальном снижении показателей урожайности. В условиях дефицита водных ресурсов сэкономленная вода может быть оперативно использована для поливов других сельскохозяйственных культур.

В связи с этим целью наших исследований было определение эффективности использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур в аспекте ресурсосбережения.

Материалы и методы. В рамках решения данной проблемы во ФГУП «Семикаракорское» Семикаракорского района Ростовской области в 2011–2013 гг. проводились специальные исследования по определению эффективности использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур. Изучалось влияние разных условий увлажнения на продуктивность следующих групп культур: зерновых (ярового ячменя), овощных (тыквы), картофеля, кормовых (люцерны прошлых лет), зернобобовых (сои), технических (подсолнечника). Указанные культуры выращивались в двух семипольных севооборотах. При проведении полевых исследований применялись общепринятые методики [3, 4].

Опыт по определению эффективности использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур включал три варианта: без орошения; полив в критический период по отношению к дефициту влаги сельскохозяйственных культур поливной нормой, рассчитанной по фактической влажности почвы в слое 0,6 м (водосберегающий); поливы при 75–80 % НВ в слое 0,6 м (интенсивный).

Во всех вариантах фон удобрений для каждой культуры был однородным. Под яровой ячмень (подпокровный) вносилась доза $P_{40}K_{40}$, под картофель – $N_{120}P_{90}K_{60}$, под тыкву – $P_{90}K_{90}$, под люцерну 2-го года – $P_{30}K_{30}$, под сою – $N_{60}P_{60}K_{60}$, под подсолнечник – $N_{40}P_{60}$ кг/га д. в. Агротехника соответствовала зональным системам земледелия [5]. В опытах ис-

пользовались следующие сорта изучаемых культур: ярового ячменя – Прерия, картофеля – Жуковский ранний, тыквы – Витаминная, люцерны – Ростовская 60, сои – Таврия, а также гибрид подсолнечника Мечта.

Почвы опытных участков были представлены тяжелосуглинистыми обыкновенными черноземами. Плотность сложения пахотного горизонта – 1,00–1,19 г/см³, слоя 0,6 м – 1,24–1,33 г/см³, порозность – 48–54 %. Наименьшая влагоемкость в слое 0–60 см составляла 27,6 %, влажность завядания – 13,5 % от массы сухой почвы. Средняя величина емкости поглощения – 33–38 мг-экв./100 г почвы. Содержание гумуса в пахотном слое почвы было равно 3,33 %. Количество питательных веществ находилось на уровне, мг/кг: N-NO₃ – 5,3; N-NH₄ – 12,7; P₂O₅ – 39,0; K₂O – 550, что указывает на высокую обеспеченность черноземов обменным калием, среднюю – подвижным фосфором и низкую – азотом. Эти черноземы не проявляют солонцовых свойств, реакция их слабощелочная, pH 7,2–7,5.

Важным фактором, влияющим на установление режима орошения сельскохозяйственных культур, являются метеорологические условия в период их вегетации, которые в годы исследований существенно отличались. В частности, количество атмосферных осадков за вегетационный период с апреля по сентябрь составило в 2011 г. 253,5 мм, в 2012 г. – 162,3 мм, в 2013 г. – 120,5 мм. Это отразилось на степени тепловлагообеспеченности, определенной по показателю гидротермического коэффициента (ГТК), а также на условиях роста и развития изучаемых культур.

По степени тепловлагообеспеченности вегетационные периоды лет исследований картофеля характеризовались как средневлажный (ГТК = 0,61), среднесухой (0,41) и очень сухой (0,15). Аналогичные показатели характеризовали периоды вегетации ярового ячменя как средневлажный (0,82), засушливый (0,65) и очень сухой (0,20); подсолнечника – как среднесухой (0,56), сухой (0,39) и очень сухой (0,17); сои – как средний (0,67), сухой (0,39) и очень сухой (0,18). Вегетационные периоды тыквы и

люцерны прошлых лет характеризовались как сухой и очень сухой с ГТК соответственно 0,33 и 0,37; 0,17 и 0,19.

Как показывает анализ данных ранее проведенных исследований, наиболее распространенными являются две схемы орошения. Первая предусматривает поддержание высокого предполивного порога влажности почвы (80 % НВ) в течение всего периода вегетации растений, обеспечивая за счет этого наибольшую урожайность культур. Вторая допускает снижение предполивного порога в начальный и конечный периоды вегетации (до 70 % НВ), когда потребность растений во влаге не так высока. Но при этом обязательно интенсивное орошение (при 80 % НВ) в период наибольшего водопотребления растений [6–9].

В последнем случае, как показывают опытные данные, при незначительном снижении урожайности (на 5–7 %) по сравнению с интенсивным орошением происходит экономия 250–500 м³/га поливной воды. Однако поддержание указанных режимов орошения требует соблюдения достаточно высоких оросительных норм сельскохозяйственных культур, при этом коэффициенты водопотребления практически не отличаются [8, 9].

В этих условиях возникает необходимость в разработке более жесткого режима орошения сельскохозяйственных культур, позволяющего существенно экономить оросительную воду при незначительном снижении урожайности. В этой связи авторами изучался режим орошения, предусматривающий поливы в период наибольшего водопотребления культур, определялось влияние данных условий увлажнения на показатели урожайности и эффективность использования влаги культурой.

У каждого растения в течение вегетации есть критические периоды, когда оно особенно чувствительно к недостатку влаги. Дефицит воды в почве в этот период снижает урожайность культуры в наибольшей степени [10, 11]. Этот период для каждой сельскохозяйственной культуры индивидуален по срокам наступления и продолжительности действия (таблица 1).

Таблица 1 – Критические периоды водопотребления сельскохозяйственных культур [10]

Культура	Критический период водопотребления	Примерный срок	Длительность, сут
Яровой ячмень	Колошение – начало молочной спелости	20.05 – 20.06	30
Картофель	Бутонизация – начало цветения	10.06 – 25.06	15
Подсолнечник	Образование корзинки – цветение	15.06 – 10.07	25
Соя	Начало цветения – плодообразование	01.06 – 01.07	30
Люцерна 2-го года	После укосов и цветение	30.05 – 06.06 и 20.07 – 26.07	14
Тыква	Всходы – цветение	30.05 – 23.06	24

Критическими периодами водопотребления являются следующие: для ярового ячменя – колошение – начало молочной спелости; картофеля – бутонизация – начало цветения; подсолнечника – образование корзинки – цветение; сои – начало цветения – плодообразование; люцерны прошлых лет – цветение и отрастание; тыквы – период от всходов до цветения. Сроки наступления и продолжительность указанного периода у каждой культуры совпадают со временем формирования репродуктивных органов и осуществления процесса оплодотворения растений [10]. Именно в такие межфазные периоды культур и проводились поливы в водосберегающем варианте опыта.

Результаты и обсуждение. Для поддержания влажности почвы на уровне 75–80 % НВ при возделывании изучаемых культур потребовалось различное количество вегетационных поливов. Это обусловлено биологическими особенностями сельскохозяйственных культур, различием в продолжительности вегетационных периодов и несоответствием уровня влагообеспеченности межфазных периодов фактической потребности во влаге, неравномерностью выпадения атмосферных осадков (таблица 2).

Как следует из приведенных данных, при реализации варианта интенсивного орошения необходимость проведения поливов при возделывании ярового ячменя возникла в среднем 2 раза при оросительной норме 840 м³/га, подсолнечника – 3,3 раза (1400 м³/га), картофеля и тыквы –

4 раза ($1680 \text{ м}^3/\text{га}$), сои и люцерны 2-го года жизни – 5 раз ($2100 \text{ м}^3/\text{га}$). Наименьшее количество поливов отмечено при возделывании ярового ячменя (2 полива) – культуры с относительно непродолжительным вегетационным периодом, значительная часть которого приходилась на апрель – май. Наибольшая потребность в орошении имела место при возделывании сои и люцерны 2-го года жизни (по 5 поливов), периоды активной вегетации которых совпадали с засушливыми летними месяцами.

Таблица 2 – Элементы режима орошения сельскохозяйственных культур (средние за 2011–2013 гг.)

Культура	Вариант режима орошения			
	интенсивный		водосберегающий	
	Поливы, шт.	Оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	Поливы, шт.	Оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$
Картофель	4	1680	1	540
Ячмень яровой	2	840	1	460
Подсолнечник	3,3	1400	1	540
Соя	5	2100	1	530
Люцерна 2-го года	5	2100	2	840
Тыква	4	1680	1	540

В водосберегающем варианте орошения возникла необходимость в проведении двух поливов при выращивании люцерны, а при возделывании картофеля, тыквы, подсолнечника и сои имел место один полив. Наибольшая средняя оросительная норма оказалась у люцерны ($840 \text{ м}^3/\text{га}$), а самая низкая – у ярового ячменя ($460 \text{ м}^3/\text{га}$). При орошении картофеля, сои, тыквы и подсолнечника этот показатель варьировал в пределах $530\text{--}540 \text{ м}^3/\text{га}$.

Динамика влажности почвы в водосберегающем варианте в течение вегетационного периода различных сельскохозяйственных культур имела общие закономерности. После посева (посадки) и в первой половине вегетации культур наблюдались относительно высокие показатели влажности в расчетном слое ($75\text{--}100 \text{ \% НВ}$), которые поддерживались за счет накопленных в осенне-зимний период влагозапасов, последствий поливов и выпавших атмосферных осадков. Во второй половине вегетации под воз-

действием высоких среднесуточных температур воздуха, дефицита атмосферных осадков и отсутствия орошения влажность почвы снижалась. При этом в посевах ярового ячменя она не опускалась ниже 69–71 % НВ в течение вегетации. В аналогичном варианте при возделывании подсолнечника самый низкий уровень влажности почвы составил 61–63 % НВ, а сои – 60–61 % НВ, что имело место в заключительный период их вегетации. В посевах люцерны минимальные показатели влажности наблюдались перед 2-м и 3-м укосами (60–63 % НВ). При выращивании картофеля влажность почвы в водосберегающем варианте большую часть вегетационного периода находилась в пределах 72–100 % НВ, снизившись до уровня 61–66 % НВ во второй декаде июля. В посевах тыквы самый низкий показатель влажности наблюдался перед уборкой (58 % НВ).

В богарных условиях произрастания сельскохозяйственных культур относительно высокая влажность почвы наблюдалась только в начальный период их роста и развития. В период активной вегетации культур, ввиду дефицита атмосферных осадков, влажность неуклонно снижалась. При выращивании ярового ячменя данный показатель изменялся от 95 % НВ (после выпадения обильных осадков в мае) до 64–67 % НВ (перед уборкой). В посевах подсолнечника аналогичное снижение происходило в диапазоне от 92 % НВ (перед посевом) до 52–54 % НВ (в конце вегетации), а при выращивании сои – от 93–94 % НВ (после обильных осадков в мае) до 54–57 % НВ (перед уборкой). При возделывании картофеля в варианте без орошения влажность почвы была относительно благоприятной для растений только в 2011 г., изменяясь от 94 до 64 % НВ. В другие годы исследований отмечался острый дефицит почвенной влаги, количество которой в 2013 г. перед уборкой картофеля снизилось до 52 % НВ. При выращивании в богарных условиях тыквы и люцерны в конце вегетации влажность почвы опустилась до 50 % НВ. Все это угнетающе действовало на условия роста и развития растений, отразившись на продуктивности культур.

Разный водный режим почвы в вариантах опыта оказал влияние на показатели как водопотребления, так и урожайности сельскохозяйственных культур. Суммарное водопотребление слагалось из атмосферных осадков, почвенной влаги и оросительной нормы. Грунтовые воды на опытных полях находились на глубине более 5 м, ввиду чего их участие в водном балансе культуры не учитывалось (таблица 3).

Таблица 3 – Водопотребление сельскохозяйственных культур в зависимости от режима орошения, 2011–2013 гг.

Вариант	Составляющая суммарного водопотребления, м³/га			Суммарное водопотребление, м³/га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м³/т
	ΔW	X	M			
Картофель						
Без орошения	931	961	-	1892	10,77	176
Водосберегающий	756	961	540	2257	20,60	110
Интенсивный	617	961	1680	3258	24,79	131
Яровой ячмень						
Без орошения	567	1095	-	1662	2,85	583
Водосберегающий	426	1095	460	1981	3,59	552
Интенсивный	272	1095	840	2207	4,74	466
Подсолнечник						
Без орошения	847	1102	-	1949	1,53	1274
Водосберегающий	660	1102	540	2302	2,20	1046
Интенсивный	472	1102	1400	3974	3,04	1307
Соя						
Без орошения	1132	1279	-	2411	1,40	1722
Водосберегающий	912	1279	530	2721	1,86	1463
Интенсивный	573	1279	2100	3952	2,33	1696
Тыква						
Без орошения	903	887	-	1790	16,04	112
Водосберегающий	722	887	540	2149	21,97	98
Интенсивный	405	887	1680	2972	35,11	85
Люцерна 2-го года жизни						
Без орошения	1106	1044	-	2150	4,76	452
Водосберегающий	771	1044	840	2655	6,65	399
Интенсивный	540	1044	2100	3684	7,88	468
НСР ₀₅ , т/га: картофель – 1,61–2,48; ячмень – 0,09–0,13; подсолнечник – 0,10–0,19; соя – 0,08–0,11; тыква – 1,29–1,47; люцерна – 0,18–0,20.						
Примечание – ΔW – изменение запасов почвенной влаги; X – атмосферные осадки; M – оросительная норма.						

Коэффициент водопотребления (K_v) находился в прямо пропорциональной зависимости от величины суммарного водопотребления и обратно

пропорциональной – от урожайности. Соотношение составляющих водного баланса сельскохозяйственных культур в вариантах опыта имело значительные отличия. При этом процентное соотношение атмосферных осадков и расхода воды из почвы в водном балансе культур увеличивалось по мере снижения интенсивности орошения.

В суммарном водопотреблении культур в варианте интенсивного орошения с высоким предполивным порогом влажности почвы доля оросительной нормы изменялась пропорционально своей физической величине, достигнув у ярового ячменя 38,1 %, картофеля – 51,6 %, тыквы – 56,5 %, люцерны – 57,0 %, подсолнечника – 35,2 % и сои – 53,1 %. Соответственно, доля атмосферных осадков в общем водном балансе составила для ярового ячменя 49,6 %, картофеля – 29,5 %, тыквы – 29,9 %, люцерны – 28,3 %, подсолнечника – 27,7 %, сои – 32,4 %.

В водосберегающем варианте орошения наибольшей в суммарном водопотреблении культур оказалась доля атмосферных осадков, которая равнялась у ярового ячменя 55,3 %, картофеля – 42,6 %, тыквы – 41,3 %, люцерны – 39,3 %, подсолнечника – 47,9 %, сои – 47,0 %.

В богарных условиях выращивания наблюдалась самая высокая доля атмосферных осадков в водном балансе культур, которая изменялась от 48,6 % у люцерны до 65,9 % у ячменя.

Орошение обеспечивало значительное повышение продуктивности сельскохозяйственных культур по сравнению с богарным вариантом. Соответствующее увеличение урожайности составило для картофеля 2,3 раза, тыквы – 2,2 раза, подсолнечника – 2,0 раза, ячменя, люцерны и сои – 1,6–1,7 раза. В условиях водосберегающего режима орошения при том же сравнении произошло повышение продуктивности картофеля в 1,91 раза, тыквы – в 1,37 раза, подсолнечника – в 1,44 раза, люцерны – в 1,40 раза, сои – в 1,33 раза, ярового ячменя – в 1,27 раза.

Расход влаги на тонну полученного урожая в вариантах опыта отли-

чался в зависимости от культуры. В условиях интенсивного орошения наиболее продуктивное использование почвенной влаги наблюдалось в посевах тыквы и ярового ячменя, что подтверждено их наименьшими коэффициентами водопотребления (соответственно 85 и 466 м³/т).

Водосберегающий вариант обеспечивал наименьший расход влаги на получение единицы продукции при возделывании следующих культур: картофеля (110 м³/т), люцерны прошлых лет (399 м³/т), подсолнечника (1046 м³/т), сои (1463 м³/т).

Сравнивая показатели урожайности сельскохозяйственных культур и затраченной на ее получение оросительной воды в условиях интенсивного и водосберегающего режимов орошения, следует отметить ряд общих закономерностей. Интенсивное орошение обеспечивало получение наибольшей урожайности при возделывании всех сельскохозяйственных культур. На фоне водосберегающего варианта отмечалось определенное снижение урожайности по сравнению с интенсивным орошением, но при этом имела место существенная экономия оросительной воды (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительная оценка урожайности и экономии воды в интенсивном и водосберегающем вариантах орошения сельскохозяйственных культур, 2011–2013 гг.

Культура	Вариант орошения	Урожайность		Оросительная норма, м ³ /га	Экономия оросительной воды, м ³ /га
		т/га	%		
Картофель	Интенсивный	24,79	100	1680	-
	Водосберегающий	20,60	83,1	540	1140
Ячмень яровой	Интенсивный	4,74	100	840	-
	Водосберегающий	3,59	75,7	460	380
Подсолнечник	Интенсивный	3,04	100	1400	-
	Водосберегающий	2,20	72,4	540	860
Соя	Интенсивный	2,33	100	2100	-
	Водосберегающий	1,86	79,8	530	1570
Люцерна 2-го года	Интенсивный	7,88	100	2100	-
	Водосберегающий	6,65	84,4	840	1260
Тыква	Интенсивный	35,11	100	1680	-
	Водосберегающий	21,97	62,6	540	1140

При возделывании картофеля в водосберегающем варианте наблю-

далось снижение показателей урожайности клубней на 4,19 т/га (16,9 %), но при этом экономилось 1140 м³/га оросительной воды по сравнению с интенсивным орошением. Аналогичное снижение урожайности подсолнечника, ярового ячменя и сои составило соответственно 0,84 т/га (27,6 %), 1,15 т/га (24,3 %) и 0,47 т/га (20,2 %) при экономии оросительной воды 860, 380 и 1570 м³/га соответственно. Наиболее значительное снижение урожайности, отмеченное в водосберегающем варианте по сравнению с интенсивным орошением, наблюдалось при выращивании тыквы (13,14 т/га, или 37,4 %) при экономии оросительной воды 1140 м³/га. Наименьшим соответствующее снижение было у люцерны (1,23 т/га, или 15,6 %), при возделывании которой экономия воды составила 1260 м³/га.

Приведенные показатели нашли отражение в оценке эффективности использования оросительной воды сельскохозяйственными культурами на получение прибавки урожая с 1 га (таблица 5).

Таблица 5 – Эффективность использования оросительной воды сельскохозяйственными культурами, 2011–2013 гг.

Культура	Вариант водного режима	Оросительная норма, м ³ /га	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности от орошения, т/га	Расход оросительной воды на 1 т прибавки урожая, м ³	Окупаемость 100 м ³ воды прибавкой урожая, т
1	2	3	4	5	6	7
Картофель	Без орошения	-	10,77	-	-	-
	Водосберегающий	540	20,60	9,83	55	1,82
	Интенсивный	1680	24,79	14,02	120	0,83
Ячмень	Без орошения	-	2,85	-	-	-
	Водосберегающий	460	3,59	0,74	622	0,16
	Интенсивный	840	4,74	1,89	444	0,23
Подсолнечник	Без орошения	-	1,53	-	-	-
	Водосберегающий	540	2,20	0,67	806	0,12
	Интенсивный	1400	3,04	1,51	927	0,11
Соя	Без орошения	-	1,40	-	-	-
	Водосберегающий	530	1,86	0,46	1152	0,09
	Интенсивный	2100	2,33	0,93	2258	0,04

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
Люцерна 2-го года жизни	Без орошения	-	4,76	-	-	-
	Водосберегаю- щий	840	6,65	1,89	444	0,23
	Интенсивный	2100	7,88	3,12	673	0,15
Тыква	Без орошения	-	16,04	-	-	-
	Водосберегаю- щий	540	21,97	5,93	91,1	1,10
	Интенсивный	1680	35,11	19,07	88,1	1,14

Анализ приведенных данных показывает, что водосберегающий вариант орошения обеспечивал меньший расход воды на 1 т прибавки урожая и самый высокий выход продукции на 100 м^3 оросительной воды при выращивании картофеля, подсолнечника, сои и люцерны 2-го года жизни. При возделывании ярового ячменя и тыквы более эффективное использование оросительной воды отмечено при интенсивном орошении.

Наивысшие показатели окупаемости затраченной оросительной воды полученной продукцией отмечены при водосберегающем режиме орошения на картофеле (1,82 т на 100 м^3 оросительной воды), а при интенсивном орошении – на посевах тыквы (1,14 т).

Выводы. Орошение способствует значительному повышению урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с богарными условиями выращивания. Вариант интенсивного орошения обеспечивал соответствующее увеличение урожайности картофеля в 2,3 раза, тыквы – в 2,2 раза, подсолнечника – в 2,0 раза, ячменя, люцерны и сои – в 1,6–1,7 раза.

Применение водосберегающего режима орошения, предусматривающего поливы в критический по отношению к влаге период вегетации растений, снижало показатели урожайности сельскохозяйственных культур на 15,6–37,4 % по сравнению с интенсивным орошением, однако при этом имела место экономия оросительной воды в размере 380–1570 $\text{м}^3/\text{га}$. У люцерны соответствующее снижение урожайности оказалось наименьшим (15,6 %), а экономия воды была равна 1260 $\text{м}^3/\text{га}$. Аналогичные показатели составили для картофеля 16,9 % и 1140 $\text{м}^3/\text{га}$, сои – 20,2 % и 1570 $\text{м}^3/\text{га}$, под-

солнечника – 27,6 % и 860 м³/га, ярового ячменя – 24,3 % и 380 м³/га, тыквы – 37,4 % и 1140 м³/га.

Наиболее рациональное использование оросительной воды при возделывании тыквы и ярового ячменя отмечено при интенсивном орошении.

Водосберегающий режим орошения обеспечивал более рациональное использование почвенной влаги и эффективное ее использование при возделывании картофеля, сои, подсолнечника и люцерны. Самые низкие коэффициенты водопотребления наблюдались у картофеля (110 м³/т) и люцерны (399 м³/т). При возделывании картофеля получены наиболее высокие показатели окупаемости 100 м³ воды прибавкой урожая (1,82 т).

Таким образом, при назначении режимов орошения сельскохозяйственных культур в условиях острого дефицита водных ресурсов рекомендуется применение водосберегающего режима орошения, предусматривающего поливы в критические периоды водопотребления культур. Этот вариант позволяет при незначительном снижении урожайности экономить до 1140–1570 м³/га оросительной воды, которая может быть оперативно использована для орошения других сельскохозяйственных культур.

Список литературы

- 1 Щедрин, В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы / В. Н. Щедрин. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 255 с.
- 2 Щедрин, В. Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге России [Электронный ресурс] / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 3(15). – 12 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=205&id=212>.
- 3 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
- 4 Горянский, М. М. Методика полевого опыта на орошаемых землях / М. М. Горянский. – Киев, 1970. – 43 с.
- 5 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы / С. С. Авдеенко [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рост. обл. – Ростов н/Д., 2013. – 375 с.
- 6 Лысогоров, С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1995. – 444 с.
- 7 Сенчуков, Г. А. Орошение сельскохозяйственных культур на Дону: моногр. / Г. А. Сенчуков, П. Д. Шевченко, И. В. Новикова; Новочеркасская гос. мелиор. акад. – Новочеркасск, 2008. – 122 с.

8 Кулыгин, В. А. Влияние разных режимов орошения на эффективность использования оросительной воды при возделывании картофеля и овощных культур [Электронный ресурс] / В. А. Кулыгин // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 65(01). – 10 с. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/10/11/>.

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

10 Сказкин, Ф. Д. Критический период у растений по отношению к недостатку воды в почве / Ф. Д. Сказкин. – Л.: Наука, 1971. – 120 с.

11 Ильинская, И. Н. Оценка количественного изменения урожайности при дефиците водных ресурсов / И. Н. Ильинская, Г. Ю. Третьякова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ГУ «ЮжНИИГиМ». – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2001. – Вып. № 32–33 – С. 161–165.

Кулыгин Владимир Анатольевич

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, Аксайский район, п. Рассвет, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: kulygin-vladimir346735@rambler.ru

Kulygin Vladimir Anatolyevich

Degree: Candidate of agricultural Sciences

Position: Senior Researcher

Place of work: Federal State Scientific Institution "Don Zonal Research Institute of Agriculture"

Affiliation address: st. Insitutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: kulygin-vladimir@rambler.ru

Ильинская Изида Николаевна

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, Аксайский район, п. Рассвет, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: izidaar1@rambler.ru

Ilyinskaya Izida Nikolaevna

Degree: doctor of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher Research

Place of work: Federal State Scientific Institution "Don Zonal Research Institute of Agriculture"

Affiliation address: st. Insitutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: izidaar1@rambler.ru