

Выводы

Выполненные прогнозы содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве при использовании для орошения сельскохозяйственных культур городских сточных вод (город Ибб) показали возможность применения этого метода утилизации сточных вод в условиях южного Йемена на краснобурых карбонатных почвах, однако на ограниченный период времени – 10–12 лет, затем должен быть некоторый перерыв в поливах сточной водой на 1–2 ротации севооборота, когда следует поливать грунтовой водой. Таким образом, для орошения сточными водами в

рассматриваемых условиях целесообразно выделить два орошаемых участка, которые поливать поочередно сточной и грунтовой водой периодами по две ротации рассматриваемого севооборота.

Материал поступил в редакцию 18.03.10.

Шуравлин Анатолий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение и агрохимия»

Тел. 8 (495) 789-38-03

Салех Набиль Мохаммед Нор Аддин, аспирант

Сурикова Тамара Ивановна, кандидат технических наук, профессор кафедры «Мелиорация и рекультивация земель»

Тел. 8 (495) 976-47-73

E-mail: tisurikova@mail.ru

УДК 502/504: (631.671 + 631.82) 635.646

Е. А. ХОДЯКОВ, О. В. МАШАРОВА

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия»

УЛУЧШЕНИЕ ВОДНОГО И ПИЩЕВОГО РЕЖИМОВ ПОЧВЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ БАКЛАЖАНОВ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ

Представлены режимы орошения, дозы удобрений, оросительные нормы, суммарное водопотребление, коэффициенты водопотребления для получения 50...70 т/га баклажанов при поливе дождеванием в Волго-Донском междуречье при сохранении и улучшении плодородия почвы.

Водный и пищевой режимы почвы, урожайность баклажанов, зональные системы орошаемого земледелия, улучшение плодородия почвы, Волго-Донское междуречье, суммарное водопотребление.

There are given different irrigation regimes, doses of fertilizers, total water consumption, coefficients of water consumption for harvesting 50...70 t/ha of eggplants when sprinkling in the Volga-Don interfluves at conservation and improvement of soil fertility.

Water and nutrition regimes, eggplants yield, zonal systems of the irrigated farming, improvement of soil fertility, the Volga-Don interfluves, total water consumption.

В аридной зоне Российской Федерации сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения возможно только при использовании комплексных видов мелиорации, включая гидротех-

ническую, агротехническую и др. Устойчивые и высокие урожаи овощных культур, потенциал которых очень высок и до конца еще не изучен, можно получить только благодаря применению зональных систем орошаемого

земледелия, включающих подбор способов полива, оптимизацию водного и пищевого режимов почв, выбор густоты посадки и другие мероприятия.

В овощных севооборотах юга страны баклажаны по вкусовым качествам и питательной ценности занимают свое достойное место, однако при дождевании, наиболее распространенном способе полива в регионе, их урожайность остается в значительной степени низкой (на уровне 20...25 т/га), что еле-еле покрывает произведенные затраты.

Учитывая это, в 2002–2005 годах в Волгоградской области в учхозе «Горная поляна» Волгоградской ГСХА на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья были проведены исследования по подбору водного режима почвы и доз внесения минеральных удобрений для повышения урожайности баклажанов до 50...70 т/га.

Многолетние опыты проводили с районированным сортом баклажанов «универсал-6» на полях с поливом наиболее надежной и распространенной в России дождевальными машинами «Фрегат» (далее – ДМ «Фрегат»). Все полевые опыты были поставлены по общеизвестным методикам. Агротехнические операции проводились в рамках использования зональной системы орошаемого земледелия с корректурой поддержания водного и пищевого режимов почвы по изучаемым вариантам. Дозы удобрений для получения программированных урожаев баклажанов были рассчитаны по известной методике Волгоградской ГСХА.

В четырехлетних опытах ежегодно исследовали два изучаемых фактора: водный режим почвы – фактор А и дозы внесения минеральных удобрений – фактор В. По фактору А исследовали три варианта режимов орошения: один постоянный – 85 % НВ; два дифференцированных – 75...65 и 85...75 % НВ. Все три варианта обеспечивали поддержание заданных предполивных порогов влажности в активном слое почвы 0,4 м последовательно в межфазные периоды «высадка расса-

ды – плодоношение» и «плодоношение – последний сбор».

По фактору В исследовали три варианта внесения расчетных доз минеральных удобрений под баклажаны: $N_{165}P_{100}K_{90}$, $N_{200}P_{120}K_{110}$, $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг д.в./га соответственно для получения планируемых урожайностей 50, 60, 70 т/га товарной продукции. Среднесуглинистые светло-каштановые почвы опытного участка отличались сравнительно низкой питательностью и невысоким содержанием гумуса.

По совокупности гидротермических показателей в вегетационный период 2002, 2003, 2004 годы можно характеризовать как острозасушливые, а 2005 год – как сухой. Количество поливов ДМ «Фрегат» изменялось в зависимости от принятых схемой опыта водных режимов почвы и количества выпавших осадков.

Во всех вариантах режимов орошения для лучшего приживания рассады проводили один предпосадочный полив нормой 200 м³/га и два увлажнительных полива по 100 м³/га сразу после высадки рассады. В варианте с дифференцированным режимом орошения, кроме указанных поливов, для поддержания предполивного порога влажности 75 % НВ в период от высадки рассады до плодоношения в сухом году было проведено 7, а в острозасушливых – по 8 поливов (350 м³/га). Для поддержания влажности активного слоя почвы на уровне не ниже 65 % НВ в оставшийся до последнего сбора период в сухом году было выполнено три, а в острозасушливых четыре полива по 500 м³/га.

Дифференцированный режим орошения 85...75 % НВ отличался от предыдущего тем, что, кроме проведения аналогичных предпосадочных и освежающих поливов, в сухом году в период от высадки рассады до плодоношения баклажанов было выполнено 13 вегетационных поливов по 200 м³/га и затем до последнего сбора – еще 5 по 350 м³/га, а в острозасушливых – соответственно 15...16 по 200 м³/га и 6 поливов по 350 м³/га.

Поддержание влажности активно-го слоя почвы на уровне не ниже 85 % НВ в течение всей вегетации по сравнению с дифференцированным режимом орошения 85...75 % НВ отличалось тем, что на заключительном этапе развития баклажанов в период от плодоношения до последнего сбора вместо 5...6 поливов по 350 м³/га было проведено 12 поливов по 200 м³/га. Исследования показали, что применяемые сочетания водного и пищевого режимов светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья позволяют получать планируемые урожаи 50, 60 и 70 т/га товарной продукции баклажанов при дождевании (табл. 1).

Высадку рассады проводили ленточно по схеме 0,9 + 0,5·0,3 м в третьей декаде мая, уборку – в период с 19 по 24 сентября. В процессе опытов ежегодно вносили азотные (аммиачная селитра), сложные (аммофос) и калийные (хлористый калий) удобрения. Половину расчетной дозы фосфорных и калийных удобрений вносили повариантно под зяблевую вспашку осенью, азотных – весной под культивацию перед высадкой рассады. Оставшееся количество удобрений вносили дробно в двух подкормках, осуществляемых перед цветением (30 % всех удобрений) и перед плодоношением (20 %).

Водный режим почвы был одним из основных факторов, оказывающих позитивное воздействие на развитие баклажанов при поливе ДМ «Фрегат». Поддержание дифференцированного режима орошения 75...65 % НВ способствовало получению в среднем 42,3...60,8 т/га товарной продукции. Повышение предполивного порога влажности до 85...75 % НВ способствовало получению прибавки урожая 9,4...11,7 т/га, или 16,6...22,9 %. При дальнейшем повышении предполивного порога почвы до уровня 85 % НВ была достигнута наиболее высокая продуктивность баклажанов – 55,3...75,3 т/га. В этих вариантах прибавка урожая возросла до 13,0...15,5 т/га, или 23,8...30,7 %.

Таблица 1
Динамика продуктивности баклажанов при поливе ДМ «Фрегат» в зависимости от водного и пищевого режимов

Доза удобрений под урожайность, т/га	Предполив-ной порог влажности, % НВ	В зависимости от водного режима почвы					В зависимости от уровня минерального питания					
		Урожайность по годам исследований					Прибавка урожая от повышения влагообеспеченности (в среднем за 2002 – 2005 годы)	Дозы удобрений под урожайность, т/га	Урожайность в среднем за 2002–2005 годы, т/га	Прибавка урожая от повышения доз удобрений		
		2002	2003	2004	2005	Среднее значение				т/га	%	
50	75...65	43,7	41,4	44,3	39,8	42,3	–	–	–	–	–	
	85...75	52,6	52,9	51,2	50,1	51,7	9,4	22,2	60	51,1	8,8	20,8
	85	55,2	56,8	54,9	54,3	55,3	13,0	30,7	70	60,8	18,5	43,7
60	75...65	52,3	49,1	49,6	53,4	51,1	–	–	50	51,7	–	–
	85...75	64,7	60,9	60,4	65,1	62,8	11,7	22,9	60	62,8	11,1	21,5
	85	67,1	66,3	65,3	67,8	66,6	15,5	30,3	70	70,9	19,2	37,1
70	75...65	61,4	58,7	62,7	60,2	60,8	–	–	50	55,3	–	–
	85...75	71,3	70,6	70,9	71,0	70,9	10,1	16,6	60	66,6	11,3	20,4
	85	74,2	75,6	76,7	74,6	75,3	14,5	23,8	70	75,3	20,0	36,2
НСР ₀₅		2,88	3,02	3,16	2,56							

Пищевой режим почвы тоже оказывал позитивное воздействие на продуктивность баклажанов. Минимальная урожайность 42,3...55,3 т/га была получена в вариантах с удобренностью почвы на уровне $N_{165}P_{100}K_{90}$ кг д.в./га. Внесение удобрений дозой $N_{200}P_{120}K_{110}$ кг д.в./га обеспечивало получение прибавки урожая плодов 8,8...11,3 т/га, или 20,4...21,5 %.

Максимальный в проведенном опыте прирост урожая 18,5...20,0 т/га, или 36,2...43,7 % был достигнут при внесении удобрений дозами $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг д.в./га, поскольку этот уровень минерального питания обеспечивал получение наиболее высокой продуктивности баклажанов – 60,8...75,3 т/га. В связи с этим наибольший выход плодов баклажанов в среднем за четыре года исследований, равный 75,3 т/га, наблюдался в варианте, сочетающем поддержание постоянного в течение вегетации режима орошения 85 % НВ и внесение расчетных доз минеральных удобрений под урожайность 70 т/га ($N_{235}P_{140}K_{130}$ кг д.в./га).

Результаты дисперсионного анализа урожайности плодов баклажанов показали, что статистическая нулевая гипотеза («между средними по вариантам нет существенных различий») отвергается, так как полученные критерии Фишера для факторов «водный режим» и «пищевой режим» почвы за каждый год в отдельности значительно превышали теоретические. При

ежегодном превышении наименьшей существенной разности ($НСР_{0,5} = 2,56...3,16$ т/га для водного и пищевого режимов почвы) каждый исследуемый вариант сочетания регулируемых факторов давал существенную прибавку по урожайности баклажанов.

Анализ полученных данных, приведенных в табл. 2, показал, что изменение урожайности баклажанов при поливе ДМ «Фрегат» сопровождалось соответствующим изменением суммарного водопотребления и оросительной нормы.

Урожайность плодов баклажанов на уровне 50 т/га была получена, когда оросительная норма изменялась в пределах 4700...5300 м³/га, а суммарное водопотребление находилось в пределах 5469...6030 м³/га. Наиболее низкие показатели наблюдались при поддержании предполивного порога влажности 85...75 % НВ в сочетании с внесением расчетных доз удобрений $N_{165}P_{100}K_{90}$ кг д.в./га, более высокие – при поддержании предполивного порога влажности в активном слое почвы 75...65 % НВ на фоне внесения повышенной дозы удобрений $N_{200}P_{120}K_{110}$ кг д.в./га.

Урожайность 60 т/га плодов баклажанов была получена при изменении оросительной нормы и общего расхода влаги соответственно в пределах 4700...5800 и 5469...6339 м³/га. Наименьшие значения оросительной нормы и суммарного водопотребления

Таблица 2

Показатели оросительной нормы и суммарного водопотребления для получения планируемых урожаев баклажанов при поливе ДМ «Фрегат»

Урожайность баклажанов в среднем за 2002–2005 годы, т/га		Варианты опыта			Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
		Предполивная влажность почвы, % НВ	Доза удобрений			
Планируемая	Фактическая			под урожайность, т/га	кг д.в./га	
50	51,7	85...75	50	$N_{165}P_{100}K_{90}$	5300	6030
	51,1	75...65	60	$N_{200}P_{120}K_{110}$	4700	5469
60	55,3	85	50	$N_{165}P_{100}K_{90}$	5800	6339
	62,8	85...75	60	$N_{200}P_{120}K_{110}$	5300	6030
	60,8	75...65	70	$N_{235}P_{140}K_{130}$	4700	5469
70	66,6	85	60	$N_{200}P_{120}K_{110}$	5800	6339
	70,9	85...75	70	$N_{235}P_{140}K_{130}$	5300	6030
	75,3	85	70	$N_{235}P_{140}K_{130}$	5800	6339

отмечены в вариантах с дифференцированным режимом орошения 75...65 % НВ и при повышенных дозах удобрений $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг д.в./га, более высокие – при повышении предполивного порога влажности почвы до 85 % НВ и снижении удобренности почв до $N_{165}P_{100}K_{90}$ кг д.в./га.

Урожайность плодов баклажанов 70 т/га сопровождалась получением наиболее высоких значений оросительной нормы (5300...5800 м³/га) и суммарного водопотребления (6030...6339 м³/га), что обеспечивалось поддержанием режимов орошения на уровне 85...75 и 85 % НВ одновременно с внесением доз минеральных удобрений $N_{200}P_{120}K_{110}$ и $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг д.в./га.

Таким образом, четырехлетние исследования показали, что повышение урожайности баклажанов при поливе ДМ «Фрегат» от 50 до 70 т/га

сопровождается увеличением оросительных норм от 4700...5300 до 5300...5800 м³/га, а суммарного водопотребления – от 5469...6030 до 6030...6339 м³/га.

Полученные результаты свидетельствуют также о том, что изменение урожайности баклажанов оказывает существенное влияние на величину удельных затрат воды для создания единицы товарной продукции.

При получении планируемой урожайности 50 т плодов с одного гектара коэффициент водопотребления в среднем за 4 года исследований изменяется в пределах 107,6...116,6 м³/т. Это достигается в тех вариантах, где поддержание дифференцированных режимов орошения 75...65 и 85...75 % НВ сочетается с внесением доз минеральных удобрений соответственно $N_{200}P_{120}K_{110}$ и $N_{165}P_{100}K_{90}$ кг д.в./га (табл. 3).

Таблица 3

Показатели коэффициента водопотребления для получения планируемых урожаев баклажанов

Урожайность баклажанов в среднем за 2002–2005 годы, т/га		Вариант опыта			Коэффициент водопотребления, м ³ /га
		Предполивная влажность почвы, % НВ	Доза удобрений		
Планируемая	Фактическая			под урожайность, т/га	кг д.в./га
50	51,7	85...75	50	$N_{165}P_{100}K_{90}$	116,6
	51,1	75...65	60	$N_{200}P_{120}K_{110}$	107,0
60	55,3	85	50	$N_{165}P_{100}K_{90}$	114,6
	62,8	85...75	60	$N_{200}P_{120}K_{110}$	96,1
	60,8	75...65	70	$N_{235}P_{140}K_{130}$	90,1
70	66,6	85	60	$N_{200}P_{120}K_{110}$	95,2
	70,9	85...75	70	$N_{235}P_{140}K_{130}$	85,0
	75,3	85	70	$N_{235}P_{140}K_{130}$	84,2

Более продуктивно поступающая вода использовалась при формировании урожайности 60 т/га, когда ее удельные затраты при различном сочетании регулируемых факторов изменялись в пределах 90,1...114,6 м³/т. При этом наименьшая величина коэффициента водопотребления 90,1 м³/т была получена в варианте, где поддерживался режим влажности активного слоя почвы не ниже 75...65 % НВ на фоне внесения повышенной дозы минераль-

ных удобрений $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг д.в./га.

Самые минимальные в проведенных опытах значения коэффициента водопотребления 84,2...95,2 м³/т были получены в вариантах, обеспечивающих получение 70 т/га плодов баклажанов. Наиболее продуктивно использовалась влага для создания 1 т продукции при поддержании в течение вегетации режима орошения 85 % НВ в сочетании с внесением расчетных доз удобрений $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг д.в./га.

Выводы

Исследования показали, что с повышением урожайности баклажанов от 50 до 70 т/га повышается продуктивность использования поступающей воды для создания единицы продукции, что выражается в снижении коэффициента водопотребления от 107,0...116,6 до 84,2...95,2 м³/т.

Это сопровождается хорошим качеством получаемой товарной продукции на фоне сохранения и даже некоторого улучшения плодородия почвы: после четырех лет возделывания баклажанов с использованием регулярного орошения в сочетании с внесением расчетных доз минеральных удобрений низкое содержание подвижного фосфора в пахотном и подпахотном горизонтах сменилось на среднюю обеспеченность; повышенное содержание обменного калия по окончании исследований увеличилось еще на 10...13 %; количество нитратного азота возросло

в 2,74...3,53 раза, превысив 15 мг/кг, вследствие чего почвы по содержанию этого ценнейшего и наиболее динамичного питательного элемента растений стали характеризоваться как среднеобеспеченные азотом.

Разработанные режимы орошения при поливе ДМ «Фрегат» экологически безопасны, поскольку подача небольших поливных норм 100...200 м³/га в сочетании с дробной подачей норм 300...500 м³/га за несколько проходов дождевальными машинами устраняет угрозу появления водной эрозии, засоления и заболачивания.

Материал поступил в редакцию 12.03.10.

Ходяков Евгений Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Тел. 8 (904) 779-23-06

E-mail: 978544@mail.ru

Машарова Ольга Владимировна, аспирантка

Тел. 8 (961) 081-50-01

E-mail: 978544@mail.ru