

ЭНЕРГО - И ВОДОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПЕРЦА В ВОЛГО - ДОНСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ

*А.В. Русаков, аспирант ФГУ ВПО «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия»
тел. 8-904-422-59-04, schura.rusakov@yandex.ru*

Ключевые слова: режим орошения, дозы минеральных удобрений, планируемая урожайность, водосбережение, энергосбережение, экологическая безопасность.

Статья посвящена научно-экспериментальному обоснованию режимов орошения и доз внесения минеральных удобрений для получения планируемых урожайностей 50, 60, 70т/га перца при энерго- и водосбережении на фоне сохранения плодородия почвы и экологической безопасности.

Введение: Энергосбережение является важнейшим фактором повышения производства сельскохозяйственных культур, в том числе, такой овощной культуры, как перец. Перец, как томаты, баклажаны, лук, морковь, капуста по своим хорошим вкусовым качествам и питательной ценности занимают одно из основных мест в овощных севооборотах Волгоградской области, а также южных регионов России. В засушливых районах страны при промышленном производстве эти сельскохозяйственные культуры возделываются только при орошении и в основном при дождевании. На светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья их урожайность может достигать значительных величин [1]. Однако потенциальная продуктивность реализуется не полностью из-за отсутствия необходимых научно-обоснованных технологий, основанных на эффективном использовании систем водосбережения на фоне различных режимов внесения удобрений применительно к существующей дождевальной технике.

Материалы и методы исследований. В исследованиях, проводимых нами в Учхозе «Горная поляна» Волгоградской госсельхозакадемии по научно-экспериментальному обоснованию режимов орошения и доз внесения минеральных удобрений для получения планируемых урожайностей 50, 60, 70 т/га перца, одной из основных овощных культур в регионе, центральной задачей являлось энерго- и водосбережение при сохранении плодородия почвы и экологической безопасности.

Опыты ставили в 2003-2005 гг. на светло-каштановых тяжелосуглинистых малогумусных почвах с районированным сортом «Калифорнийское чудо». Полив осуществляли хорошо зарекомендовавшей себя дождевальную машину «Фрегат» (далее - ДМ «Фрегат»).

Водный режим почвы исследовали на трёх режимах орошения: одном постоянном 85%НВ и двух дифференцированных 85-75 и 75-65 %НВ со снижением предполивных порогов влажности на втором этапе развития растений в период от технической спелости до последнего сбора.

Пищевой режим почв тоже исследовали в трёх вариантах: внесении расчётных доз минеральных удобрений $N_{165}P_{100}K_{90}$ кг.д.в./га для получения планируемой урожайности перца 50 т/га, $N_{200}P_{120}K_{110}$ кг.д.в./га – для 60 т/га и $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг.д.в./га - для 70 т/га.

Высадку рассады осуществляли во второй декаде мая ленточно, по схеме 0,9+0,5х0,30 м, уборку – с 20 сентября по 04 октября.

Результаты исследований и их обсуждение. Оценку продуктивности использования влаги для создания единицы продукции проводили по коэффициенту водопотребления. В наших опытах существенное влияние на его величину оказывал водный режим почвы. Самые высокие затраты воды на формирование 1 т товарной продукции перца во все годы исследований наблюдались на вариантах с предполивным порогом влажности 75-65%НВ (таблица 1).

В среднем за 3 года исследований на этих вариантах опыта коэффициент водопотребления колебался в пределах 80,5...124,3 м³/т.

Повышение предполивного порога от 75-65 до 85% НВ улучшало условия увлажнения, поднимало урожайность и, как следствие, способствовало снижению коэффициента водопотребления на 2,4...11,3 м³/т или на 2,8...9,1% и составило значение от 83,3...113,0 м³/т. Наиболее продуктивное использование влаги на формирование единицы товарной продукции перца наблюдалось на варианте с дифференцированным режимом орошения 85-75 % НВ, поскольку здесь коэффициент водопотребления, достигал своих минимальных значений 80,5...111,5 м³/т. По сравнению с дифференцированным режимом орошения 75-65 %НВ этот показатель снизился на 5,2...12,8 м³/т, то есть продуктивность использования влаги растениями перца для получения 1т плодов увеличилась на 6,1...10,3%.

Анализ данных полевых исследований показал, что улучшение условий минерального питания посредством внесения расчетных доз минеральных удобрений тоже способствовало более рациональному расходу воды растениями перца. Наибольшие значения коэффициента водопотребления, в среднем за 2003-2005 гг., составившие 111,5...124,3 м³/т, были получены на вариантах с дозами внесения удобрений N₁₆₅P₁₀₀K₉₀ кг д.в /га. Улучшение питательного режима почвы путем внесения повышенной дозы удобрений N₂₀₀P₁₂₀K₁₁₀кг.д.в/га способствовало снижению затрат воды на формирование 1 тонны перца на 14,9...19,4 м³/т или 13,2...15,6%. Наибольший эффект от внесения расчетных доз минеральных удобрений был получен на вариантах с пищевым режимом почвы, связанным с внесением удобрений на уровне N₂₃₅P₁₄₀K₁₃₀ кг д.в /га, где наблюдались наиболее низкие значения коэффициента водопотребления 80,5...85,7 м³/т.

Таблица 1. – Коэффициент водопотребления (Кв) перца при дождевании на различных вариантах опыта по годам исследований

В зависимости от водного режима почвы								В зависимости от уровня минерального питания				
Дозы удобрений под урожайность, т/га	Предполивной порог влажности, % НВ	Кв по годам исследований 2003-2005 гг.				ΔКв на каждом агрофоне (среднее за 2003 – 2005 гг.)		Предполивной порог влажности, % НВ	Дозы удобрений под урожайность, т/га	Кв в среднем за 2003 – 2005 гг., м ³ /т	ΔКв на каждом режиме орошения	
		2003	2004	2005	Среднее	м ³ /т	%				м ³ /т	%
		50	75-65	120,7	132,3	123,4	124,3				-	-
85-75	105,6		110,8	115,1	111,5	-12,8	-10,3	60	104,9	-19,4	-15,6	
85	113,6		110,5	118,8	113,0	-11,3	-9,1	70	85,7	-38,6	-31,1	
60	75-65	100,9	111,1	105,3	104,9	-	-	85-75	50	111,5	-	-
	85-75	90,9	91,8	97,5	94,2	-10,7	-10,2		60	94,2	-17,3	-15,5
	85	97,9	95,5	104	98,1	-6,8	-6,5		70	80,5	-31,0	-27,8
70	75-65	83,2	90,7	85,5	85,7	-	-	85	50	113,0	-	-
	85-75	76,5	80,6	82,4	80,5	-5,2	-6,1		60	98,1	-14,9	-13,2
	85	83,6	80,9	88,3	83,3	-2,4	-2,8		70	83,3	-29,7	-26,3

Следовательно, продуктивность использования влаги растениями перца на создание 1 тонны товарной продукции возрастала при повышении доз внесения удобрений до наибольших в наших опытах величин, а самые низкие значения коэффициента водопотребления 80,5 и 83,3 м³/т были получены на вариантах, сочетающих поддержание режимов орошения 85-75 и 85%НВ с внесением доз минеральных удобрений N₂₃₅P₁₄₀K₁₃₀кг д.в./га.

Анализ данных, приведенных в таблице 2, показывает, что изменение уровня планируемой урожайности перца, наряду с водным и пищевым режимом почвы, тоже оказывало существенное влияние на величину удельных затрат воды на единицу продукции.

Таблица 2 - Коэффициенты водопотребления для получения планируемых урожаев перца при дождевании

Урожайность перца в среднем за 2003-2005 гг., т/га		Варианты опыта			Коэффициент водопотребления (Кв), м ³ /га
		Предполивная влажность почвы, %НВ	Дозы удобрений		
			под урожайность, т/га	кг д.в./га	
планируемая	фактическая (У)				
50	46,3	75-65	50	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	124,3
	54,9	85-75	50	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	111,5
60	55,1	75-65	60	N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₁₁₀	104,9
	54,9	85-75	50	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	111,5
	65,8	85	60	N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₁₁₀	98,1
70	67,2	75-65	70	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	85,7
	76,0	85-75	70	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	80,5

При получении планируемой урожайности 50т плодов с 1 га коэффициент водопотребления в среднем за 3 года иссле-

дований, в зависимости от сочетания урожаеобразующих факторов, изменялся в пределах 111,5...124,3м³/т. Эти значения затрат воды на формирование 1 т товарной продукции были получены на вариантах, сочетающих поддержание дифференцированных режимов орошения 75-65 и 85-75%НВ с внесением планируемой дозы минерального удобрения N₁₆₅P₁₀₀K₉₀ кг д.в /га.

Для получения планируемой урожайности 60т плодов с 1 га коэффициент водопотребления в среднем за года исследований, в зависимости от сочетания урожаеобразующих факторов, изменялся в пределах 98,1...111,5м³/т. Эти значения затрат воды на формирование 1 т товарной продукции были получены на вариантах, сочетающих поддержание дифференцированных режимов орошения 75-65 и 85-75%НВ, постоянного 85%НВ с внесением планируемой дозы минерального удобрения N₁₆₅₋₂₀₀P₁₀₀₋₁₂₀K₉₀₋₁₁₀ кг д.в /га.

Наиболее эффективное использование влаги было достигнуто на варианте получения планируемой урожайности 70т плодов с 1 га коэффициент водопотребления изменялся в пределах 80,5...85,7м³/т. Эти значения затраты воды на формирование 1 т товарной продукции (минимальные) были получены на вариантах, сочетающих поддержание дифференцированных режимов орошения 75-65 и 85-75%НВ, с внесением повышенной дозы минерального удобрения N₂₃₅P₁₄₀K₁₃₀ кг д.в /га.

Анализ структуры совокупных затрат на возделывание перца (таблица 3) и агроэнергетической эффективности возделывания перца в наших исследованиях показал, что затраты совокупной энергии на возделывание и уборку этой овощной культуры были значительными и по вариантам опыта составили 71,6...94,2ГДж/га. Однако выход энергии в основной продукции, в среднем составивший 66,5...111,3 ГДж/га, а с учетом побочной – 113,0...189,2 ГДж/га (таблица 4), был ещё более высоким.

Основные затраты совокупной энергии по вариантам опыта приходились на подачу оросительной воды 27,26...31,45 ГДж/га, удобрения 19,45...27,61 ГДж/га и трудовые ресурсы 14,69...21,45 ГДж/га.

Таблица 3- Структура совокупных затрат энергии на возделывание перца при поливе ДМ «Фрегат» в среднем по годам исследований 2003-2005 гг.

Статьи за- трат	Предполивной порог влажности, % НВ																	
	75 - 65						85 - 75						85					
	Дозы удобрений под планируемую урожайность, т/га																	
	50		60		70		50		60		70		50		60		70	
	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%	ГДж/г а	%
Машины и механизмы	2,01	2,81	2,28	2,90	2,37	2,84	2,41	3,08	3,07	3,55	3,71	4,05	2,63	3,20	3,18	3,57	3,96	4,20
Рассада	0,18	0,25	0,18	0,23	0,18	0,22	0,18	0,23	0,18	0,21	0,18	0,20	0,18	0,22	0,18	0,20	0,18	0,19
Удобрения	19,45	27,17	23,53	29,93	27,61	33,12	19,45	24,82	23,53	27,19	27,61	30,17	19,45	23,69	23,53	26,43	27,61	29,32
Пестициды	1,94	2,71	1,94	2,47	1,94	2,33	1,94	2,48	1,94	2,24	1,94	2,12	1,94	2,36	1,94	2,18	1,94	2,06
Подача оросительной воды	27,26	38,08	27,26	34,67	27,26	32,70	29,44	37,57	29,44	34,02	29,44	32,17	31,45	38,30	31,45	35,32	31,45	33,39
Полив ДМ «Фрегат»	3,89	5,43	3,89	4,95	3,89	4,67	4,03	5,14	4,03	4,66	4,03	4,40	4,2	5,12	4,2	4,72	4,2	4,46
ГСМ	2,16	3,02	2,62	3,33	2,78	3,33	2,48	3,16	3,17	3,66	3,29	3,60	2,73	3,32	3,21	3,61	3,39	3,60
Трудовые ресурсы	14,69	20,52	16,92	21,52	17,34	20,80	18,44	23,53	21,19	24,48	21,31	23,29	19,53	23,79	21,35	23,98	21,45	22,78
Всего	71,58	100	78,62	100	83,37	100	78,37	100	86,55	100	91,51	100	82,11	100	89,04	100	94,18	100

Таблица 4 –Агроэнергетическая эффективность возделывания перца при поливе ДМ «Фрегат» в среднем по годам исследований 2003-2005 гг.

Показатели	Предполивной порог влажности, % НВ								
	75-65			85-75			85		
	Дозы удобрений под планируемую урожайность, т/га								
	50	60	70	50	60	70	50	60	70
Урожайность плодов перца в пересчете на сухое вещество, т/га	4,63	5,51	6,72	5,49	6,50	7,600	5,71	6,58	7,75
Выход энергии в основном продукте, ГДж/га	66,5	79,1	96,5	78,8	93,3	109,1	82,00	94,5	111,3
Затраты совокупной энергии на возделывание и уборку перца, Гдж/га	71,6	78,6	83,4	78,4	86,6	91,5	82,1	89,0	94,2
Приращение валовой энергии, ГДж/га	-5,09	0,50	13,13	0,47	6,79	17,63	-0,11	5,45	17,11
Кээ технологии по основному продукту	0,93	1,01	1,16	1,01	1,08	1,19	1,00	1,06	1,18
Выход энергии в основном продукте с учетом побочной продукции, ГДж/га	113,0	134,5	164,1	134,0	158,7	185,5	139,4	160,6	189,2
Приращение валовой энергии с учетом побочной продукции, ГДж/га	41,5	55,9	80,7	55,7	72,1	94,0	57,3	71,6	95,0
Кээ технологии с учетом побочной продукции	1,58	1,71	1,97	1,71	1,83	2,03	1,70	1,80	2,01
Энергоемкость 1т продукции, ГДж	15,5	14,3	12,4	14,3	13,3	12,0	14,4	13,5	12,2

Производство перца с целью получения 50-70т/га товарной продукции при поливе ДМ «Фрегат» на светло-каштановых

почвах Волго-Донского междуречья можно отнести к энергетически эффективному, поскольку коэффициент энергетической эффективности ($K_{ээ}$) технологии по основному продукту был близок к единице (0,93...1,19), а с учетом побочной продукции (растительных и корневых остатков, идущих на повышение плодородия почвы) изменялся в пределах 1,58...2,03, что значительно превышало 1.

Дальнейший анализ полученных расчетных данных показал, что при сложившихся энергозатратах водный режим почвы является одним из определяющих факторов воздействия на агроэнергетическую эффективность возделывания перца (таблица 4).

Повышение предполивного порога влажности от 75-65 до 85-75% НВ, хотя с одной стороны увеличило затраты совокупной энергии на возделывание и уборку перца с 71,6...83,4 до 78,4...91,5 ГДж/га, с другой стороны, вызвало возрастание выхода энергии с урожаем, особенно с учётом побочной продукции, с 113,0...164,1 до 134,0...185,5 ГДж/га. Это способствовало прогрессивному росту $K_{ээ}$ с 1,58...1,97 до 1,71...2,03 на фоне снижения энергоёмкости получения 1 т продукции с 12,4...15,5 до 12,0...14,3 ГДж. Дальнейшее повышение водообеспеченности участка за счёт поддержания постоянного в течение всей вегетации режима орошения 85%НВ не только не повысило, а даже снизило биоэнергетическую эффективность возделывания перца, поскольку на этих вариантах опыта $K_{ээ}$ уменьшился до 1,7...2,03, а энергоёмкость продукции наоборот, увеличилась до 12,2...14,4 ГДж/т. Следовательно, поддержание влажности почвы на уровне не ниже 85-75%НВ является оптимальным условием для получения 50-70т/га плодов перца при дождевании.

Результаты исследований показали, что пищевой режим почвы тоже оказывает свое позитивное воздействие на агроэнергетическую эффективность возделывания перца. Повышение доз внесения удобрений от $N_{165}P_{100}K_{90}$ до $N_{200}P_{120}K_{110}$ и далее до $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг.д.в /га, несмотря на увеличение затрат со-

вокупной энергии на возделывание и уборку с 71,6...82,1 до 83,4...94,2 ГДж/га, способствовала более значительному возрастанию выхода энергии в основном продукте особенно с учётом побочной, с 113,0...139,4 до 164,1...189,2 ГДж/га. Это вызвало снижение энергоёмкости получения 1 т продукции с 14,3...15,5 до 12,0...12,4 ГДж и увеличение коэффициента энергетической эффективности 1,58...1,71 до 1,97...2,03.

Полученные в течение трёх лет расчетные данные свидетельствуют о наличии тесной связи между агроэнергетической эффективностью и уровнем планируемых урожаев перца (таблица 5). При урожайности плодов 50 т/га выход энергии в основном продукте с учётом побочной составил 113,0...134,0 ГДж/га, затраты совокупной энергии на возделывание и уборку – 71,6...78,4 ГДж/га, приращение валовой энергии – 41,5...55,7 ГДж/га, энергоёмкость получения 1 т продукции – 14,3...15,5 ГДж, а коэффициент энергетической эффективности с учетом побочной продукции – 1,58...1,71. Это достигалось поддержанием предполивных порогов влажности 75-65 и 85-75%НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой $N_{165}P_{100}K_{90}$ кг.д.в/га .

При повышении уровня планируемой урожайности до 60 т/га энергозатраты на возделывание и уборку перца возрастали до 78,4...89,0 ГДж/га, однако и выход энергии с товарной продукцией и её приращение соответственно увеличивались до 134,0...160,6 и 55,7...71,6 ГДж/га. В связи с этим энергоёмкость товарной продукции снижалась до 13,5...14,3 ГДж/т, а K_{33} возрастал до 1,71...1,80. Минимальная величина энергоёмкости (12,0 ГДж/т) и наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности (2,03) были получены на варианте, сочетающем поддержание предполивного порога влажности 85-75% НВ с внесением удобрений расчётными дозами $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг.д.в./га.

Таблица 5 - Агроэнергетическая эффективность технологии получения планируемых урожайностей плодов перца на уровне 50-70 т/га в среднем по годам исследований 2003-2005 гг.

Урожайность, т/га		Варианты опыта			Выход энергии в основном продукте с учетом побочной, ГДж/га	Затраты совокупной энергии на возделывание и уборку, ГДж/га	Приращение валовой энергии с учетом побочной продукции, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности с учетом побочной продукции	Энергоемкость 1 т товарной продукции, ГДж
планируемая	фактическая (У)	Предположительная влажность почвы, %НВ	Дозы удобрений						
			под урожайность, т/га	кг д.в./га					
50	46,3	75-65	50	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	113,0	71,6	41,5	1,58	15,5
	54,9	85-75	50	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	134,0	78,4	55,7	1,71	14,3
60	55,1	75-65	60	N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₁₁₀	134,5	78,6	55,9	1,71	14,3
	54,9	85-75	50	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	134,0	78,4	55,7	1,71	14,3
	65,8	85	60	N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₁₁₀	160,6	89,0	71,6	1,8	13,5
70	67,2	75-65	70	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	164,1	83,4	80,7	1,97	12,4
	76,0	85-75	70	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	185,5	91,5	94,0	2,03	12,0

Заключение. Таким образом, проведённые нами многолетние исследования убедительно показали, что в процессе возделывания перца при поливе ДМ «Фрегат» на светлокаштановых почвах Волго-Донского междуречья значительная экономия водных и энергетических ресурсов наблюдалась при увеличении предполивного порога влажности от 75-65 до 85-75 и 85%НВ, доз внесения минеральных удобрений от $N_{165}P_{100}K_{90}$ до $N_{235}P_{140}K_{130}$ кг.д.в./га, а также при повышении уровня планируемой урожайности от 50 до 70т/га. Всё это происходило при отсутствии водной и ветровой эрозии, сохранении и даже некотором улучшении плодородия почвы.

Библиографический список:

1. Ходяков Е.А. Режим орошения сельскохозяйственных культур при капельном и внутрипочвенном орошении: Монография/ Ходяков Е.А. – Волгоград: Издательство ВГСХА, 2002. - 132с.

УДК 630*181.351

АГРОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.М. Сабитов, кандидат сельскохозяйственных наук

Р.В. Науметов, кандидат сельскохозяйственных наук

К.И. Карпович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии

Тел. 8(8422) 41-81-55, ulniish@mv.ru или m_sabitov@mail.ru

Ключевые слова: типы агроландшафта, лесные полосы, система, уклон, водная эрозия, урожайность, эффективность.

В статье представлены теоретические взгляды, и практические материалы по разработке и внедрению в хозяй-