

ФОРМИРОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЧВ АРИДНОЙ ЗОНЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ КАРТОФЕЛЯ

Ю.И. Сухарев¹, д.т.н., А.В. Шуравилин², д.с.-х.н., Табук Мусаллам Ахмед²

¹Московский государственный университет природообустройства;

²Российский университет дружбы народов

Приведены результаты исследований питательного режима супесчаных полупустынных почв Омана при капельном орошении картофеля. Дана оценка влияния уровней увлажнения и формирования водоаккумулирующего слоя из сапропеля и бентонитовой глины на плодородие почв и экономное расходование воды.

Ключевые слова: почва, питательный режим, капельное орошение, влажность, картофель, навоз, сапропель, бентонитовая глина, урожайность.

При возделывании картофеля в Омане капельное орошение применяют на небольших площадях без научного обоснования. В то же время имеются сведения о высокой экономической и эколого-технологической эффективности капельного способа орошения картофеля [1-3]. В условиях острого дефицита влаги большое значение придается повышению влагоёмкости, особенно на лёгких почвах, путём внесения удобрений, обеспечивающих наиболее эффективное использование влаги и питательных веществ из почвы. В Омане такие работы не проводили.

Цель исследований – изучить питательный режим почв при капельном орошении картофеля, возделываемого на лёгких почвах Омана на основе оптимизации порога предполивной влажности почвы и создания водоаккумулирующего почвенного слоя, путём применения минеральных удобрений, сапропеля и бентонитовой глины, обеспечивающих повышение водоудерживающей способности почвы и её плодородия.

Почвы – серо-коричневые, представлены лёгкими супесями. В слое почвы 0-30 см плотность сложения составляет 1,43 г/см³, наименьшая влагоёмкость – 15,3%, содержание гумуса – 0,015%, общего азота – 0,01%, подвижного фосфора – 3,14 мг/кг и обменного калия – 2-4 мг/кг почвы. Количество карбоната кальция очень высокое – более 40-50%. Реакция среды щелочная. Почвы незасолённые. Исследования проводили на землях сельскохозяйственной исследовательской станции Недж в период 2009/2010-2011/2012 гг. Схема двухфакторного полевого опыта при капельном орошении картофеля включала 9 вариантов: фактор А – режим предполивной влажности почвы 70% НВ (вар. 1-3), 80% НВ (вар. 4-6) и 70-80-70% НВ (вар. 7-9); фактор В – формирование водоаккумулирующего слоя: варианты 1;4;7 без водоаккумулирующего слоя, варианты 2;5;8 с водоаккумулирующим слоем из сапропеля, а варианты 3;6;9 – из бентонитовой глины. В исследованиях использовали стандартные методики. Содержание питательных элементов в почве определяли общепринятыми методами: азот легкогидролизующий по Тюрину и Кононовой, подвижный фосфор по Олсену и обменный калий по Мачигину.

Посадку картофеля проводили по гребням по схеме 70 х 25 см, капельные трубопроводы проложены вдоль рядков через 70 см, а капельницы в рядке – через 25 см. Расход капельниц составлял 1,50 л/ч. Поливы проводились через 1-3 дня поливными нормами 90-140 м³/га. Оросительная норма в первых трех вариантах с порогом предполивной влажности почвы в течение вегетации 70% НВ изменялась от 5476 до 6184 м³/га, в вариантах с уровнем предполивной влажности 80% НВ – от 6844 до 7261 м³/га, а при дифференцированном режиме увлажнения – от 6264 до 6626 м³/га. Внесение в почву сапропеля для формирования водоаккумулирующего слоя способст-

вовало снижению затрат оросительной воды на 5,2-6,0%, а бентонитовой глины – на 4,7-5,6%.

В вариантах без формирования водоаккумулирующего почвенного слоя суммарное водопотребление картофеля в среднем за годы исследований составляет 6541; 7573 и 6997 м³/га соответственно при уровнях предполивной влажности почвы 70; 80 и 70-80-70% НВ. Увеличение влагообеспеченности с 70 до 80% НВ приводит к повышению суммарного водопотребления на 15,8%. При дифференцированном уровне 70-80-70% НВ оно снижается на 7,6% по сравнению с уровнем 80% НВ, но увеличивается на 7,0% по сравнению с уровнем 70% НВ.

Формирование водоаккумулирующего слоя способствует снижению водопотребления картофеля при всех уровнях предполивной влажности почвы. Суммарное водопотребление снижается при внесении в почву сапропеля на 318-434 м³/га, или на 4,9-5,7%, а при внесении бентонитовой глины – на 288-399 м³/га, или на 4,4-5,3%. С увеличением уровня предполивной влажности почвы с 70 до 80% НВ происходит большее снижение суммарного водопотребления картофеля.

Перед закладкой опыта в почву во все варианты было внесено по 50 т/га перепревшего навоза, в варианты 2; 5 и 8 дополнительно вносили по 11,43 т/га сапропеля, а в варианты 3; 6 и 9 – бентонитовую глину из расчета 200 г/растение. В почву вместе с навозом поступало азота 1340 кг/га, фосфора – 100 и калия – 300 кг/га, а вместе с сапропелем было внесено 377 кг/га общего азота, в том числе 282 кг/га легкогидролизующего, фосфора общего – 45, 7 кг/га, в том числе подвижного – 8,0 кг/га и 34,3 кг/га общего калия, в том числе 1,5 кг/га подвижного. В вариантах 3; 6 и 9 вместе с бентонитовой глиной в почву поступило 2,6 кг/га фосфора и 12,9 кг/га калия.

Результаты исследований показали, что при однократном за три года внесении в почву питательных элементов их содержание ежегодно снижалось (табл. 1).

1. Влияние удобрений на питательный режим почвы при различных уровнях увлажнения в слое 0-30 см, мг/кг

№ варианта	N легкогидролизующий			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2009/2010	2010/2011	2011/2012
1	57,5	28,8	7,9	17,5	12,4	7,8	42,1	20,9	10,4
2	105,4	65,9	38,3	19,3	13,1	8,5	42,5	20,4	10,1
3	57,2	28,2	6,8	17,9	12,7	8,1	43,6	23,5	11,7
4	54,2	24,0	2,4	16,1	7,7	2,6	40,1	15,8	4,7
5	101,2	58,4	24,6	17,4	8,6	2,5	40,3	16,3	5,3
6	54,8	25,7	3,5	16,4	8,5	2,9	40,7	16,9	5,6
7	55,7	26,3	5,0	16,9	9,2	4,8	41,2	18,3	7,4
8	103,3	62,7	34,3	18,4	10,3	5,4	40,6	18,1	6,8
9	56,1	26,9	5,2	17,0	10,3	5,1	42,3	19,7	8,1

Так, в вариантах 1; 4 и 7, где в почву в качестве органического удобрения был внесен только навоз и в вариантах 3; 6 и 9, где в почву кроме навоза была внесена бентонитовая глина для формирования водоаккумулирующего слоя, содержание легкогидролизующего азота в первый год исследований обеспечивало получение нормального урожая картофеля, но во второй и особенно в третий годы его содержание было низким и очень низким, что сказалось на продуктивности этой

культуры.

В вариантах 2; 5 и 8, где в почву, наряду с навозом, был внесен сапропель как органоминеральное удобрение, содержание легкогидролизуемого азота было наибольшим и почва в первый год исследований была средне обеспечена легкогидролизуемым азотом, во второй год его содержание обеспечило получение достаточно высокого урожая картофеля, а в третий год количество азота было очень низким, особенно при повышенных режимах предполивной влажности почвы.

Почва была средне обеспечена подвижным фосфором в первый год возделывания картофеля, а во второй год – средне обеспечена в вариантах 1-3 с уровнем предполивной влажности 70% НВ, а при других режимах влажности почвы – низко обеспечена. На третий год возделывания картофеля к периоду уборки клубней содержание подвижного фосфора уменьшилось до очень низкого уровня. Содержание подвижного фосфора имело тенденцию к увеличению при внесении в почву сапропеля.

Содержание подвижного калия в почве в первый год на период уборки клубней картофеля во всех вариантах находилось на уровне средней обеспеченности. К концу второго года его количество только в вариантах 1-3 соответствовало среднему уровню обеспеченности, а к концу третьего года почва характеризовалась очень низкой обеспеченностью этим элементом, особенно в вариантах с высоким уровнем предполивной влажности почвы.

Таким образом, на фоне одноразового внесения в почву навоза, а также сапропеля и глины, для формирования водоаккумулирующего слоя необходимо дополнительно применять минеральные удобрения во второй и третий годы исследований в дозах, рассчитанных по выносу питательных веществ урожаем. При этом более высокие дозы минеральных удобрений рекомендуют вносить на участках с более высоким уровнем предполивной влажности почвы.

Внесение в почву сапропеля способствовало значительно повышению содержания в почве легкогидролизуемого азота. Поэтому в вариантах с применением сапропеля в первые два года в почве содержалось достаточное количество легкогидролизуемого азота и только под урожай третьего года следует вносить азотные удобрения. По другим питательным элементам для получения высокой урожайности картофеля во второй и третий годы его возделывания необходимо дополнительное внесение минеральных удобрений, содержащих фосфор и калий. В вариантах, где использовали глину, несмотря на наличие в ней некоторого количества калия, для получения высокой урожайности картофеля во второй и третий годы требуется дополнительное внесение калийных удобрений.

Полученные данные (табл. 2) показали, что с повышением режима предполивной влажности почвы и созданием в верхнем слое почвы водоаккумулирующего слоя из природных компонентов, особенно из сапропеля, урожайность картофеля заметно увеличилась.

В среднем за годы исследований наиболее высокая урожайность картофеля получена в вариантах 5 и 8 при поддержании порога предполивной влажности на уровне 80 и 70-80-70 % НВ и внесении в верхний почвенный горизонт сапропеля. Здесь урожайность картофеля была выше контроля (вар. 1) на 35,0-39,9%. При всех изучаемых режимах влажности почвы внесение в неё сапропеля приводило к увеличению урожайности картофеля на 2,0-2,5 т/га, или на 10,3-10,9%, а при внесении в почвенный слой бентонитовой глины – на 0,7-1,3 т/га, или на 3,8-5,8% по сравнению с вариантами без водоаккумулирующего почвенного слоя. Статистическая обработка данных урожайности показала, что в среднем за три года НСР_{0,5} по фактору А составляет 1,54 т/га, по фактору В – 0,89 и по взаимодействию факторов – 1,82 т/га. Полученные данные свидетельствуют о достоверности и эффективности вариантов 8 и 5 с уровнем предполивной влажности 70-80-70 и 80% НВ, что подтверждается расчетами биоэнергетической и экономической эффективности капельного орошения картофеля.

2. Урожайность клубней картофеля при капельном орошении, т/га

№ варианта	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	Среднее	Отклонение от контроля	
					т/га	%
1	21,4	19,6	13,9	18,3	-	100
2	24,3	21,3	15,3	20,3	2,0	110,9
3	22,3	20,2	14,5	19,0	0,7	103,8
4	27,4	24,1	17,8	23,1	4,8	126,2
5	30,3	26,3	20,2	25,6	7,3	139,9
6	28,4	25,2	18,4	24,0	5,7	131,1
7	26,4	23,8	17,0	22,4	4,1	122,4
8	28,9	25,7	19,5	24,7	6,4	135,0
9	27,6	24,5	17,8	23,3	5,0	127,3
НСР _{0,5} по фактору А	1,23	1,14	0,91	1,54		
по фактору В	0,78	0,55	0,46	0,89		
по взаимодействию факторов А и В	1,52	1,27	1,04	1,82		

Экспериментальные данные также показали, что на фоне внесения в почву минеральных добавок заметно снижаются затраты оросительной воды и коэффициент водопотребления (табл. 3).

3. Затраты оросительной воды и коэффициент водопотребления картофеля в среднем за годы исследований

№ варианта	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление картофеля	Затраты оросительной воды	Коэффициент водопотребления
1	5970	6541	326,2	357,4
2	5666	6223	279,1	306,6
3	5692	6253	299,6	329,1
4	7040	7573	304,8	327,8
5	6621	7139	258,6	278,9
6	6651	7174	277,1	298,9
7	6445	6997	287,7	312,4
8	6082	6620	246,2	268,0
9	6111	6649	262,3	285,4

При всех уровнях предполивной влажности почвы внесение в почву сапропеля и бентонитовой глины в среднем снижало затраты оросительной воды, соответственно, на 14,7 и 10,7%, а коэффициент водопотребления – на 12,4 и 8,4% по сравнению с вариантами без водоаккумулирующего почвенного слоя. Следует отметить, что с увеличением уровня предполивной влажности почвы с 70 до 80% НВ затраты оросительной воды на единицу урожая и коэффициент водопотребления картофеля увеличились, соответственно, на 6,6-7,5 и 9,1-9,2%. При этом наименьшие показатели были зафиксированы при дифференцированном режиме предполивной влажности почвы 70-80-70 и 80% НВ на фоне внесения в почву сапропеля с целью формирования водоаккумулирующего слоя. В вариантах 8 и 5 затраты оросительной воды составляли, соответственно, 246,2 и 258,6 м³/т, а коэффициент водопотребления – 268 и 278,9 м³/т. Использование бентонитовой глины для формирования водоаккумулирующего слоя повышало расход оросительной воды на 1 т урожая и значение коэффициента водопотребления в среднем на 4% по сравнению с сапропелем. Следовательно, наиболее благоприятные условия для экономного и эффективного использования воды на формирование урожая картофеля создаются при дифференцированном пороге предполивной влажности почвы 70-80-70% НВ на фоне внесения в почву 11,43 т/га сапропеля раз в три года для формирования водоаккумулирующего слоя.

Таким образом, внесение в почву навоза в дозе 50 т/га раз в три года вследствие высокой его минерализации в жаркой полупустынной зоне Омана снабжает почву достаточным количеством питательных элементов в основном в первый год

возделывания картофеля и частично во второй год. Однако формирование водоаккумулирующего почвенного слоя из сапропеля повышало содержание в верхнем слое почвы доступного азота и частично фосфора, что сказывается на величине урожая картофеля. Это необходимо учитывать при планировании доз минеральных удобрений. С учетом экономного расходования оросительной воды при наименьших значениях коэффициента водопотребления картофеля наиболее благоприятные условия влагообеспеченности и питания растений достигаются при ее формировании с дифференциацией предполивной влажности почвы по межфазным периодам на

уровне 70-80-70% НВ. При этом в качестве водоаккумулирующего слоя следует использовать сапропель, который повышает урожайность картофеля на 10-13%.

Литература

1. Андрианов А.Д., Андрианов Д.А., Костин В.И. Капельное орошение картофеля. Орошение земель в обеспечении продовольственной безопасности России. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2008. – С. 35-40.
2. Bisconer I. Sub-surface micro-irrigation of potatoes in Colorado / I. Bisconer. – St. Joseph, Mich, 1987. – 6 с.
3. Simmone E. Evaluation of an irrigation scheduling model for dripirrigated potato in southern United States / E. Simmone, N. Oukrim, A. Caylor // Hort Science. – 2002. – Vol. 37. – N 1. – P. 104-107.

FORMATION OF THE NUTRITIVE REGIME OF SOILS IN THE ARID ZONE AT THE DROP IRRIGATION OF POTATO PLANTS

Yu.I. Sukharev¹, A.V. Shuravilin², Tabuk Musallam Akhmed²

¹*Moscow State University of Environmental Engineering, ul. Pryanishnikova 19, Moscow, 127550 Russia*

²*People's Friendship University of Russia, ul. Mikluho-Maklaya 8/2, Moscow, 117198 Russia*

The nutritive regime of sandy semidesert soils of Oman have been studied at the drop irrigation of potato plants. The effect of the levels of moistening and the formation of a water heat-sink layer composed of sapropel and bentonitic clay on the fertility of soils and the economical expenditure of water has been assessed.

Keywords: soil, nutritive regime, drop irrigation, moisture, potato, manure, sapropel, bentonitic clay, productivity.