

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
КАРТОФЕЛЯ В ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ОМАНА**

*Н.Н. Бушув¹, к.б.н., А.В. Шуравилин², д.с.-х.н., Табук Мусалем Ахмед²
¹МГТУ им. Н.Э. Баумана, ²Российский университет дружбы народов*

Установлено, что формирование водоаккумулирующего слоя из сапропеля и голубой глины обеспечивает уменьшение числа поливов и оросительной нормы, а также способствует снижению водопотребления картофеля. Выявлено, что при повышении уровня влагообеспеченности с 70 до 80% НВ урожайность картофеля увеличивается на 26,2%. Доказано, что внесение сапропеля приводит к увеличению урожайности на 11-13%, а голубой глины – на 4-5%.

Ключевые слова: капельное орошение, сапропель, голубая глина, картофель, водопотребление, урожайность.

При орошении картофеля в Омане используют в основном дождевание и полив по бороздам. Капельное орошение применяют на небольших площадях без научного обоснования. В то же время многочисленными исследованиями [1-3] свидетельствуют о высокой экономической и экологической эффективности капельного орошения, при котором обеспечивается экономия оросительной воды. В связи с острым дефицитом водных ресурсов разработка технологии капельного орошения картофеля на легких почвах Омана с созданием водоаккумулирующего слоя, повышающего водоудерживающую способность почв, является актуальным направлением научных исследований.

Цель исследований – разработать научно обоснованную водосберегающую технологию капельного орошения картофеля, возделываемого на легких полупустынных почвах Омана на основе создания водоаккумулирующего слоя с использованием минеральных добавок, обеспечивающих повышение влагоемкости почвы.

Методика. Исследования проводили в 2009-2012 гг. на землях сельскохозяйственной исследовательской станции Нежд, расположенной в центре плато Нежд, в южной части провинции Дофар. За период вегетации температура воздуха составляла 24,1-24,7 °С при среднемноголетней 24,3°С. Осадков за декабрь – апрель выпадало 4,1-5,8 мм при норме 4,5 мм. Дефицит естественного увлажнения по годам исследования изменялся в пределах 1400,9-1446,2 мм и мало отличался от среднемноголетнего показателя.

Почвы – полупустынные серо-коричневые целинные, представлены легкими супесями, ограничено пригодные для сельскохозяйственного использования. Плотность сложения в слое почвы 0-30 см – 1,42 г/см³. Почвы щелочные (рН 7,9), бедные органическим веществом и питательными элементами. В слое почвы 0-30 см содержание гумуса – 0,015%, общего азота – 0,01%, доступного фосфора – 3,14 мг/кг и обменного калия – 2-4 мг/кг почвы. Содержание карбоната кальция в почве очень высокое – более 40-50%. Почвы незасоленные.

Полевой опыт заложен в трёхкратной повторности в соответствии с методикой Б.А. Доспехова. Схема опыта приведена в таблице 1.

1. Схема полевого опыта при капельном орошении

№ п/п	Режим предполивной влажности почвы (фактор А)	Субстрат (фактор В)
1	70% НВ в течение вегетации	Почва без минеральных добавок (контроль)
2		Почва + сапропель, 200 г/растение
3		Почва + голубая глина, 200 г/растение
4	80% НВ в течение вегетации	Почва без минеральных добавок
5		Почва + сапропель, 200 г/растение
6		Почва + голубая глина,

		200 г/растение
7	Дифференцированный	Почва без минеральных добавок
8	режим по межфазным периодам 70–80–70% НВ	Почва + сапропель, 200 г/растение
9		Почва + голубая глина, 200 г/растение

Примечание. Межфазные периоды: 1-й посадка – начало бутонизации», 2-й – начало бутонизации – окончание роста ботвы, 3-й – окончание роста ботвы – техническая спелость клубней.

Во всех вариантах опыта рельеф, почвенные и гидрогеологические условия были идентичны. В процессе исследований использовали общепринятые и современные методики. Агротехника картофеля в опыте общепринятая для условий Омана с дополнением изучаемых приемов. Перед закладкой опыта в почву во все варианты внесено по 50 т/га навоза, в варианты 2, 5 и 8 вносили по 11,4 т/га (или 200 г/растение) сапропеля, а в варианты 3, 6 и 9 – голубую глину в той же дозе. Применяли гребневую схему посадки 70 × 25 см. Расчетный слой почвы по межфазным периодам принимали 0,4–0,5 м, расстояния между капельными трубопроводами – 70 см, а между капельницами – 25 см. Расход капельницы составлял 1,50 л/ч. Воду для орошения брали из артезианской скважины.

Результаты и их обсуждение. В зависимости от режима предполивной влажности почвы и природных компонентов изменялись число поливов и оросительная норма (табл. 2). Наибольшее число поливов и наибольшая оросительная норма отмечены в вариантах 1; 4 и 7 без формирования водоаккумулирующего слоя.

2. Распределение поливов и оросительной воды по фазам развития картофеля при капельном орошении (в среднем за три года)

№ варианта	Посадка - всходы	Всходы - начало бутонизации	Начало бутонизации - полное цветение	Цветение - окончания роста ботвы	Окончание роста ботвы - техническая спелость клубней	Всего за вегетацию
1	6,3/788	11,3/1321	5/696	14/2019	8/1146	44,7/5970
2	6/825	10,7/1226	5/747	11,3/1691	8/1177	41,0/5666
3	6/827	11/1287	5,3/770	12/1774	7/1034	41,3/5692
4	11,3/1026	20,7/1557	10,3/950	21,3/2009	16/1498	79,7/7040
5	10,3/961	20,3/1520	9,3/864	19,7/1870	15/1406	74,7/6621
6	10,3/955	20,3/1526	9,3/871	20,0/1878	15,3/1421	75,3/6651
7	8/1007	12,3/1422	9,7/910	18,3/1710	9,3/1396	57,7/6445
8	7/952	12,3/1445	7,7/731	18,3/1709	8,3/1245	53,7/6082
9	7/947	13/1517	8/743	17,3/1628	8,7/1276	54/6111

Примечание. В числителе – число поливов, в знаменателе – объем оросительной воды, м³/га.

При всех режимах предполивной влажности почвы создание водоаккумулирующего слоя из сапропеля способствовало снижению числа поливов на 4-5 и объема оросительной воды на 5,1-6,0%, а из глины, соответственно, на 3-4 и 4,7-5,5%. Сапропель и голубая глина примерно одинаково снижали затраты оросительной воды.

В зависимости от фазы развития картофеля меняли поливные нормы. При режиме предполивной влажности почвы 70% НВ они варьировали в пределах 122-146 м³/га, при 80% НВ – 75-95 и при дифференцированном режиме 70-80-70% НВ – 93-150 м³/га.

В вегетационный период капельное орошение картофеля проводили через 1-3 дня. С увеличением предполивной влаж-

ности почвы интервалы между поливами сокращали. Так, при режиме влажности почвы 70% НВ период между поливами составлял 1,5-3 сут, а при режиме влажности 80% НВ поливы проводили через 1-2 дня. При дифференцированном режиме орошения (вар. 7-9) межполивные интервалы изменяли в пределах 1,6-2,4 сут. Создание водорегулирующего слоя из сапропеля и глины при всех режимах увлажнения увеличивало продолжительность межполивного интервала на 0,1-0,3 сут. В фазе цветение – окончание роста ботвы, которая для картофеля по влагообеспеченности является критической, поливы при всех режимах влажности почвы проводили через 1-2 дня.

Распределение оросительной нормы по фазам развития картофеля показало, что наибольшая доля оросительной воды приходится на фазу начало цветения – окончание роста ботвы – 26,5-33,8%, а меньше всего – на фазу посадка – всходы (13,2-15,6%) и бутонизация – начало цветения (11,7-14,1%). Во все фазы роста и развития картофеля влажность и влагозапасы в расчетном слое почвы соответствовали заданному предполивному режиму, предусмотренному схемой опыта.

Водопотребление картофеля при капельном орошении возрастает с увеличением влагообеспеченности растений и снижается в вариантах с внесением в почву сапропеля и голубой глины (табл. 3). Повышение режима предполивной влажности почвы с 70 до 80% НВ приводило к увеличению суммарного и среднесуточного водопотребления. При создании водоаккумулирующего слоя сапропеля суммарное водопотребление снижалось в среднем на 318 м³/га, или на 4,9% при влажности 70% НВ и на 434 м³/га, или на 5,7% при влажности 80% НВ. Эти показатели составили, соответственно, 288 м³/га, или 4,4% и 399 м³/га, или 5,6% при создании водоаккумулирующего слоя из голубой глины.

В вариантах с дифференцированным режимом предполивной влажности почвы водоаккумулирующий слой из сапропеля снижал суммарное водопотребление в среднем на 5,4%, а из голубой глины – на 5%. С повышением режима предполивной влажности с 70 до 80% НВ суммарное водопотребление картофеля в варианте 4 без водоаккумулирующего слоя увеличилось в среднем за 3 года на 15,8%, а в вариантах 5 и 6 с внесением сапропеля и голубой глины снизилось на 14,7%.

Полученные данные показали, что максимальное водопотребление картофеля совпадает с периодом активного клубнеобразования. В этот период опасны перерывы в водообеспечении растений.

3. Суммарное водопотребление в основные фазы роста и развития картофеля при капельном орошении (в среднем за три года)

№ варианта	Посадка – всходы	Всходы – начало бутонизации	Начало бутонизации – полное цветение	Цветение – окончание роста ботвы	Окончание роста ботвы – техническая спелость клубней	Всего
1	973/57,2	1335/44,5	702/58,5	2033/75,3	1499/60,0	6541/58,9
2	1008/59,3	1236/41,2	756/58,2	1704/60,9	1519/60,8	6223/55,1
3	1007/59,2	1300/43,3	777/59,8	1794/66,4	1375/55,0	6253/55,8
4	1144/67,3	1567/52,3	974/69,6	2012/71,9	1876/75,0	7573/65,9
5	1072/63,1	1542/49,7	876/62,6	1880/62,7	1769/70,8	7139/61,0
6	1068/62,8	1539/49,6	890/63,6	1888/65,1	1789/71,6	7174/61,8
7	1187/69,8	1436/47,9	854/65,7	1724/61,6	1796/71,8	6997/61,9
8	1103/64,9	1482/47,8	688/49,1	1719/61,4	1628/65,1	6620/57,6
9	1101/64,8	1556/50,2	695/53,5	1638/58,5	1659/66,4	6649/58,3

Примечание. В числителе – водопотребление (м³/га) за фазу, в знаменателе – за 1 сутки.

Повышение режима предполивной влажности почвы приводило к увеличению водопотребления практически во все рассматриваемые фазы роста и развития картофеля. При этом внесение сапропеля и голубой глины для формирования водоаккумулирующего слоя способствовало снижению водопотребления.

Анализ статей водного баланса в суммарном водопотреблении картофеля показал, что наибольшее количество воды (91-93%) поступает растениям от оросительной нормы. При этом удельный вес осадков, используемых запасов почвенной влаги и оросительной воды в суммарном водопотреблении

изменялся мало и в среднем составил, соответственно, 0,8; 7,2 и 92%. Внесение в почву сапропеля и глины приводило к существенному снижению используемых запасов почвенной влаги, но при этом отмечались тенденция к увеличению их доли в суммарном водопотреблении и снижение объема оросительной воды на 5,5-6,0%.

Полученные данные (табл. 4) показали, что с повышением режима предполивной влажности и созданием в верхнем слое почвы водоаккумулирующего слоя заметно увеличилась урожайность картофеля. Наиболее высокая урожайность картофеля (выше контроля на 35-39,9%) получена в вариантах 5 и 8 при внесении сапропеля. При всех изучаемых режимах влажности почвы внесение в почву 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 голубой глины – на 0,7-1,3 т/га, или на 3,8-5,8%.

Товарность клубней картофеля была достаточно высокой и по вариантам опыта изменялась от 82,2 до 89,5%. Наиболее высокая товарность клубней (88,6-89,5%) отмечена при режимах предполивной влажности почвы 80 и 70-80-70% НВ и внесении сапропеля. Наименьшая товарность клубней (82,2%) была на контроле.

4. Урожайность клубней картофеля при капельном орошении

№ варианта	Урожайность, т/га				Отклонение от контроля	
	2009/2010	2010/2011	2011/2012	в среднем	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 ₀₅ : 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	

При повышении порога предполивной влажности почвы на 10% товарность клубней повышалась на 1,9-2,8%, а формирование водоаккумулирующего слоя из сапропеля и голубой глины увеличивало товарность клубней, соответственно, на 4,5-4,7 и 1,3-2,1%. При капельном орошении и возделывании картофеля без минеральных удобрений полученная продукция во всех вариантах опыта оставалась практически не загрязненной нитратами.

На фоне внесения в почву минеральных добавок заметно снижаются затраты оросительной воды и коэффициент водопотребления. При всех режимах предполивной влажности почвы внесение в почву сапропеля и голубой глины 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 слоя. Наиболее благоприятные условия для экономного использования воды и формирования урожая картофеля создаются при дифференцированном режиме предполивной влажности почвы 70-80-70% НВ на фоне внесения 11,43 т/га сапропеля, который повышает урожайность картофеля на 10-13%.

Выводы. Таким образом, на легких полупустынных почвах Омана рекомендуется формировать водоаккумулирующий почвенный слой из природных материалов, повышающих водоудерживающую способность почв и обеспечивающих более экономное расходование оросительной воды при капельном орошении картофеля. При формировании водоаккумулирующего слоя из сапропеля затраты оросительной воды снижаются на 5,1-6,0%, а из голубой глины – на 4,9-5,2%, а урожайность повышается, соответственно, на 11-13 и 3-5%, т.е. сапропель значительно эффективнее голубой глины. Наибольшая урожайность картофеля (25,6 т/га) получена при внесении сапропеля и режиме предполивной влажности

почвы 80% НВ. При этом продукция высокого качества: клубни картофеля не загрязнены нитратами и имеют высокую товарность (до 90%). С повышением предполивной влажности почвы с 70 до 80% НВ урожайность картофеля увеличивается на 26,2%.

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. – St. Joseph, Mich, 1987. – 6 p. 3. Simone E., Oukrim N., Caylor A. Evaluation of an irrigation scheduling model for dripirrigated potato in southern United States // HortScience, 2002, vol. 37, № 1, p. 104-107.

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES OF POTATO CULTIVATION IN THE SOIL-ECOLOGICAL CONDITIONS OF OMAN

N.N. Bushuev¹, A.V. Shuravilin², Tabuk Musalem Ahmed²

¹Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya 5, Moscow, 105005 Russia

²People's Friendship University of Russia, ul. Miklukho-Maklaya 6, Moscow, 117198 Russia

It has been found that the formation of water-accumulating layer of sapropel and blue clay provides a reduction in the number of irrigation events and irrigation rate and decreases the consumption of water by potatoes. It has been revealed that when the level of moisture increased from 70 to 80% of minimal water capacity, the potato yields increased by 26.2%. It has been proved that the application of sapropel increases the yield by the 11–13% and the application of blue clay increases it by 4–5%.

Keywords: drop irrigation, sapropel, blue clay, potatoes, water consumption, crop yield, Oman.