

Из таблицы 2 видим, что для того чтобы промочить слой в 40 см среднесуглинистой почвы, необходимо выдать поливную норму 275 м<sup>3</sup>/га (достоковая поливная норма для ДДН-70 при этих условиях составляет 237 м<sup>3</sup>/га). В свою очередь, комплект подкоронового орошения с дефлекторными насадками в этих же условиях может выдать поливную норму 610 м<sup>3</sup>/га без образования поверхностного стока [5]. Это подтверждает высокую экологическую безопасность применения такого комплекта.

#### Выводы

Разработанный комплект способен обеспечить создание и поддержание в почве оптимальной для роста и развития растений влажности, сохраняющей структуру и водопрочность почвенных агрегатов и плодородие почвы, не допустить процесса лужеобразования, поверхностного стока и водной эрозии почвы, исключить перувлажнение почвы и глубинные сбросы оросительной воды за пределы зоны аэрации, являющиеся причиной пополнения и подъема грунтовых вод, засоления и заболачивания орошаемых земель.

1. Ирригационный комплект для подкоронового орошения садов: патент на полезную модель № 112596 / Н. А. Мищенко, А. А. Алдошкин, А. Г. Пономарев; зарегистрирован в Государственном реестре

полезных моделей РФ 20.01.2012. – Бюл. № 2.

2. Ерхов Н. С. Допустимая интенсивность искусственного дождя // Гидротехника и мелиорация. – 1967. – № 5. – С. 74–76.

3. Ильин Н. Л., Соломин И. А. О значении режима орошения с учетом впитывающей способности почв // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1983. – № 11. – С. 117–122.

4. Ваняян С. С., Меньших А. М., Сосонов В. С. Оптимальные решения орошения. – М.: Россельхозиздат, 1985. – С. 98–102.

5. Ольгаренко Г. В., Алдошкин А. А. Научно-методические рекомендации по проектированию и эксплуатации оросительных систем при дождевании на агроландшафтах различной топографии. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 112 с.

Материал поступил в редакцию 15.01.14.

*Ольгаренко Геннадий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор*

*Тел. 8 (496) 61704-74*

*E-mail: olgarenko@mail.ru*

*Мищенко Николай Андреевич, старший научный сотрудник*

*Тел. 8 (926) 598-68-33*

*E-mail: mna61rus@mail.ru*

УДК 502/504:631.6(075.8)

## А. В. ШУРАВИЛИН, ТАБУК МУСАЛЛАМ АХМЕД

Российский университет дружбы народов, Москва

## Т. И. СУРИКОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

## ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ОМАНА

*Проведены полевые эксперименты по капельному орошению картофеля в условиях Омана для разных уровней предполивной влажности почвы и при создании водоаккумулирующего слоя из природных материалов – сапропеля и голубой глины.*

*Капельное орошение, картофель, нормы и сроки поливов, влажность почвы, водоаккумулирующий слой почвы.*

*Field experiments were carried out on potato drip irrigation under the conditions of Oman for different levels of pre-irrigation soil moisture and at creation of a water storage layer of natural materials – sapropel and blue clay.*

*Drip irrigation, potato, norms and time terms of irrigation, soil moisture, water storage soil layer.*

До настоящего времени малообъемные способы орошения применяются в Омске на небольших площадях без научного обоснования, хотя в условиях острого дефицита водных ресурсов они являются одним из основных путей получения гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур [1–3]. В проведенных авторами исследованиях капельного орошения картофеля также применен способ увеличения водоудерживающей способности почвы путем создания водоаккумулирующего слоя из природных добавок – сапропеля и голубой глины.

Полученные данные по режиму капельного орошения картофеля в зависимости от предполивной влажности почвы и

наличия водоаккумулирующего слоя приведены в таблице 1. Из них следует, что при поддержании нижнего предела предполивной влажности почвы на 70 % НВ (варианты 1...3) число поливов изменялось от 40 до 46, а оросительная норма – от 5476 до 6184 м<sup>3</sup>/га. При рассматриваемом режиме влажности почвы в контрольном варианте 1 без природных добавок в почву за вегетационный период было проведено 44...46 поливов, при внесении в почву сапропеля (вариант 2) число поливов уменьшилось до 40...41, при внесении голубой глины (вариант 3) – 41...42. Внесение сапропеля и голубой глины способствовало снижению средней оросительной нормы соответственно на 5,1 и 4,7 %.

Таблица 1

Распределение поливов и оросительной воды по фазам развития картофеля при капельном орошении

Номер варианта	Посадка – всходы		Всходы – начало бутонизации		Начало бутонизации – полное цветение		Цветение – окончание роста ботвы		Окончание роста ботвы – техническая спелость клубней		Всего за вегетацию	
	Число поливов	Объем по-данной воды, м <sup>3</sup> /га	Число поли-вов	Объем по-данной воды, м <sup>3</sup> /га	Число поли-вов	Объем по-данной воды, м <sup>3</sup> /га	Число поли-вов	Объем по-данной воды, м <sup>3</sup> /га	Число поли-вов	Объем по-данной воды, м <sup>3</sup> /га	Число поли-вов	Объем по-данной воды, м <sup>3</sup> /га
2009/2010 год												
1	6,0	754	11,0	1283	5,0	667	14,0	1976	8,0	1125	44,0	5805
2	6,0	803	10,0	1182	5,0	708	11,0	1648	8,0	1135	40,0	5476
3	6,0	799	11,0	1245	5,0	747	12,0	1739	7,0	1002	41,0	5532
4	11,0	997	20,0	1503	10,0	923	21,0	1965	16,0	1456	78,0	6844
5	10,0	936	20,0	1471	9,0	825	19,0	1832	15,0	1382	73,0	6446
6	10,0	943	20,0	1484	9,0	842	19,0	1826	15,0	1373	73,0	6468
7	7,0	075	12,0	1386	9,0	864	18,0	1683	9,0	1356	55,0	6264
8	7,0	921	12,0	1414	7,0	688	18,0	1676	8,0	1212	52,0	5911
9	7,0	908	13,0	1481	8,0	712	17,0	1594	8,0	1258	53,0	5953
2010/2011 год												
1	7,0	815	12,0	1374	5,0	751	14,0	2072	8,0	1172	46,0	6184
2	6,0	858	11,0	1263	5,0	768	12,0	1753	8,0	1216	42,0	5858
3	6,0	862	11,0	1324	6,0	825	12,0	1802	7,0	1083	42,0	5896
4	12,0	1063	21,0	1598	11,0	992	22,0	2071	16,0	1537	82,0	7261
5	11,0	998	21,0	1569	10,0	911	20,0	1906	15,0	1444	77,0	6828
6	11,0	977	21,0	1563	10,0	924	21,0	1941	16,0	1465	79,0	6870
7	8,0	1032	13,0	1467	10,0	937	19,0	1754	10,0	1438	60,0	6628
8	7,0	984	13,0	1496	8,0	764	19,0	1747	9,0	1269	56,0	6260
9	7,0	976	13,0	1552	8,0	778	18,0	1673	9,0	1303	55,0	6282
2011/2012 год												
1	6,0	795	11,0	1306	5,0	670	14,0	2009	8,0	1141	44,0	5921
2	6,0	814	11,0	1233	5,0	765	11,0	1672	8,0	1180	41,0	5664
3	6,0	820	11,0	1292	5,0	738	12,0	1781	7,0	1017	41,0	5648
4	11,0	1018	21,0	1570	10,0	935	21,0	1991	16,0	1501	79,0	7015
5	10,0	949	20,0	1520	9,0	856	20,0	1872	15,0	1392	74,0	6589
6	10,0	945	20,0	1531	9,0	847	20,0	1867	15,0	1425	74,0	6615
7	9,0	1005	12,0	1417	10,0	929	18,0	1717	9,0	1375	58,0	6443
8	7,0	951	12,0	1425	8,0	741	18,0	1704	8,0	1254	53,0	6075
9	7,0	957	13,0	1518	8,0	739	17,0	1617	9,0	1267	54,0	6098
Среднее за три года												
1	6,3	788	11,3	1321	5,0	696	14,0	2019	8,0	1146	44,7	5970
2	6,0	825	10,7	1226	5,0	747	11,3	1691	8,0	1177	41,0	5666
3	6,0	827	11,0	1287	5,3	770	12,0	1774	7,0	1034	41,3	5692
4	11,3	1026	20,7	1557	10,3	950	21,3	2009	16,0	1498	79,7	7040
5	10,3	961	20,3	1520	9,3	864	19,7	1870	15,0	1406	74,7	6621
6	10,3	955	20,3	1526	9,3	871	20,0	1878	15,3	1421	75,3	6651
7	8,0	1007	12,3	1422	9,7	910	18,3	1710	9,3	1396	57,7	6445
8	7,0	952	12,3	1445	7,7	731	18,3	1709	8,3	1245	53,7	6082
9	7,0	947	13,0	1517	8,0	743	17,3	1628	8,7	1276	54,0	6111

Поддержание предполивной влажности почвы 80 % НВ в вариантах 4...6 потребовало более частых поливов и увеличения оросительных норм. В варианте 4 без водоаккумулирующего слоя оросительная норма изменялась в пределах 6844...7261 м<sup>3</sup>/га, а число поливов 78...82. Водоаккумулирующий слой способствовал снижению числа поливов на 4...5 и оросительной нормы на 5,5...6,0 %. В вариантах 7...9 с режимом предполивной влажности почвы 70...80...70 % НВ число поливов и оросительная норма были больше по сравнению с вариантом 70 % НВ, но меньше, чем при предполивной влажности 80 % НВ.

При всех изучаемых режимах влажности почвы распределение числа поливов и объемы подачи оросительной воды заметно изменялись по фазам развития растений. Наибольшее число поливов и наибольший объем подачи оросительной воды отмечались в фазу «начало цветения – окончание роста ботвы». Наличие водоаккумулирующего слоя снижало число поливов и объем поданной воды, при этом большее снижение характерно для сапропеля. По фазам развития картофеля объем оросительной воды при внесении в почву природных добавок последовательно снижался в среднем на 6,2; 2,2; 8,64; 6,7 и 5,6 %.

На рисунках 1 и 2 приведены графики зависимостей числа поливов и оросительной нормы от уровня влагообеспечения и биоэнергетического потенциала природных компонентов. Приведенные графики можно выразить в виде уравнений:

$$n = a + b/W^2 + c \cdot i + d \cdot e^{i/k_y},$$

где  $n$  – число поливов;  $W$  – индекс уровня влагообеспечения;  $i$  – индекс биоэнергетического потенциала природной добавки; коэффициенты  $a = -5460$ ,  $b = -716593$ ,  $c = 47$ ,  $d = 5649$ ,  $k_y = -115,7$  установлены по экспериментальным данным; коэффициент детерминации  $R^2 = 0,85$ ;

$$Q = a + b \cdot W + c \cdot W^2 + d \cdot i + e \cdot i^2,$$

где  $Q$  – оросительная норма, м<sup>3</sup>/га;  $W$  – индекс уровня влагообеспечения;  $i$  – индекс биоэнергетического потенциала природной добавки; коэффициенты  $a = 12634$ ,  $b = -264$ ,  $c = 2,4$ ,  $d = -97$ ,  $e = 6,1$  установлены по экспериментальным данным;

коэффициент детерминации  $R^2 = 0,87$ .

Индекс уровня водообеспечения принимался по режиму предполивной влажности почвы 70 % НВ, 70...80...70 % НВ, 80 % НВ, а индекс биоэнергетического потенциала природных добавок условно принимался 5 т/га для голубой глины и 10 т/га для сапропеля.

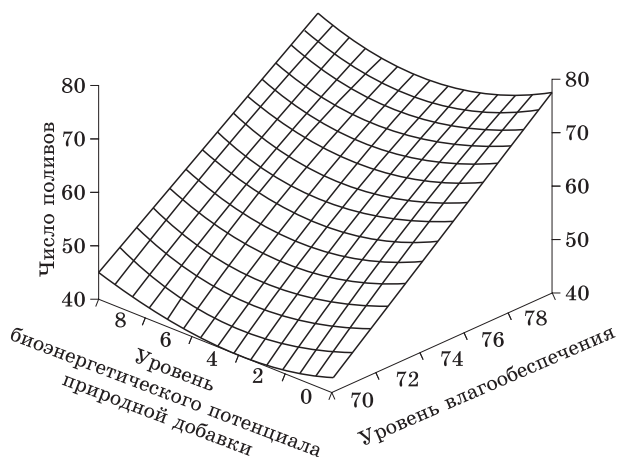


Рис. 1. График зависимости потребного числа капельных поливов картофеля от уровня влагообеспечения и биоэнергетического потенциала природной добавки

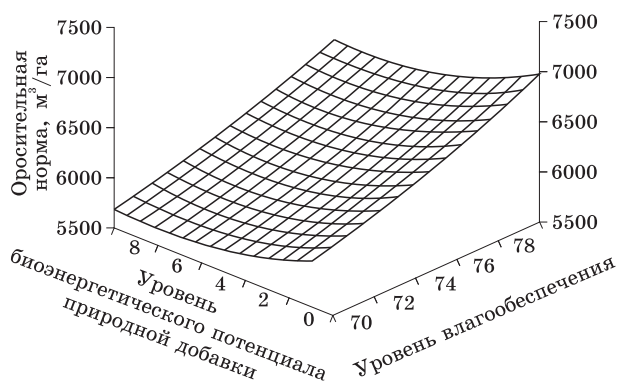


Рис. 2. График зависимости оросительной нормы от уровня влагообеспечения и биоэнергетического потенциала природной добавки

В зависимости от фазы развития картофеля изменялись поливные нормы. При режиме влажности почвы 70 % НВ они составляли 134,0...138,0 м<sup>3</sup>/га, в вариантах 4...6 с режимом предполивной влажности почвы 80 % НВ поливные нормы заметно уменьшались, при дифференцированном режиме капельного орошения (варианты 7...9) поливные нормы варьировали в пределах

111,7...113,3 м<sup>3</sup>/га.

Капельное орошение картофеля проводилось через 1–3 дня в зависимости от режима предполивной влажности почвы, фазы развития, наличия водоаккумулирующего слоя. С увеличением предполивной влажности почвы интервалы между поливами сокращались. В вариантах 1...3 они составляли 2,3–2,6 сут, в вариантах 4...6 – 1–2 дня, при дифференцированном режиме орошения (варианты 7...9) межполивные периоды составляли 1,8–2 сут. Водоаккумулирующие слои увеличивали межполивные интервалы на 0,2–0,3 сут во всех вариантах.

По вариантам опыта изменялось время одного полива и продолжительность непрерывной работы капельной системы орошения. При режиме влажности почвы 70 % НВ продолжительность непрерывной работы капельной системы составила 66–70 ч. Использование сапропеля и голубой глины снижало продолжительность работы капельной системы в среднем на 3,6 и 3,3 ч. В вариантах 4...6 по фазам развития картофеля продолжительность одного полива в среднем составляла 65; 53; 65; 66 и 65 мин, а непрерывной работы капельной системы – 77–82 ч. В вариантах 7...9 один полив составлял 78–79 мин, а время проведения всех поливов – 71–75 ч. В вариантах с водоаккумулирующим слоем продолжительность непрерывной работы капельной системы в течение вегетации уменьшалась в среднем на 4 ч.

Распределение оросительной нормы по фазам развития картофеля изменялось по вариантам опыта. Наибольшая доля подачи оросительной воды приходилась на фазу «начало цветения – окончание роста ботвы» (26,5...33,8 %), меньше всего – на фазы «посадка – всходы» (13,2...15,6 %) и «бутонизация – начало цветения» (11,7...14,1 %).

Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом ежегодно после влагозарядкового полива затоплением и посадки картофеля, в конце каждой фазы вегетации и в период уборки картофеля. В послепосадочный период она регистрировалась ежеднев-

но тензиометрами. Результаты определения влажности и влагозапасов в слое почвы 0,5 м в начале и конце вегетации приведены в табл. 2. Влажность почвы после посадочного полива соответствовала наименьшей влагоемкости. На период уборки картофеля влажность почвы и влагозапасы составили 51,3...60,3 % НВ, а запасы влаги – 57,6...67,7 мм. При режиме предполивной влажности почвы 80 % НВ (варианты 4...6) влажность почвы и влагозапасы к концу вегетации увеличились. В варианте 4 без аккумулялирующего слоя влажность составляла 56,8 % НВ, влагозапасы – 63,8 мм. При наличии водоаккумулирующего слоя отмечено повышение влажности почвы до 57,7...58,1 % НВ и влагозапасов – до 64,8...65,3 мм. Аналогичная картина прослеживалась и при режиме предполивной влажности почвы 70...80...70 % НВ. На период уборки она составляла 55,1...56,4 % НВ, а запасы влаги 61,9...63,3 мм, в эту фазу водоаккумулирующий слой обеспечил увеличение влажности почвы на 1...3 % НВ и запасов влаги на 1...4 мм.

В целом заметные изменения запасов влаги в слое почвы 0,5 м при капельном орошении картофеля отмечались только в первую и последнюю фазы – на 10...17,4 и 34,0...39,9 мм соответственно. Отклонения фактической влажности почвы перед поливами от заданного нижнего порога предполивной влажности почвы изменялись в пределах  $\pm 0,9...3$  % по НВ в 2009/2010 году,  $\pm 0,8...3$  % по НВ в 2010/2011 году и  $\pm 0,9...2,7$  % НВ в 2011/2012 году.

Наибольшая урожайность картофеля (в среднем 25,6 т/га) получена на фоне водоаккумулирующего слоя из сапропеля при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ и при дифференцированном режиме орошения 70...0...70 % НВ (24,7 т/га) при высокой товарности клубней картофеля (88,6...9,5 %). Урожайность картофеля увеличивается с повышением уровня влагообеспеченности с 70 до 80 % НВ на 26,2 %. На фоне внесения сапропеля урожайность возрастает на 11...13 %, при внесении голубой глины – на 4...5 %.

Влажность и влагозапасы в корнеобитаемом слое почвы на периоды посадки и уборки картофеля

Номер варианта	2009/2010 год			2010/2011 год			2011/2012 год			Среднее значение за 3 года		
	% массы	% НВ	мм	% массы	% НВ	мм	% массы	% НВ	мм	% массы	% НВ	мм
На период посадки картофеля												
1...9	15,6	100	112	15,6	100	112	15,6	100	112	15,6	100	112
На период уборки картофеля												
1	8	51,3	57,6	8,2	52,6	59,0	8,8	56,4	63,4	8,3	53,4	60,0
2	8,2	51,3	59,0	8,4	53,8	60,5	9,0	57,7	64,8	8,5	54,7	61,4
3	8,2	52,6	59,0	8,4	53,8	60,5	8,8	56,4	63,4	8,5	54,3	61,0
4	8,6	52,6	61,9	8,8	56,4	63,4	9,2	59,0	66,2	8,7	56,8	63,8
5	8,8	56,4	63,4	9,0	57,7	64,8	9,4	60,3	67,7	9,0	58,1	65,3
6	8,8	56,4	63,4	9,0	57,7	64,8	9,2	59,0	66,2	9,0	57,7	64,8
7	8,4	53,8	60,5	8,4	53,8	60,5	9,0	57,7	64,8	8,6	55,1	61,9
8	8,6	55,1	61,9	8,6	55,1	61,9	9,2	59,0	66,2	8,8	56,4	63,3
9	8,6	55,1	61,9	8,6	55,1	61,9	9,2	59,0	66,2	8,8	56,4	63,3

### Выводы

При капельном орошении поливы картофеля целесообразно проводить при влажности в активном слое почвы 0,4...0,5 м до 80 % НВ на фоне формирования водоаккумулирующего слоя из сапропеля поливными нормами 89 м<sup>3</sup>/га с межполивным интервалом 1,4–1,5 сут и продолжительностью одного полива 52–66 мин. В зависимости от погодных условий вегетационного периода следует проводить 73...77 поливов оросительной нормой 6446...6828 м<sup>3</sup>/га.

1. Андрианов А. Д., Андрианов Д. А. Эффективность различных режимов капельного орошения при выращивании раннего картофеля // *Агро XXI*. – 2009. – № 4–6. – С. 44–46.

2. Григоров М. С., Жидков В. М., Заха-

ров В. В. Дифференцированный режим орошения картофеля при капельном поливе // *Картофель и овощи*. – 2009. – № 9. – С. 19–20.

3. Шляхов В. А., Самодуров В. Н., Коринец В. В. Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания картофеля при капельном орошении. – Астрахань, 2008. – 111 с.

Материал поступил в редакцию 05.04.13.

*Шуравилин Анатолий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение и земледелие» Тел. 8 (495) 334-11-73*

*Сурикова Тамара Ивановна, кандидат технических наук, профессор кафедры «Мелиорация и рекультивация» Тел. 8 (499) 482-66-62*

*Табук Мусаллам Ахмед, аспирант Тел. 8 (495) 334-11-73*