

УДК 502/504:631.6(075.8)

**А. В. ШУРАВИЛИН, Б. Б. БХАНДАРИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва

**Т. И. СУРИКОВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва

## **ВОДНЫЙ БАЛАНС ПОЧВЫ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ЛУКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ УВЛАЖНЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В УСЛОВИЯХ НЕПАЛА**

*В полевых условиях исследованы составляющие водного баланса почвы и водопотребление лука репчатого при капельном орошении на аллювиальных почвах в районе Тераи юга Непала при различных уровнях поддержания предполивной влажности почвы 90–80–70, 80–80–70, 80–70–60 % наименьшей влагоемкости (НВ) по межфазным периодам «посев – начало формирования луковиц – начало полегания – уборка». При водобалансовых расчетах учитывали поступление влаги из метрового слоя почвы, от осадков и поливов по межфазным периодам вегетации лука и в целом за вегетацию. Отмечается, что при высоком водообеспечении повышение урожайности на 1,5 % требует повышения затрат воды на единицу урожая на 7 %. Установлено, что целесообразным является вариант с режимом предполивной влажности 80–80–70 % НВ в расчетном слое почвы 30–40–40 см, имеющий хорошие показатели по урожайности и качеству продукции. При этом отмечается повышение урожайности лука на 4,6 % при повышении водопотребления на 1,2 %. Дальнейшее повышение урожайности лука с сохранением его качеств требует увеличения норм удобрений. Приведены опытные данные элементов водного баланса орошаемого поля по фазам развития репчатого лука и за вегетационный период в среднем за три года исследований. Выявленные особенности расходования влаги растениями лука рекомендуется учитывать при планировании водопользования и поливных режимов лука репчатого в засушливой зоне.*

*Непал, капельное орошение, лук, водный баланс почвы, водопотребление.*

*Under field conditions there were investigated components of the soil water balance and water consumption of bulb onion under drip irrigation on alluvial soils in the region of Terai of the south of Nepal under different levels of maintenance of a pre-irrigation soil moisture 90–80–70, 80–80–70, 80–70–60 % of the field moisture capacity (HB) on interphase periods «sowing – beginning of onions formation – beginning of lodging – harvesting». Under water balance calculations they took into account water flowing from a meter layer of soil, precipitation and irrigation on interphase periods of onion vegetation and in whole for a period of vegetation. It is stated that under a high water provision yield rising by 1,5 % requires higher water use per a unit of yield by 7 %. It is established that the variant with a regime with pre-irrigation moisture 80–80–70 % HB is feasible in the calculated soil layer 30–40–40 cm, it has good indicators on productivity and quality of the product. At the same time yield rising is noted by 4,6 % under water consumption growing by 1,2 %. Further onion yield rising with maintaining its characteristics needs increasing of fertilizers norms. There are given data of the elements of water balance of the irrigated field according to phases of development of bulb onion and for the vegetation period in average for three years of investigations. The revealed features of moisture consumption by onion plants are recommended to take into account when planning water consumption and irrigation regimes of the bulb onion in the arid zone .*

*Nepal, drip irrigation, onion, water balance of soils, water consumption.*

Исследования водопотребления лука репчатого при капельном орошении проведены на аллювиальных почвах в районе Тераи Федеративной Республики Непал

[1]. Водопотребление лука определялось в полевых условиях с использованием метода водного баланса при различных уровнях поддержания предполивной влажности по-

чвы [2–4]. При водобалансовых расчетах учитывали поступление влаги из метрового слоя почвы от осадков и оросительной воды по межфазным периодам вегетации лука и в целом за вегетационный период.

Поливные нормы назначались из расчета увлажнения активного слоя почвы 0,3...0,4 м в зависимости от межфазного периода и принятого в опыте нижнего предела предполивной влажности почвы до верхнего предела оптимального увлажнения до наименьшей влагоемкости (НВ). При капельном орошении это

не вызывало просачивания влаги за пределы корнеобитаемого слоя почвы. Средняя глубина грунтовых во на опытном участке составляла 2,56 м.

Опытные данные по элементам водного баланса орошаемого поля по фазам развития репчатого лука и в целом за вегетационный период в среднем за три года исследований приведены в таблице 1. В данной статье рассмотрены варианты опытов (№ 1, 4, 7), различающиеся только уровнями предполивной влажности: 90–80–70, 80–80–70, 80–70–60 % НВ.

Таблица 1

Элементы водного баланса при капельном орошении репчатого лука в среднем за три года (2010–2012 года), м<sup>3</sup>/га

Вариант	Статьи водного баланса	Межфазные периоды			Итого за вегетацию
		Посев – начало формирования луковиц	Начало формирования луковиц – начало полегания	Начало полегания – уборка	
1	Атмосферные осадки	0	35,3	105,7	141
	Приход из почвы	189,3	134,0	662,3	985,6
	Оросительная вода	1615,3	2349,3	925,7	4890,3
	Итого	1804,6	2518,6	1703,7	6016,9
4	Атмосферные осадки	0	35,3	105,7	141
	Приход из почвы	224,0	138,0	657,7	1019,7
	Оросительная вода	1363,7	2351,7	1024,3	4739,7
	Итого	1587,7	2525,0	1787,7	5900,3
7	Атмосферные осадки	0	35,3	105,7	141,0
	Приход из почвы	179,3	233,0	589,3	1001,6
	Оросительная вода	1325,3	2061,3	640,0	4026,6
	Итого	1504,6	2329,6	1335,0	5169,2

В варианте 1 суровнем предполивной влажности почвы 90–80–70 % НВ суммарное водопотребление по годам исследований изменялось в пределах 6025...6424 м<sup>3</sup>/га и было наибольшим из всех вариантов по режиму увлажнения. В суммарном водопотреблении лука наибольшую долю составила оросительная норма (78,8...84,4 % в зависимости от влаго- и теплообеспеченности исследуемых лет). Из почвы израсходовано 11,2...13,1 %, доля атмосферных осадков 0...5,3 %.

При снижении предполивной влажности почвы до 80-80-70% НВ суммарное водопотребление лука уменьшилось в среднем на 316 м<sup>3</sup>/га, или на 5,1%. В целом в этих вариантах суммарное водопотребление в зависимости от погодных условий года изменялось в пределах 5806–6043 м<sup>3</sup>/га. Наибольшая доля приходится на оросительную норму 77,4-82,2%, доля почвенной влаги варьирует в зависимости от погодных условий года в пределах 12,2–14,5%, доля атмосферных осадков в суммарном водопотреблении по годам 0–5,5%.

Снижение порога предполивной влажности почвы до 80–70–60 % НВ уменьшало суммарное водопотребление лука по сравнению с вариантом 1 на 15,2 %, по сравнению с вариантом 2 – на 5,1 %, в зависимости от особенностей погодных условий года оно изменялось в пределах 5258...5280 м<sup>3</sup>/га.

С режимами более высокой влажности доля оросительной воды была наибольшей и в среднем за годы исследований составляла 76,4 % с варьированием по годам в пределах 73,3...78,5 %. При снижении доли оросительной воды увеличилось использование почвенной влаги на 15,2...18,4 %.

Расходование влаги из почвы наблюдалось в основном в послеполивной период (после завершения всех поливов и до уборки лука). В этот период естественная влага использовалась в основном на физическое испарение. Наиболее высокой величина суммарного водопотребления была в период 2011/2012 г., вегетационный период которого

отличался большей сухостью и высокими температурами воздуха.

Поддержание более высокого уровня предполивной влажности почвы требовало более частых поливов малыми поливными нормами, обеспечивающими высокие значения суммарного водопотребления

лука. Результаты определения суммарного и среднесуточного водопотребления по межфазным периодам приведены в таблице 2. За это время среднесуточное водопотребление изменялось по годам исследования в пределах 39,2...41,6 м<sup>3</sup>/га (при среднем значении 40,1 м<sup>3</sup>/га).

Таблица 2

**Суммарное и среднесуточное водопотребление лука по межфазным периодам и в целом за вегетацию в среднем за три года, м<sup>3</sup>/га**

Номер варианта	Посев – начало формирования луковиц		Начало формирования луковиц – начало полегания		Начало полегания – уборка (период созревания урожая)		Всего за вегетацию	
	за период	за сутки	за период	за сутки	за период	за сутки	за период	за сутки
1	1804	40,1	2519	46,6	1895	39,5	6217	42,3
4	1588	35,3	2525	47,6	1788	38,0	5901	40,7
7	1605	37,3	2330	43,9	1333	29,0	5268	37,1

Наибольшая величина среднесуточного водопотребления была зафиксирована во втором межфазном периоде «начало формирования луковиц – начало полегания» при режиме влажности почвы 90–80–70 % НВ. Здесь в среднем за три года исследований водопотребление растений в первый межфазный период «посев – начало образования луковиц» в среднем составляло 30 % от суммарного водопотребления с интервалом колебаний по годам исследований от 1809 до 2014 м<sup>3</sup>/га. Среднесуточное водопотребление растений лука в зависимости от года исследований находилось в пределах 37,7...41,9 % и в среднем составляло 39,5 м<sup>3</sup>/га. В среднем среднесуточное водопотребление лука при предполивной влажности почвы 90–80–70% НВ составляло 42,3 м<sup>3</sup>/га с колебаниями в пределах 41,0–43,7 м<sup>3</sup>/га.

Во втором межфазном периоде водопотребление варьировало в пределах 2402...2638 м<sup>3</sup>/га, что составляет 40,5 % от суммарного водопотребления лука. Среднесуточное водопотребление во втором межфазном периоде варьировало в пределах 44,5...48,8 м<sup>3</sup>/га при среднем значении 46,6 м<sup>3</sup>/га. Меньшие (чем во втором межфазном периоде) параметры водопотребления были получены для третьего межфазного периода. За этот период водопотребление составило 2525 м<sup>3</sup>/га, или 42,8 % от суммарного водопотребления, с колебаниями по годам от 2399 до 2630 м<sup>3</sup>/га. В первый и третий межфазный периоды водопотребление растений снижалось и в среднем за три

года составляло 1588 и 1788 м<sup>3</sup>/га или 26,9 и 30,3 % от суммарного водопотребления соответственно. При этом среднесуточное водопотребление в первом, втором и третьем межфазных периодах в среднем за годы исследований соответственно равнялось 35,3 м<sup>3</sup>/га, 47,6 м<sup>3</sup>/га и 38,0 м<sup>3</sup>/га.

Наименьшие показатели по суммарному и среднесуточному водопотреблению лука были получены при предполивной влажности почвы 80–70–60 % НВ. Здесь в среднем за три года водопотребление растений за первый, второй и третий межфазные периоды соответственно составляло 1605, 2330 и 1333 м<sup>3</sup>/га или 30,5 %, 44,2 % и 25,3 % от суммарного водопотребления лука соответственно. Распределение среднесуточного водопотребления сохранялось в такой же последовательности. Наибольшие значения характерны для второго межфазного периода (43,9 м<sup>3</sup>/га), заметно меньше (37,3 м<sup>3</sup>/га) в первом межфазном периоде и наименьший показатель среднесуточного водопотребления (29,0 м<sup>3</sup>/га) отмечался в третьем межфазном периоде. По сравнению с другими режимами увлажнения при предполивной влажности почвы 80–70–60 % НВ водопотребление растений в третьем межфазном периоде было меньше, чем в первом на 16,9 %. Это обусловлено меньшим использованием запасов почвенной влаги растениями в третьем периоде.

Следует отметить, что в первых двух межфазных периодах водопотребление в основном складывалось за счет оросительной воды и в значительно

меньшей степени от использования почвенных влагозапасов. В третьем межфазном периоде в водопотреблении лука наряду соросительной водой большая доля принадлежит используемым запасам влаги из метрового слоя почвы, так как за 22...27 дней поливы не проводили.

В целом в засушливых условиях зимнего периода водопотребление лука определяется в основном дефицитом естественной влагообеспеченности, наличием почвенной влаги и в меньшей степени зависит от поступления атмосферных осадков.

Таким образом, в среднем за годы исследований наибольшая величина суммарного водопотребления лука формировалась при режиме увлажнения 90–80–70 % НВ и составляла 6217 м<sup>3</sup>/га. Снижение режима увлажнения до 80–80–70 % НВ приводило к

уменьшению значений суммарного водопотребления до 5901 м<sup>3</sup>/га или на 5,1 %. При дальнейшем снижении порога увлажнения до 80–70–60 % НВ суммарное водопотребление уменьшилось в среднем на 948 м<sup>3</sup>/га или на 15,2 % по сравнению с режимом увлажнения 90–80–70 % НВ и составило 5269 м<sup>3</sup>/га в среднем за три года. При всех режимах увлажнения основной приходной статьей в водопотреблении является оросительная норма (73,3...84,4 %) и заметно меньшей – приход влаги из почвы (11,2...18,4 %). Причем в третий межфазный период доля почвенной влаги в суммарном водопотреблении лука доходит до 40...50 %.

Для сравнения вариантов в таблице 3 приведены данные по урожайности и удельному водопотреблению лука.

Таблица 3

**Урожайность лука и коэффициент водопотребления**

Номер варианта	Режим предполивной влажности почвы по межфазным периодам, % НВ	Урожайность лука, т/га			Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т		
		2010/2011	2011/2012	Среднее за 2 года	2010/2011	2011/2012	Среднее за 2 года
1	90–80–70	36,6	37,5	37,05	157,5	153,8	155,7
4	80–80–70	36,1	36,9	36,5	147,3	143,6	145,5
7	80–70–60	34,1	35,7	34,9	144,5	142,9	143,7

**Выводы**

Выявленные особенности расходования влаги растениями лука необходимо учитывать при планировании водопользования и поливных режимов с учетом распределения влаги по межфазным периодам. Из рассмотренных трех вариантов при одинаковом (низком, применяемом в хозяйстве) фоне удобрений N<sub>85</sub>P<sub>80</sub>K<sub>45</sub> максимальный урожай был получен в первом варианте, но в нем же было наибольшее водопотребление. При высоком водообеспечении повышение урожайности на 1,5 % требует повышения затрат воды на единицу урожая на 7 %. Анализ результатов показывает, что целесообразным является вариант 2 с режимом предполивной влажности 80–80–70 % НВ в расчетном слое почвы 30–40–40 см, дающий повышение урожайности на 4,6 % при повышении водопотребления на 1,2 % по сравнению с третьим вариантом. Указанный вариант имеет и хорошие показатели качества урожая [1]. Дальнейшее повышение урожайности лука с сохранением его качества требует увеличения норм удобрений [4].

1. Бхандари Б. Б. Капельное орошение

репчатого лука на аллювиальных почвах юга Непала : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02. – М.: РУДН, 2013.

2. Щедрин В. Н., Кулыгин В. А. Особенности водопотребления овощных культур по периодам вегетации при орошении // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 2 – С. 28–31.

3. Особенности водного режима почвы при капельном орошении сельскохозяйственных культур / Н. Н. Дубенок [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 4. – С. 22–25.

4. Мелиорация земель: учебник для вузов / под ред. А. И. Голованова. – М.: КолосС, 2011. – 685 с.

Материал поступил в редакцию 16.06.2014.

*Шуравилин Анатолий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

*Бхандари Башьял Бимала, аспирантка*  
Тел. 8 (495) 334-11-73

*Сурикова Тамара Ивановна, кандидат технических наук, профессор*  
Тел. 8 (495) 482-66-62