

# ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЛУКА В УСЛОВИЯХ НЕПАЛА

А.В. Шуравилин, Б.Б. Бимала

Кафедра почвоведения и земледелия  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

В статье представлены результаты исследований по влиянию режимов капельного орошения и доз минеральных удобрений на водопотребление и продуктивность репчатого лука, возделываемого на аллювиальных почвах юга Непала. Установлено, что с повышением порога предполивной влажности почвы и доз минеральных удобрений повышается урожайность лука.

**Ключевые слова:** лук репчатый, аллювиальная почва, капельное орошение, межфазные периоды, минеральные удобрения, водопотребление, урожайность.

Как отмечают многие авторы, капельное орошение, создавая условия оптимального снабжения растений водой и питательными веществами, оказывает положительное влияние на их рост и развитие, что приводит к существенному увеличению урожаев валовой и особенно товарной продукции [1; 3; 4; 5].

В Непале капельный способ орошения при возделывании овощных культур практически не используется либо используется без научного обоснования. Не разработаны оптимальные элементы капельного режима орошения и доз внесения минеральных удобрений под планируемую урожайность, а также не установлено их влияние на урожайность лука.

В связи с этим целью наших исследований явилось изучение влияния режима капельного орошения и доз минеральных удобрений на урожайность репчатого лука в условиях юга Непала.

Наши исследования проводились в пределах равнинной полосы Терай, в междуречье Тйнау и Рохини Нади. Опытный участок расположен на землях крестьянского (фермерского) хозяйства «Упстарт». Для данного района он является типичным по геоморфологическим, геологическим, гидрологическим и другим природным условиям.

Почва опытного участка аллювиальная. Содержание гумуса в пахотном слое 0—30 см составляет 1,75%, а общего азота — 0,11%.

Верхний слой почвы характеризуется щелочной реакцией, рН воды составляет 8,4.

Почва низко и слабо обеспечена питательными веществами. Содержание подвижного фосфора составляет 2—3 мг/100 г, а обменного калия — 6—9 мг/100 г.

По гранулометрическому составу почва опытного участка среднесуглинистая. Плотность сложения почвы в слое 0—20 см составляет 1,25 г/см<sup>3</sup>, в нижних слоях отмечается увеличение плотности сложения до 1,40—1,45 г/см<sup>3</sup>.

Опыт по возделыванию лука при капельном орошении заложен по двухфакторной схеме: фактор А — режим предполивной влажности почвы, фактор В — дозы минеральных удобрений.

В схеме опыта по фактору А изучались три режима предполивной влажности почвы: 90—80—70%, 80—80—70% и 80—70—60% НВ (наименьшей влагоемкости) в расчетном слое почвы 0,3—0,4—0,4 м соответственно межфазным периодам «посев — начало формирования луковиц» «начало формирования луковиц — начало полегания» и «начало полегания — уборка».

Схемой опыта по фактору В было предусмотрено также три режима питания. Двухфакторная схема опыта приведена в табл. 1.

Таблица 1

Схема полевого опыта при капельном орошении лука-репки

Номер варианта	Режим предполивной влажности почвы по периодам вегетации, % НВ			Дозы питательных элементов, кг/га		
	посев начало — формирование луковиц	начало формирования луковиц — начало полегания	начало полегания — уборка	N	P	K
1	90	80	70	85	80	45
2	90	80	70	185	140	145
3	90	80	70	285	200	245
4	80	80	70	85	80	45
5	80	80	70	185	140	145
6	80	80	70	285	200	245
7	80	70	60	85	80	45
8	80	70	60	185	140	145
9	80	70	60	285	200	245

Закладка и проведение полевых исследований осуществлялись в соответствии с требованиями методики опытного дела [2]. В процессе исследований проводились учеты и анализы почв.

Предшественником лука в опыте являлась морковь. Схема посева — шестистрочная лента с расстоянием между рядами 16 см, шириной захвата 80 см, между строками 70 см с общей шириной полосы 1,5 м.

В опыте использовалась система капельного орошения израильского производства со средним расходом капельниц 1,6 л/час при автоматизированном назначении сроков полива с помощью тензиометров.

Поливные трубопроводы размещены вдоль второго и пятого рядков лука по поверхности земли через 24 см друг от друга. На трубопроводе капельницы расположены через 30 см. Расстояния между растениями в ряду составляло 6—10 см.

Режим капельного орошения лука поддерживался на заданном уровне в течение вегетационных периодов 2010/2011 и 2012/2012 гг.

По обеспеченности дефицита водного баланса для лука первый и второй годы исследований характеризовались как сухие. В вегетационный период 2010/2011 г. выпало 10,6 мм, а вегетационный период 2011/2012 был бездождным.

Как известно, составляющими баланса водопотребления у сельскохозяйственных культур, в том числе овощей, являются: расход воды из почвы, атмосферные осадки, оросительная норма и подпитка грунтовых вод, которые залегают в среднем за вегетацию на глубине 2,92 м от поверхности земли.

Водопотребление лука, как за вегетационный период, так и по фазам вегетации определялось, главным образом, напряженностью метеорологических факторов. При проведении исследований условно были приняты три основных межфазных периода вегетации лука.

Первый период «посев — начало формирования луковиц» продолжительностью 46 суток с 1 ноября по 16 декабря со среднесуточной температурой воздуха 22,6 °С и 22,2 °С соответственно в 2010/2011 и 2011/2012 гг.

Второй период «начало формирования луковиц — начало полегания» продолжительностью 56 суток с 17 декабря по 10 февраля. Среднесуточная температура воздуха за этот период по годам исследований соответственно составляла 18,5 °С и 19,1 °С. Продолжительность третьего межфазного периода «начало полегания — уборка» составляла 48 суток — с 11 февраля до 31 марта при среднесуточной температуре воздуха 23,3 °С и 24,5 °С соответственно периодам вегетации 2010/2011 и 2011/2012 гг.

В зависимости от продолжительности межфазного периода, среднесуточной температуры воздуха и режима предполивной влажности почвы изменялось количество поливов и объем оросительной воды (табл. 2).

Таблица 2

**Режим орошения лука по межфазным периодам**  
(данные за 2010/2011 и 2011/2012 гг.).

Межфазный период	Продолжительность, сут	Среднесуточная температура воздуха $T_{cp}$ , °С	Режим предполивной влажности почвы, % НВ	Число поливов	Объем оросительной воды, м <sup>3</sup> /га	Средняя поливная норма, м <sup>3</sup> /га
Вегетационный период 2010/2011 г.						
Посев — начало формирования луковиц	46	22,6	90—80—70	32	1 120	50,6
			80—80—70	27	1 440	53,3
			80—70—60	25	1 380	55,2
Начало формирования луковиц — начало полегания	56	18,5	90—80—70	16	2 270	141,9
			80—80—70	15	2 190	146
			80—70—60	13	1 976	152
Начало полегания — уборка	48	23,3	90—80—70	8	1 720	215
			80—80—70	7	1 540	220
			80—70—60	6	1 434	239
За период вегетации лука	150	21,4	90—80—70	56	5 610	100,2
			80—80—70	49	5 170	105,5
			80—70—60	44	4 790	108,9
Вегетационный период 2011/2012 г.						
Посев — начало формирования луковиц	46	22,2	90—80—70	30	1 480	49,3
			80—80—70	26	1 320	50,8
			80—70—60	24	1 270	52,9
Начало формирования луковиц — начало полегания	56	19,1	90—80—70	18	2 390	132,8
			80—80—70	16	2 260	141,3
			80—70—60	15	2 210	147,3
Начало полегания — уборка	48	24,5	90—80—70	9	1 850	205,6
			80—80—70	8	1 680	210
			80—70—60	7	1 590	227,1
За период вегетации лука	150	21,8	90—80—70	57	5 720	100,4
			80—80—70	50	5 260	105,2
			80—70—60	46	5 070	110,2

При режиме предполивной влажности почвы 90—80—70 НВ за вегетационный период было проведено 56—57 поливов средней поливной нормой 100,2—100,4 м<sup>3</sup>/га. При этом в первый межфазный период было проведено 30—32 полива средней поливной нормой 49,3—50,6 м<sup>3</sup>/га, во второй и третий периоды — соответственно 16—18 и 8—9 поливов, а средняя поливная норма варьировала в пределах 132,8—141,9 м<sup>3</sup>/га и 205,6—215 м<sup>3</sup>/га.

Количество поливов заметно уменьшалось, а поливные нормы увеличивались при снижении уровня предполивной влажности почвы. Так, снижение режима предполивной влажности почвы с 90—80—70% НВ до 80—80—70% НВ приводило к уменьшению числа поливов на 7. При этом по межфазным периодам I, II и III число поливов сократилось на 4—5, 1—2 и на 1 полив, а средние поливные нормы по межфазным периодам и за вегетацию увеличились на 5 м<sup>3</sup>/га.

Аналогичная картина наблюдалась при изменении режима предполивной влажности почвы с 80—80—70% НВ до 80—70—60% НВ. Здесь при поддержании режима предполивной влажности почвы на уровне 80—70—60% НВ число поливов за вегетацию, по сравнению с режимом 80—80—70% НВ, снизилось на 4—5; количество поливов уменьшилось до 24—25, 13—15 и 6—7 соответственно по межфазным периодам «посев — начало формирования луковиц», «начало формирования луковиц — начало полегания» и «начало полегания — уборка».

В среднем за 2 года исследований при режимах предполивной влажности почвы 90—80—70% НВ, 80—80—70% НВ и 80—70—60% НВ оросительная норма соответственно составляла 5665, 5215 и 4930 м<sup>3</sup>/га.

Наибольшее количество оросительной воды подавалось во второй межфазный период «начало формирования луковиц — начало полегания» — в среднем 42% от оросительной нормы, а в первый и третий межфазные периоды — соответственно 27 и 31%.

В результате проведенного исследования (табл. 3) установлено, что самый высокий расход воды за вегетацию был на варианте с предполивым порогом влажности почвы 90—80—70% НВ, он составил 6113—6122 м<sup>3</sup>/га при среднесуточном водопотреблении 40,8 м<sup>3</sup>/га.

Снижение порога предполивной влажности почвы до 80—80—70% НВ приводит к уменьшению суммарного и среднесуточного водопотребления лука соответственно до 5717—5693 и 38,0—38,1 м<sup>3</sup>/га.

Наименьший расход воды за период вегетации был зафиксирован при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80—70—60% НВ (5340—5558 м<sup>3</sup>/га при среднесуточном расходе 35,6—37,1 м<sup>3</sup>/га). Следовательно, с увеличением режима предполивной влажности почвы улучшаются условия водоснабжения растений лука.

Следует отметить, что по годам исследований, а также межфазным периодам различия в водопотреблении лука были незначительные.

В среднем за годы исследований суммарное водопотребление репчатого лука было наибольшим при режиме предполивной влажности почвы 90—80—70% НВ и составило 6117,5 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 3

**Водный баланс и водопотребление лука**  
(данные за 2010/2011 и 2011/2012 гг.)

Межфазный период	Режим предполивной влажности почвы, % НВ	Использовано влаги из метрового слоя почвы, м <sup>3</sup> /га	Влагообмен: приход от грунтовых вод (+) или инфильтрация (-), м <sup>3</sup> /га	Осадки, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Водопотребление, м <sup>3</sup> /га	
						суммарное	сред. суточное
Вегетационный период 2010/2011 г. (ноябрь-март)							
Посев — начало формирования луковиц	90—80—70	22	160	0	1 620	1 802	39,2
	80—80—70	66	190	0	1 440	1 696	36,9
	80—70—60	65	180	0	1 380	1 625	35,3
Начало формирования луковиц — начало полегания	90—80—70	46	110	106	2 270	2 532	45,2
	80—80—70	45	70	106	2 190	2 411	43,1
	80—70—60	84	60	106	1 976	2 226	39,8
Начало полегания — уборка	90—80—70	89	30	0	1 720	1 779	37,1
	80—80—70	96	50	0	1 540	1 586	33,0
	80—70—60	125	70	0	1 434	1 489	31,0
За период вегетации лука	90—80—70	157	240	106	5 610	6 113	40,8
	80—80—70	207	210	106	5 170	5 693	38,0
	80—70—60	274	170	106	4 790	5 340	35,6
Вегетационный период 2011/2012 г.							
Посев — начало формирования луковиц	90—80—70	18	190	0	1 480	1 688	36,7
	80—80—70	54	210	0	1 320	1 584	34,4
	80—70—60	37	220	0	1 270	1 547	33,6
Начало формирования луковиц — начало полегания	90—80—70	38	100	0	2 390	2 528	45,1
	80—80—70	42	80	0	2 260	2 382	42,5
	80—70—60	79	60	0	2 210	2 349	41,9
Начало полегания — уборка	90—80—70	96	40	0	1 850	1 906	39,7
	80—80—70	131	60	0	1 680	1 751	36,5
	80—70—60	152	80	0	1 590	1 662	34,6
За период вегетации лука	90—80—70	152	250	0	5 720	6 122	40,8
	80—80—70	227	230	0	5 260	5 717	38,1
	80—70—60	288	200	0	5 070	5 558	37,1

Со снижением предполивного порога влажности почвы до 80—80—70% НВ суммарное водопотребление уменьшилось в среднем на 412,5 м<sup>3</sup>/га (на 6,7%) и составило 5705 м<sup>3</sup>/га. Суммарное водопотребление лука было наименьшим (в среднем 5449 м<sup>3</sup>/га) при режиме предполивной влажности почвы 80—70—60% НВ. Наибольшие значения величины водопотребления (в среднем 42%) от суммарного водопотребления были зафиксированы во второй межфазный период, а в первый и третий периоды расходовалось примерно по 30% от суммарного водопотребления лука.

Анализ полученных данных показал, что наибольший удельный расход воды в суммарном водопотреблении лука принадлежит оросительной норме — 90,5—

92,6% в зависимости от режима предполивной влажности почвы. Из метрового слоя почвы за весь период вегетации лука было использовано 2,5—5,0%, от грунтовых вод — 3,4—4,0% и от осадков — менее 1,0% от суммарного водопотребления. В зависимости от режима орошения и доз внесения минеральных удобрений изменялась урожайность лука и коэффициент водопотребления (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность лука (т/га) и коэффициент водопотребления (м<sup>3</sup>/т) в зависимости от режимов капельного орошения и доз внесения минеральных удобрений**

№ вар.	Режим предполивной влажности почвы по межфазным периодам, % НВ	Дозы минеральных удобрений, кг/га по д.в.	Урожайность лука, т/га			Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т		
			2010/2011	2011/2012	Средн. за 2 года	2010/2011	2011/2012	Средн. за 2 года
1	90—80—70	N <sub>85</sub> P <sub>80</sub> K <sub>45</sub>	36,6	37,5	37,05	157,5	153,8	155,7
2	90—80—70	N <sub>185</sub> P <sub>140</sub> K <sub>145</sub>	60,1	62,4	61,25	95,9	92,4	94,2
3	90—80—70	N <sub>285</sub> P <sub>240</sub> K <sub>245</sub>	78,7	80,6	79,15	73,3	72,4	73,1
1	80—80—70	N <sub>85</sub> P <sub>80</sub> K <sub>45</sub>	36,1	36,9	36,5	147,3	143,6	145,5
2	80—80—70	N <sub>185</sub> P <sub>140</sub> K <sub>145</sub>	57,2	58,8	58,0	93,0	90,1	91,6
3	80—80—70	N <sub>285</sub> P <sub>240</sub> K <sub>245</sub>	73,8	75,6	74,7	72,0	70,1	71,1
1	80—70—60	N <sub>85</sub> P <sub>80</sub> K <sub>45</sub>	34,1	35,7	34,9	144,5	142,9	143,7
2	80—70—60	N <sub>185</sub> P <sub>140</sub> K <sub>145</sub>	53,7	55,2	54,45	91,8	92,4	92,1
3	80—70—60	N <sub>285</sub> P <sub>240</sub> K <sub>245</sub>	70,1	72,3	71,2	70,3	70,6	70,5

Наиболее высокая урожайность лука была получена на варианте с высоким режимом предполивной влажности почвы (90—80—70% НВ) и при внесении повышенной дозы минеральных удобрений N<sub>285</sub>P<sub>200</sub>K<sub>245</sub> (79,15 т/га в среднем за 2 года). При меньшей дозе внесения удобрений (N<sub>85</sub>P<sub>80</sub>K<sub>45</sub>) и аналогичном режиме орошения урожайность уменьшилась почти в два раза (37,05 т/га в среднем за 2 года). С понижением режима предполивной влажности почвы и доз внесения минеральных удобрений наблюдалось существенное снижение урожайности лука.

В зависимости от режима увлажнения почвы и минерального питания изменялся расход влаги на формирование единицы урожая.

Наиболее продуктивно оросительную воду использовали растения лука при внесении повышенных доз минеральных удобрений: в этом варианте коэффициент водопотребления был самый низкий (70,5—73,1 м<sup>3</sup>/т в среднем за 2 года).

Таким образом, при капельном орошении репчатого лука наибольшая продуктивность обеспечивается при поддержании предполивного порога влажности почвы на уровне 90—80—70% НВ в расчетном слое почвы 30—40—40 см и доз внесения минеральных удобрений на 1 га из расчета N<sub>285</sub>P<sub>200</sub>K<sub>245</sub> д.в. Однако при этом отмечается некоторое увеличение суммарного и среднесуточного водопотребления.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бородычев В.В., Казаченко В.С.* Режим орошения и продуктивность репчатого лука // Мелиорация и водное хозяйство. — 2011. — № 2. — С. 31—33.
- [2] *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985.
- [3] *Шуравилин А.В., Кибека А.И.* Мелиорация. Учебное пособие. — М.: ЭКМОС, 2006.
- [4] *Шуравилин А.В., Ляшко М.У., Аираф Елсайед Махмуд Елсайед.* Технология капельного орошения земляники на дерново-подзолистых почвах Московской области // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2010. — № 8. — С. 59—64.
- [5] *Щедрин В.Н., Кульгин В.А.* Особенности водопотребления овощных культур по периодам вегетации при орошении // Мелиорация и водное хозяйство. — 2011. — № 2. — С. 28—31.

## SUBSTANTIATION REGIME OF DRIP IRRIGATION AND MINERAL NUTRITION OF ONIONS IN NEPAL'S CONDITION

**A.V. Shuravilin, B.B. Bimala**

Department of soil science and agriculture  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

The results of research on the effect of drip irrigation regimes and doses of mineral fertilizers on water consumption and yield of onions cultivated on alluvial soils of southern Nepal are presented in this work. It was established that with an increase in the preirrigation threshold moisture level of soil and mineral fertilizers increased crop yield of onions.

**Key words:** onions, drip irrigation, interphase periods, mineral fertilizers, water consumption, productivity.