

# ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

## ФОРМИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ РЕПЧАТОГО ЛУКА НА ЮГЕ НЕПАЛА

Б.Б. Бимала<sup>1</sup>, А.В. Шуравилин<sup>1</sup>,  
Ашраф Елсайед Махмуд Елсайед<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра почвоведения, земледелия и земельного кадастра  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

<sup>2</sup>Кафедра почвоведения и воды  
Александрийский университет  
*ул. Афлатон, 1/2, Александрия, Египет, 21545*

В статье изложены результаты исследований по технологии капельного полива репчатого лука в Непале. Дана оценка влияния уровней увлажнения и питания растений на урожайность и качество лука.

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

В настоящее время в Непале на орошаемых землях применяют поверхностный способ полива по бороздам, на некоторых крупных сельскохозяйственных предприятиях — дождевание. Малообъемные способы орошения (микродождевание, капельный) в стране практически не используют. Внедрение в практику орошаемого овощеводства водосберегающих, почвозащитных, экологически безопасных технологий позволит экономить водные ресурсы страны, сберегать плодородие почвы и повышать продуктивность орошаемых земель [1; 2].

Для капельного орошения овощных культур, в том числе лука, в Непале отсутствует научное обоснование: не выявлены закономерности водопотребления и формирования водного режима почвы, не разработаны оптимальные элементы режима капельного орошения и доз внесения минеральных удобрений, не установлено влияние капельного орошения на урожайность лука в зависимости от технологии полива и питания растений. Изучению этих вопросов и были посвящены наши исследования.

Природно-климатические условия Непала позволяют получать до трех урожаев репчатого лука за год. По климатическим условиям выделяют два сезона, отли-

чающихся по влаго- и теплообеспеченности. С мая по октябрь — теплый и влажный сезон со средней температурой воздуха 23,5 °С, количеством атмосферных осадков 1300 мм. В этот период сельскохозяйственные культуры, за исключением риса, возделываются без орошения. Во второй, умеренно теплый и сухой сезон — с ноября по апрель — средняя температура воздуха составляет 21 °С, сумма осадков не превышает 80 мм, сельскохозяйственные культуры возделываются только при орошении.

Целью наших исследований является научное обоснование водного режима почв при капельном орошении репчатого лука в сочетании с минеральным питанием растений.

Наши исследования проведены на юге Непала в пределах равнинной полосы Терай, в междуречье рек Тинау и Рохини Нади. Опытный участок расположен на водоразделе в 6 км от русла реки Рохини Нади на землях хозяйства «Упстарт». Для данного района он является типичным по природным условиям.

Почва аллювиальная, среднесуглинистая, с незначительными карбонатными новообразованиями. Плотность сложения в слое 0—20 см составляет 1,25 г/см<sup>3</sup>, в нижних слоях — до 1,40—1,45 г/см<sup>3</sup>. Содержание гумуса в слое почвы 0—30 см — 1,75%. Почва мало обеспечена питательными веществами: содержание подвижного фосфора 2—3 мг/100 г, обменного калия 6—9 мг/100 г, общего азота 0,11%. Реакция почвенного раствора щелочная,  $pH_{\text{водн}} = 8,4$ . Поглотительная способность почвы высокая, емкость катионного обмена в верхнем слое составляет 30,6 мг экв/100 г, содержание обменного кальция 80—90% от суммы катионов, обменного магния — 10—15%.

Опыт по возделыванию лука при капельном орошении заложен по двухфакторной схеме. По фактору А были предусмотрены три уровня поддержания предполивной влажности почвы с использованием системы капельного орошения для различных слоев промачивания почвы по межфазным периодам:

— А<sub>1</sub> — поддержание предполивного порога влажности почвы в первый межфазный период (от посева семян до начало образования луковицы) в слое 0—30 см на уровне 90% НВ (наименьшей влагоемкости), во второй (от формирования луковицы до начала полегания) — 80% НВ в слое почвы 0—40 см и в третий межфазный период (от начала полегания до уборки) — 70% НВ в расчетном слое почвы 0—40 см;

— А<sub>2</sub> — поддержание предполивного порога влажности почвы в первый межфазный период (от посева семян до начало образования луковицы) в слое 0—30 см на уровне 80% НВ, во второй период (от формирования луковицы до начала полегания) — 80% НВ в слое почвы 0—40 см и в третий межфазный период (от начала полегания до уборки лука) — 70% НВ в слое почвы 0—40 см;

— А<sub>3</sub> — поддержание предполивного порога влажности почвы в первый межфазный период вегетации лука (от посева до начала формирования луковицы) на уровне 80% НВ в слое 0—30 см, во второй (от начала формирования до начала

полегания) — 70% НВ в слое почвы 0—40 см и в третий межфазный период (от начала полегания до уборки лука) — 60% НВ в слое почвы 0—40 см.

Схемой опыта по питательному режиму почвы (фактор В) для каждого уровня поддержания предполивной влажности почвы было предусмотрено также три варианта минерального питания растений. При планировании эксперимента расчетная урожайность принята равной 80 т/га. Поэтому дозы минеральных удобрений были увеличены до уровня  $N_{290}P_{160}K_{340}$  кг/га по д.в. Этот уровень минерального питания репчатого лука принимался как фон. Второй уровень минерального питания включал фон + микроудобрения. Здесь дополнительно к фону в почву вносились бор, цинк и марганец, дефицит которых принимался соответственно 0,75 кг/га, 2,0 кг/га и 10 кг/га. Третий уровень минерального питания предусматривал общий фон минеральных удобрений и дополнительное внесение биологической добавки — микробного препарата «Байкал-ЭМ1» в количестве 10 л/га для усиления интенсификации микробиологических процессов в почве.

Методы полевых исследований и обработка результатов — стандартные, использовались общеизвестные и современные методики [3; 4].

В опыте применялась система капельного орошения израильского производства с расходом капельниц 1,6 л/час при автоматизированном назначении сроков полива с помощью тензиометров [4—6]. При проведении исследований были приняты три основных межфазных периода вегетации лука: «посев — начало формирования луковиц» продолжительностью 46 суток — с 1 ноября по 16 декабря, со среднесуточной температурой воздуха 22,2—22,6 °С; «начало формирования луковиц — начало полегания» продолжительностью 56 суток — с 17 декабря по 10 февраля, со среднесуточной температурой воздуха 18,5—19,1 °С; «начало полегания — уборка» — 48 суток — с 11 февраля до 31 марта, при среднесуточной температуре воздуха 23,3—24,5 °С.

В зависимости от продолжительности фазы, среднесуточной температуры воздуха и режима предполивной влажности почвы изменялось число поливов и оросительная норма. Повышение уровня предполивной влажности почвы даже в один из межфазных периодов заметно сказывается на количестве поливов и оросительной норме (табл. 1). В среднем за годы исследований наименьшее число поливов и величина оросительной нормы были зафиксированы при уровне предполивной влажности почвы 80—70—60% НВ (вар. 7—9) — соответственно 32,7 и 4026 м<sup>3</sup>/га. Повышение уровня предполивной влажности почвы до 80—80—70% НВ (вар. 4—6) приводило к увеличению число поливов до 46 (на 40,7%) и оросительной нормы в среднем до 4739,7 м<sup>3</sup>/га (на 713,1 м<sup>3</sup>/га, или на 17,7%), а повышение предполивной влажности до уровня 90—80—70% НВ — к увеличению числа поливов до 70, а оросительной нормы до 5090,3 м<sup>3</sup>/га, или на 1063,7 м<sup>3</sup>/га (на 26,4%) по сравнению с вариантами 7—9 — при уровне увлажнения 80—70—60% НВ. Наибольшее количество оросительной воды и поливов независимо от уровня предполивной влажности почвы приходится на межфазный период «начало формирования луковиц — начало полегания», а наименьшее отмечалось в межфазный период «начало полегания — уборка».

Таблица 1

**Число поливов и объем оросительной воды по межфазным периодам в зависимости от режима предполивной влажности почвы**

№ варианта	Межфазные периоды						Всего за вегетацию	
	посев — начало формирования луковиц		начало формирования луковиц — начало полегания		начало полегания — уборка (период созревания урожая)			
	число поливов	объем оросительной воды, м <sup>3</sup> /га	число поливов	объем оросительной воды, м <sup>3</sup> /га	число поливов	объем оросительной воды, м <sup>3</sup> /га	число поливов	оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
2010/2011 гг.								
1—3	42	1 692	22	2 280	7	1 125	71	5 097
4—6	18	1 431	22	2 323	6	968	46	4 723
7—9	18	1 406	13	2 044	3	635	34	4 085
2011/2012 гг.								
1—3	41	1 616	24	2 529	8	1 278	73	5 423
4—6	17	1 340	24	2 521	7	1 143	48	5 004
7—9	16	1 290	14	2 210	3	640	33	4 140
2012/2013 гг.								
1—3	39	1 538	21	2 239	6	974	66	4 751
4—6	17	1 320	21	2 211	6	962	44	4 493
7—9	16	1 280	12	1 930	3	645	31	3 855
Среднее за три года								
1—3	40,7	1 615,3	22,3	2 349,3	7	1 125,7	70	5 090,3
4—6	17,3	1 363,7	22,3	2 351,7	6,3	1 024,3	46	4 739,7
7—9	16,7	1 325,3	13	2 061,3	3	640	32,7	4 026,6

Для расчета водопотребления лука определялись элементы водного баланса по периодам. Влагообмен — приход от грунтовых вод (+) или инфильтрацию (–) определяли расчетным путем [7].

В результате проведенного исследования установлено, что самый большой расход воды за вегетацию был в варианте с предполивной влажностью почвы 90—80—70% НВ — 6025—6424 м<sup>3</sup>/га (табл. 2). Наименьшее водопотребление за вегетацию зафиксировано в варианте с предполивной влажностью почвы 80—70—60% НВ (5258—5280 м<sup>3</sup>/га). Полученные данные показали, что наибольшую долю в суммарном водопотреблении лука составляет оросительная вода — 76,4—81,9%. Из метрового слоя почвы было использовано 12,3—16,7% влаги, из грунтовых вод — 3,5—4,2%, от осадков — 2,3—2,7% суммарного водопотребления.

В зависимости от режима орошения, минерального питания растений изменялись урожайность лука и коэффициент водопотребления. Наиболее высокая урожайность лука была получена в варианте с высоким уровнем предполивной влажности почвы и при внесении минеральных удобрений в сочетании с микроэлементами.

Таблица 2

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

№ 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
2010/2011 гг.								
1—3	1 875	41,6	2 516	46,6	1 809	37,7	6 202	42,2
4—6	1 655	36,8	2 546	48	1 651	35,1	5 852	40,4
7—9	1 707	39,7	2 344	44,2	1 229	26,7	5 280	37,2
2011/2012 гг.								
1—3	1 772	39,3	2 638	48,8	2 014	41,9	6 424	43,7
4—6	1 535	34,1	2 630	49,6	1 878	39,9	6 043	41,7
7—9	1 497	34,8	2 436	45,9	1 337	29,1	5 270	37,1
2012/2013 гг.								
1—3	1 765	39,2	2 402	44,5	1 858	38,7	6 025	41
4—6	1 573	34,9	2 399	45,3	1 834	39	5 806	40
7—9	1 610	37,4	2 209	41,7	1 433	30,5	5 252	37
Среднее за три года								
1—3	1 804	40,1	2 519	46,6	1 895	39,5	6 217	42,3
4—6	1 588	35,3	2 525	47,6	1 788	38	5 901	40,7
7—9	1 605	37,3	2 330	43,9	1 333	29	5 268	37,1

При повышенном уровне предполивной влажности почвы 90—80—70% НВ на фоне внесения минеральных удобрений в сочетании с микроудобрениями урожайность лука в среднем за три года составляла 85,9 т/га. При более низком уровне влагообеспеченности и применении только минеральных удобрений урожайность лука заметно снижалась (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность лука в зависимости от уровня предполивной влажности почвы  
и питания растений, т/га**

№ варианта	2010/ 2011 гг.	2011/ 2012 гг.	2012/ 2013 гг.	Средн. за три года, т/га	Превышение по сравнению с фоном (минеральные удобрения)	
					т/га	%
1	78,7	79,3	76,9	78,3	—	—
2	85,8	87,6	84,3	85,9	7,6	9,7
3	82,6	83,4	81,2	82,4	4,1	5,2
4	73,8	75,6	72,1	73,8	—	—
5	80,2	81,6	77,9	79,9	6,1	8,3
6	77,2	79,1	75,6	77,3	3,5	4,7
7	70,1	72,3	68,5	70,3	—	—
8	75,1	77,6	73,2	75,3	5	7,1
9	73,2	75,4	71,6	73,4	3,1	4,4
НСР <sub>05</sub> по фактору А	2,49	2,34	2,13	2,68	—	—
НСР <sub>05</sub> по фактору В	1,34—1,55	1,55	1,27	1,59	—	—

Так, если при уровне предполивной влажности почвы 90—80—70% НВ урожайность лука была наибольшей и в зависимости от особенностей питания растений в среднем за три года находилась в пределах 78,3—85,9 т/га, то при снижении порога предполивной влажности почвы до 80—80—70% НВ она уменьшилась на 4,5—6,0 т/га, или на 5,7—7,0%, а при снижении влагообеспеченности с 90—80—70% НВ до уровня 80—70—60% НВ — на 8,0—10,6 т/га, или на 10,2—12,3%. При уровне предполивной влажности почвы 90—80—70% НВ с применением микроудобрений, по сравнению с фоном минерального питания растений, урожайность увеличивалась на 7,6 т/га, или на 9,7%, а с применением микробного препарата — на 4,1 т/га, или на 5,2%. В вариантах с уровнем предполивной влажности почвы 80—80—70% НВ эти показатели были ниже и составляли соответственно 6,1 т/га (8,3%) и 3,5 т/га (4,7%), а при увлажнении 80—70—60% НВ — еще меньше: соответственно, 5,0 т/га (7,1%) и 3,1 т/га (4,4%).

Следовательно, применение минеральных удобрений в сочетании с микроудобрениями дает значительно большую прибавку урожая лука, чем в сочетании с микробным препаратом.

При капельном орошении репчатого лука для получения максимальной урожайности удельные затраты оросительной воды составляли 59,3 м<sup>3</sup>/га и коэффициент водопотребления 72,4 м<sup>3</sup> на 1 тонну продукции. При этом значения коэффициента водопотребления были больше минимальных всего лишь на 3,3%, а затраты оросительной воды — на 9,8%.

В целом полученные данные показали, что на аллювиальных почвах Непала наиболее благоприятные водный и питательный режимы для получения высокой урожайности репчатого лука (75—85 т/га) при капельном орошении создаются при поддержании предполивной влажности почвы в расчетном слое по межфазным периодам на уровне 90—80—70% НВ на фоне внесения минеральных удобрений под планируемую урожайность в сочетании с микроудобрениями.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бородычев В.В.* Современные технологии капельного орошения овощных культур. — Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010.
- [2] *Шуравилин А.В., Кибика А.И.* Мелиорация. Учебное пособие. — М.: ЭКМОС, 2006.
- [3] *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985.
- [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] *Бородычев В.В., Казаченко В.С.* Режим орошения и продуктивность репчатого лука // Мелиорация и водное хозяйство. — 2011. — № 2. — С. 31—33.
- [6] *Щедрин В.Н., Кулыгин В.А.* Особенности водопотребления овощных культур по периодам вегетации при орошении // Мелиорация и водное хозяйство. — 2011. — № 2. — С. 28—31.
- [7] *Голованов А.И., Айдаров И.П., Григоров М.С. и др.* Мелиорация земель. Учебник для вузов. — М.: КолосС, 2011.

## CULTIVATION OF ONIONS UNDER DRIP IRRIGATION IN SOUTHERN NEPAL

**B.B. Bimala<sup>1</sup>, A.B. Shuravilin<sup>1</sup>,  
Ashraf Elsayed Mahmoud Elsayed<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of soil science, agriculture and land registry  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Department of soil science and water  
Alexandria University  
*Aflaton str., 1/2, Alexandria, Egypt, 21545*

Results of research on technology of drip irrigation on onions in Republic of Nepal are presented. The assessment of influence of moisture and nutrition levels of plants on productivity and quality of onions crop was done.

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

### REFERENCES

- [1] *Borodychev V.V.* Sovremennye tehnologii kapel'nogo oroshenija ovoshhnyh kul'tur. — Kolomna: FGNU VNII «Raduga», 2010.
- [2] *Shuravilin A.V., Kibeka A.I.* Melioracija. Uchebnoe posobie. — M.: JeKMOS, 2006.
- [3] *Dospheov B.A.* Metodika polevogo opyta. — M.: Agropromizdat, 1985.
- [4] *Shuravilin A.V., Ljashko M.U., Ashraf Elsayed Mahmud Elsayed.* Tehnologija kapel'nogo oroshenija zemljaniki na dernovo-podzolistyh pochvah Moskovskoj oblasti // *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*. — 2010. — № 8. — S. 59—64.
- [5] *Borodychev V.V., Kazachenko V.S.* Rezhim oroshenija i produktivnost' repchatogo luka // *Melioracija i vodnoe hozjajstvo*. — 2011. — № 2. — S. 31—33.
- [6] *Shhedrin V.N., Kulygin V.A.* Osobennosti vodopotreblenija ovoshhnyh kul'tur po periodam vegetacii pri oroshenii // *Melioracija i vodnoe hozjajstvo*. — 2011. — № 2. — S. 28—31.
- [7] *Golovanov A.I., Ajdarov I.P., Grigorov M.S. i dr.* Melioracija zemel'. Uchebnik dlja vuzov. — M.: KolosS, 2011.