

**КАПЕЛЬНЫЕ ОРОШЕНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В НЕПАЛЕ****DRIP IRRIGATION OF VEGETABLE CROPS IN NEPAL****Бхандари Башьял Бимала / Bhandari Bashyal Bimala**

Аспирант кафедры почвоведения и земледелия Российского университета дружбы народов / Graduate of Soil Science and Agriculture of the Russian Peoples' Friendship University

e-mail: [jornal@geo-science.ru](mailto:jornal@geo-science.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты исследования по влиянию минеральных удобрений на режим орошения, водопотреблением продуктивность репчатого лука на аллювиальных почвах Непала. Установлено, что с повышением порога предполивной влажности почвы и доз минеральных удобрений лука повышается.

**Ключевые слова:** Лук репчатый, капельное орошение межфазные периоды минеральные удобрения, водопотребление, урожайность.

**Abstract.** Results of research of mineral fertilizers' influence on the irrigation mode, by water consumption on efficiency of onions in alluvial soils of Nepal. It is established that with raising threshold level of preirrigation humidity of soil and doses of mineral fertilizers of onions increases.

**Keywords:** Onions, drip irrigation, inter-phase periods, mineral fertilizers, water consumption, productivity.

В настоящее время в Непале при выращивании овощных культур на орошаемых землях широкое распространение получил поверхностный способ полива по бороздам. На некоторых крупных сельскохозяйственных предприятиях ограничено применяется дождевание с использованием различных поливных машин и дождевальная техника. Малообъемные способы орошения в стране практически не используются из-за их отсутствия. Внедрение в практику орошаемого овощеводства малообъемных сберегающих, почвозащитных экологически безопасных технологий позволит сэкономить водные, энергетические и другие виды минеральных ресурсов страны и повысить продуктивность орошаемого поля.

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 (1-5).

В Непале капельный способ орошения при возделывании овощных культур используется без научного обоснования. Не установлено влияние капельного орошения на урожайность лука в зависимости от технологии полива. Не выявлены закономерности водопотребления и формирования водного режима почвы, не разработаны оптимальные элементы режима орошения и доз внесения минеральных удобрений. В связи с этим, целью наших исследований является разработка оптимального режима капельного орошения и доз внесения минеральных удобрений при возделывании лука в условиях Непала.

Особенности природно-климатических условий Непала позволяют получать урожай репчатого лука не менее

трех раз за год. По климатическим условиям в Непале выделяются два сезона, которые существенно отличаются по влаго-теплообеспеченности. Первый сезон теплый и влажный продолжительностью 6 месяцев, с мая по октябрь. Средняя температура сезона составляет 23,5°C а количество атмосферных осадков в сумме равно 1300мм. В этот период сельскохозяйственные культуры, за исключением риса, возделываются без орошения. Во второй умеренно теплый и сухой сезон года, который продолжается с ноября по апрель, средняя температура воздуха составляет 21°C а сумма осадков-79 мм. В сухой умеренно теплый сезон сельскохозяйственные культуры возделываются только при орошении. В этот период года особенно перспективно использование капельного орошения при возделывании овощных культур, и в частности лука.

На равнинном поле Терай т.е.на сравнительно равнинных участках в основном размещены все сельскохозяйственные культуры Непала. В горной местности, на нижних склонах хребтов на небольших по размерам территориях активно практикуется террасное земледелие, в целях расширения пахотных земель.

Наши исследования проводились в Юго-западном Непале. В пределах равнинной полосы Терай, в междуречья рек Тйнау, Рохини Нади. Опытный участок расположен на водоразделе на расстоянии 6км от русла реки Рохини Нади на землях крестьянского (фермерского) хозяйства, «Упстарт». Для данного района он является типичным по геоморфологическим, геологическим, гидрологическим и другим природным условиям.

Почва опытного участка аллювиальная с заметно выраженной слоистостью профиля, различиями в плотности сложения и гранулометрическом составе. В профиле почвы имеются незначительные карбонатные новообразования в виде точек и прожилок. Гумусовый горизонт имеет серый цвет. Содержание гумуса в верхнем пахотном слое 0-30см составляет 1,75%. Согласно градации гумусированности (Зонн С.В., 1986) рассматриваемые почвы можно отнести к обеспеченным органическим веществом, хо-

тя подобные субтропические аллювиальные почвы Азии содержат гумуса существенно больше, в пределах 2-5% от почвенной массы. В изучаемых почвах распределение гумуса по профилю равномерное, но с некоторым убыванием к низу. Общее содержание азота в верхнем пахотном горизонте 0-30см низкое и в среднем составляет 0,11% (менее 0,2%). Верхний слой почвы характеризуется щелочной реакцией,  $pH_{\text{воды}}$  в слое 0-30см составляет 8,4.

Почва характеризуется достаточно высокой поглотительной способностью. Емкость катионного обмена (ЕКО) в верхнем слое почвы (0-30см) составляет 30,6 мг экв/100г. При этом содержание обменного кальция составляет 80-90% от суммы, а обменного магния -10-15%. Почва низко и слабо обеспечена питательными веществами. Содержание подвижного фосфора составляет 2-3мг/100г, а обменного калия 6-9мг/100г.

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 1,40-1,45г/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--0,4-0,4м. соответственно межфазным периодам посев-начало образования луковиц, начало образования луковиц - начало полегания и начало полегания -уборка.

Схемой опыта по фактору „ В" было предусмотрено также три режима питания. Согласно нормативом, с учетом наличия питательных веществ в слое почвы 0-30 см, принятым в Непале по внесению минимальных удобрений под урожай лука 40т/га, принимается  $N_{85} P_{80} K_{45}$  д.в. При этом к периоду уборки содержание их может снижаться примерно до низкого уровня:  $N_{\text{гр}}-2,5\text{мг}/100\text{г}$ ,  $P_2O_5-1,5\text{мг}/100$  и  $K_2O-3,5 \text{ мг}/100\text{г}$ . Две другие дозы минерального питания рассчитыва-

лись на урожайность 60 и 80т/га по выносу питательных веществ, который принимался 5; 3; 5 кг/га на 1т лука соответственно по азоту легкогидролизуемому, подвижному фос-

фору и обменному калию и составляли N<sub>185</sub> P<sub>140</sub> K<sub>145</sub> (для получения 60<sup>т</sup>/га лука) и N<sub>285</sub> P<sub>200</sub> K<sub>245</sub> (для получения 80<sup>т</sup>/га лука). Двухфакторная схема опыта приведена в табл.1.

Таблица 1  
Схема полевого опыта при капельном орошении лука-репки в 2010-2011г.

Номер варианта	Режим передполивной влажности почвы по периодам вегетации, % НВ			Дозы питательных элементов, кг/га		
	Посев-начало образования луковиц	Начало образования 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

Варианты опыта расположены систематически, повторность опыта трехкратная. Размер каждой учетной площади единичной делянки, включающей сочетание двух исследуемых факторов составлялся 48м<sup>2</sup>, а одной учетной делянки -9,6м<sup>2</sup>.

Закладка и проведение полевых исследований осуществлялись в соответствии с требованиями методики опытного дела (6). В процессе исследований проводились учеты и анализы почв. Отбор почвенных образцов проводили по всем вариантам опыта. Наблюдения за влажностью почвы осуществлялось на динамических площадках по методике А.А.Роде. Влажность определяли термостатно - весовым методом и по тензиометрам. Суммарные водопотребление определялось методом водного баланса и по испарометру. Учет поливной воды проводился по продолжительности полива (по расходу капельниц) и по расходомеру, а контроль осуществлялся по мерным цилиндрам с учетом напора воды в поливных трубопроводах. Поливная норма рассчитывалась на увлажнение активного слоя почвы 30-40-40 см с учетом продолжительности межфазных периодов по фазам развития и площади увлажнении. Учет урожая лука

проводился вручную по каждой делянке с разделением по крупности фракций. Экспериментальные данные были обработаны методами математической статистики.

Предшественником лука в опыте являлся рис. Для лука очень большое значение имеет высокое качество подготовки почвы. Нет другой овощной культуры более требовательной к обработке почвы, чем лук. Это объясняется слаборазвитой и поверхностно расположенной корневой системой и очень медленным ростом растений в первый период после посева.

После уборки риса проводилось лушение стерни в 2 следа дисковыми боронами на глубину 0,06-0,08 м. Затем проводилось вспашка тракторным плугом с оборотом пласта. После вспашки проводилось покровное боронование в 2 следа. Перед посевом была проведена предпосевная культивация и легкое уплотнение почвы катками. Семена высевали тракторной овощной сеялкой через 2-3 см на глубину 1,5-2,0 см. При выращивании лука-репки ширина междурядий должна составлять 15-20см. Нами принята схема посева – шестистрочная лента с расстоянием между рядами 16см, и шириной захвата 80см и между строками 70см с об-

шей шириной полосы 1,5м. До посева опытной участок был обработан гербицидом сплошного действия «Стомп» нормой 5 л/га

При появлении 1–2 настоящих листьев лук прорывали, оставляя расстояния между растениями 6–10 см. Расход семян при посеве сеялками точного высева составлял в пределах 4–5 кг/га (примерно 1млн семян на 1га). Уход за посевами включал две культивации, обработку почвы против вредителей и болезней. При этом использовали различные препараты для борьбы с вредителями: Золон, Конфидор, Актара, и другие. В течение вегетационного периода проводили поливы согласно схемы опыта с одновременным внесением удобрений. Уборка лука проводилась вручную. Сначала лук выдерживался и складывался в валки. Валки лука подсыхали в течение нескольких дней. Далее ботва обрезается и лук затаривается в мешки и реализуется с поля.

В опыте использовалась Израильская система капельного орошения GALLILEO со средним расходом капельниц 0,8л/час при автоматизированном назначении сроков полива с помощью тензиометров или эвапарометра по влажности почвы или дефициту водопотребления. Одним из трудоемких процессов является тщательная укладка поливных трубопроводов, так как эта работа осуществляется вручную. Особо важно отметить, что капельные трубопроводы необходимо закреплять к поверхности почвы штырями длиной 0,20м через каждые 20м во избежание сноса трубки с места полива под действием ветра. Поливные трубопроводы размещены по поверхности земли через 48см друг от друга. На трубопроводе капельницы расположены через 25см. Расстояния между растениями в ряду составляли 6–10см. При расстоянии между рядами растений 16см, ширина строки составляла 80см, а между строками 70см с общим размером полосы 1,5м. Опытный участок размещен на участке 1га (196,08м\*51м). Длина капельных трубопроводов составляла 196м, а их количество- 68 штук. По ширине опытного участка было размещено 34 полосы по 1,5м. На каждой полосе при ширине строчки 80см было уложено 2 поливных трубопровода через 48см друг от друга. На каждом

поливном трубопроводе размешено 784 капельницы через 25см, а всего капельниц 53312 штук на 1га. При среднем расходе капельницы 0,8 л за 1час на 1га будет подано 42,65м<sup>3</sup> воды.

В дельнейшем приступают к монтажу фильтра и раскладка гибких магистрального и распределительного трубопроводов; производится установка соединительных ниппелей, кранов, задвижек, манометров. Последним этапом работы является соединение системы капельного орошения с фильтровальной установкой (фильтры грубой очистки и доочистки) рядом с которой находится вертикальная скважина. Грунтовая вода для орошении откачивается из скважины насосом. Очень важно периодически осуществлять промывку капельной системы с целью очистки труб и капельниц от илистых частиц и других веществ, приводящих к быстрому износу труб и к их разрушению. При промывке использовался 0,6% раствор ортофосфорной или хлорной кислоты.

Технология капельного орошения и технологические схемы размещения капельных линий изменяются в зависимости от возделываемой культуры, почвенно-климатических и рельефных условий и многих других факторов. Исследования проводились в долине Катманду в 150 км к югу столицы Непала. Режим орошения лука подерживался на оптимальном уровне в течение вегетационных периодов. По обеспеченности дефицита водного баланса для лука первый год исследований характеризовался как сухой. 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, если они залегают на глубине 1,5–2, 0м. 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 образования луковиц" продолжительностью 46 суток с 1 ноября по 16 декабря со среднесуточной температура воздуха 22,6°С.

Второй период „начало образования лукович- начало полегания" продолжительностью 56 суток с 17 декабря по 10 февраля. Среднесуточная температура воздуха за этот период составляет 18,5°С. Продолжительность третьего межфазного периода „ начало полегания - уборка " составляла 48 суток с

11 февраля до 31 марта при среднесуточной температура воздуха 23,3°С.

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

Таблица 2

Режим орошения лука по межфазным периодам (данные за 2010/2011г)

Межфазный период	Продолжительность фазы, сут	Среднесуточная $T_{cp}$ , °С	Режим предполивной влажности почвы, % НВ	Число поливов	Объём оросительной воды, м <sup>3</sup> /га	Средняя полива норма, м <sup>3</sup> /га
Посев – начало образования лукович	46	22,6	90-80-70	22	1160	52,7
			80-80-70	16	1040	65
			80-70-60	15	990	66
Начало образования лукович – начало полегания	56	18,5	90-80-70	16	2026	12,6
			80-80-70	15	1950	130
			80-70-60	11	1881	171
Начало полегания – уборка	48	23,3	90-80-70	11	2299	209
			80-80-70	10	2260	226
			80-70-60	6	1464	241
За период вегетации лука	150	21,4	90-80-70	19	5485	111,9
			80-80-70	41	5250	128,0
			80-70-60	32	4335	135,5

В первый межфазный период было проведено от 15 до 22 поливов со средней поливной нормой 52,7-66 м<sup>3</sup>/га, во второй период соответственно 11-16 и 126,6-171 м<sup>3</sup>/га, а в третий - 6-11 поливов по поливной нормой 209-244 м<sup>3</sup>/га. Для поддержания влажности почвы в диапазоне 90-80-70 % НВ потребовалось провести 49 поливов. Средней поливной нормой 111,9 м<sup>3</sup>/га при оросительной норме 5485 м<sup>3</sup>/га. При снижении порога предполивной влажности почвы до 80-80-70% НВ. Число поливов уменьшилось до 41 а оросительная норма - на 235 м<sup>3</sup>/га. Наименьшая величина оросительной нормы была получена при режиме влажности почвы 80-70-60 % .Здесь было проведено наименьшее число поливов (32) оросительного воды (4335 м<sup>3</sup>/га) за вегетации).

В результате проведенных исследований (табл.3) установлено, что самый высокий расход воды за вегетацию был на варианте с предполивным порогом влажности почвы 90-80-70 % НВ и составил 5699 м<sup>3</sup>/га при среднесуточном водопотреблении-38,0 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 5498 и 36,7 м<sup>3</sup>/га. Наименьший расход воды за период вегетации был зафиксирован при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-70-60% НВ.(4606 м<sup>3</sup>/га) при среднесуточном расходе 30,7 м<sup>3</sup>/га). Следовательно с увеличением режима предполивной влажности почвы улучшаются условия водоснабжения растений лука.

Анализ водного баланса показывает, что основная доля суммарного водопотребления лука (более 94%) приходится на оросительную норму.

В зависимости от режима орошения и доз внесения минеральных удобрений изменялась урожайность лука и коэффициент водопотребления (табл.4).

Таблица 3

Водный баланс и водопотребление лука (данные за 2010/2011г)

Межфазные Периоды	Продолжительность фазы, сут	Ср.сут. Т <sub>ср</sub> , °С	Режим влажности почвы, % НВ	Расход воды из почвы, м <sup>3</sup> /га	Осадки, мм	Оросительная вода, м <sup>3</sup> /га	Водопотребление, м <sup>3</sup> /га	
							Суммарное	Суточное
Посев – начало образования луковиц	46	22,6	90-80-70	22	0	1160	1201	26,1
			80-80-70	16	0	1040	1087	23,6
			80-70-60	15	0	990	1038	22,6
Начало образования луковиц – начало полегания	56	18,5	90-80-70	16	106	2026	2154	38,5
			80-80-70	15	106	1950	2087	37,3
			80-70-60	11	106	1881	2026	36,2
Начало полегания – уборка	48	23,3	90-80-70	11	0	2299	2344	48,8
			80-80-70	10	0	2260	2324	32,1
			80-70-60	6	0	1464	1542	38,0
Вегетационный период лука	150	21,4	90-80-70	19	106	5485	5699	36,7
			80-80-70	41	106	5250	5498	30,7
			80-70-60	32	106	4335	4606	135,5

Таблица 4

Урожайность лука (т/га) и коэффициент водопотребления (м<sup>3</sup>/т) в зависимости от режимов капельного орошения (данные за 2010/2011г.)

Номер варианта	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
1	90-80-70	N <sub>85</sub> P <sub>80</sub> K <sub>45</sub>	36,6	143,9
2	90-80-70	N <sub>185</sub> P <sub>140</sub> K <sub>145</sub>	60,1	94,8
3	90-80-70	N <sub>285</sub> P <sub>240</sub> K <sub>245</sub>	78,7	72,4
4	80-80-70	N <sub>85</sub> P <sub>80</sub> K <sub>45</sub>	37,1	148,2
5	80-80-70	N <sub>185</sub> P <sub>140</sub> K <sub>145</sub>	57,2	96,1
6	80-80-70	N <sub>285</sub> P <sub>240</sub> K <sub>245</sub>	73,8	74,5
7	80-70-60	N <sub>85</sub> P <sub>80</sub> K <sub>45</sub>	34,1	135,1
8	80-70-60	N <sub>185</sub> P <sub>140</sub> K <sub>145</sub>	53,7	85,8
9	80-70-60	N <sub>285</sub> P <sub>240</sub> K <sub>245</sub>	70,1	65,7
НСР <sub>05</sub> по фактору А			2,34	-
НСР <sub>05</sub> по фактору В			13,1	
НСР <sub>05</sub> для частных средних			14,7	

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> (78,7

т/ га). 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 (39,6 т/ га). При понижении режима предполивной влажности почвы и доз

внесения минеральных удобрений наблюдалось снижение урожайности лука.

В зависимости от режима увлажнения почвы и минерального питания изменялся расход влаги на формирование единицы урожая. Наиболее продуктивного оросительную воду используют растения лука при внесении повышенных доз минеральных удобрений, где коэффициент водопотребления был самый низкий (65,7-74,5 м<sup>3</sup>/г).

Таким образом, при капельном орошении репчатого лука наибольшая продуктивность обеспечивается при поддержании на посевах предполивного порога влажности почвы 90-80-70% НВ в слое почвы 30-40-40 см и дозе внесения минеральных удобрений на 1 га из расчета N<sub>285</sub> P<sub>200</sub> K<sub>245</sub> д.в.

### Литература

1. Бородычев В.В. *современные технологии капельного орошения овощных культур: научное издание. Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», Волгоград 2010.-241с.*
2. Бородычев В.В., Казаченко В.С. *режим орошения и продуктивность репчатого лука. - Мелиорация и водное хозяйство.-2011.- № 2.с. 31-33.*
3. Щедрин В.Н., Кулыгин В.А. *особенности водопотребления овощных культур по периодам вегетации при орошении.- Мелиорация и водное хозяйство.-2011.- № 2-с.-28-31.*
4. Шуравилин А.В. *Технология капельного орошения земляники на дерново-подзолистых почвах Московской области. / Шуравилин А.В. Ляшко М.У., Аишаф Елсайед Махмуд Елсайед.// Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.2010.- №8.-с.59-64.*
5. Шуравилин А.В., Кибика А.И. *Мелиорация. Учебное пособие.-М.: икф «ЭКМОС», 2006.-944с.*
6. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта // Б. А. Доспехов. – М.: Агрпромиздат, 1985.– 351 с.*