

УДК 635.25:631.445.4:631.67(477.7)

**В. В. Гамаюнова, Ю. В. Задорожний**

Николаевский национальный аграрный университет, Николаев, Украина

## **ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И РЕЖИМА ПИТАНИЯ НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЛУКА РЕПЧАТОГО**

Целью исследований является определение оптимального способа полива, режима орошения и фона минерального питания лука репчатого в условиях Южной Степи Украины. Исследования проводили в 2008–2010 гг. на полях опытного хозяйства Института южного овощеводства и бахчеводства Украинской академии аграрных наук в Херсонской области. Почвенный покров опытного хозяйства относительно однородный и представлен черноземами южными супесчаными с мощностью гумусового профиля до 56 см и содержанием гумуса 1,2–1,5 %. В схему многофакторного опыта были включены способ полива (естественное увлажнение, капельное орошение, микродождевание); уровень предполивной влажности корнеобитаемого слоя почвы (80–70–70 % НВ, 90–80–70 % НВ); уровень минерального питания (без удобрений, расчетные дозы на урожайность 60, 80 и 100 т/га). Определено, что максимальную урожайность 90,53 т/га лук формирует при выращивании на фоне микродождевания. В сравнении с капельным орошением это больше в среднем на 2,75 т/га (4,8 %), а с вариантом без орошения – в 3,6 раза. Минимальными коэффициенты водопотребления были в вариантах с поддержанием предполивной влажности на уровне 90–80–70 % НВ (52,9–154,8 м<sup>3</sup>/т). При выращивании лука без полива коэффициент водопотребления составил 188,8–260,0 м<sup>3</sup>/т. Применение минеральных удобрений на фоне орошения способствовало уменьшению этого показателя с 150,5–162,9 м<sup>3</sup>/т при выращивании лука на неудобренных делянках до 52,6–56,4 м<sup>3</sup>/т в вариантах с расчетной дозой на урожайность 100 т/га. Растения лука при формировании 10 т урожая лукович выносят из почвы в среднем 44,6 кг азота, 12,4 кг фосфора и 21,5 кг калия.

Ключевые слова: лук репчатый, водопотребление, урожайность, вынос элементов питания, доза удобрений, способ полива.

**V. V. Gamayunova, U. V. Zadorozhnii**

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

## **IRRIGATION AND NUTRITIONAL REGIME IMPACT ON WATER CONSUMPTION AND YIELD OF BULB ONION**

The objective of the research is to determine optimal method of irrigation, irrigation regime, and background of mineral nutrition for bulb onion in the South Steppe of Ukraine. The study was carried out in 2008–2010 at the fields of experimental farm in the Kherson region. Soil cover in the farm was relatively homogeneous. Soils in the experimental sites were south chernozems with sandy loam texture. The depth of humus layer was up to 56 cm and humus content was 1.2–1.5 %. Method of irrigation (rainfed, drip irrigation, micro-sprinkler), the level of pre-irrigation threshold of root-inhabited soil layer (80–70–70 % of field capacity (FC), 90–80–70 % of FC), and the level of mineral nutrition (without fertilization, calculated doses for the yield of 60, 80, and 100 t/ha) were included in the scheme of multifactor experiment. It was found that maximal bulb onion yield 90.53 t/ha was obtained at the background of micro-sprinkler irrigation. In average it was greater by 2.75 t/ha (4.8 %) comparing with drip irrigation and in 3.6 times with the variant without irrigation. Minimal coefficients of wa-

ter consumption were in the variants maintaining pre-irrigation threshold 90–80–70 % FC (52.9–154.8 m<sup>3</sup>/t). Growing onion without irrigation provided coefficient of water consumption 188.8–260.0 m<sup>3</sup>/t. Applying of mineral fertilizers at the background of irrigation facilitated to decreasing of this indicator from 150.5–162.9 m<sup>3</sup>/t, when onion were grown at non-fertilized plots, to 52.6–56.4 m<sup>3</sup>/t in the variants with calculated dose for the yield of 100 t/ha. The average uptake of onion plants for the yield of 10 t of bulbs was 44.6 kg of nitrogen, 12.4 kg of phosphorus, and 21.5 kg of potassium.

Keywords: bulb onion, water consumption, yield, uptake of nutritive elements, fertilizing dose, irrigation method.

**Введение.** Лук репчатый – одна из наиболее высококорентабельных овощных культур. Лук – ценный пищевой продукт, используемый человеком в течение целого года. Главная пищевая ценность лука заключается прежде всего в том, что он богат углеводами и азотистыми веществами.

На Украине быстрыми темпами развиваются технологии микроорошения при выращивании овощных культур. Площади систем микроорошения при возделывании этих культур возрастают и в дальнейшем будут только увеличиваться. Однако средняя урожайность овощных культур, и в частности лука, остается на низком уровне, хотя продуктивность их должна быть значительно выше. Это обусловлено несоответствием между элементами технологии, применяемыми при выращивании овощных культур на Украине в системах микроорошения, и элементами технологии, которые были разработаны для полива дождеванием. Это обуславливает актуальность исследования многофункционального использования систем микроорошения, включающих в том числе капельное орошение и микродождевание, при выращивании лука репчатого.

На основе анализа научной литературы определено, что вопросы разработки и обоснования элементов технологии выращивания лука репчатого в системах микроорошения в условиях Степи Украины изучены недостаточно и требуют дальнейших исследований.

Самая высокая продуктивность орошаемых земель достигается при применении микроорошения – капельного полива или микродождевания. Благодаря дозированной подаче воды с растворенными в ней удобрениями (фертигации) непосредственно в зону питания каждого растения, в произ-

водственных условиях при микроорошении и внедрении современных технологических и селекционных достижений урожайность томата и огурца составляет 100–120 т/га, перца – 50–55 т/га, лука – 60–80 т/га [1].

Капельное орошение является наиболее эффективным способом подачи воды и минеральных веществ растениям, благодаря чему существенно повышается их продуктивность [2–4].

Известно, что лук – требовательное к влаге растение и для его роста и развития необходимо регулировать и поддерживать влажность почвы в течение всего периода вегетации культуры.

Потребности растений лука во влаге изменяются в зависимости от фазы их роста и развития. Так, для прорастания семян лучшей влажностью почвы является 85–90 % НВ [5]. Критическим периодом (периодом наибольшей потребности в воде), по данным специалистов Делавэрского университета, является период интенсивного нарастания луковицы [6].

Ранее проведенными исследованиями установлено, что при орошении лука репчатого необходимо учитывать значительную потребность данной культуры в воде из-за слабого развития корневой системы. В то же время эта культура чувствительна и к чрезмерной влажности. При избытке влаги она может вымокать и выпревать. Особенно требователен лук к почвенной влаге в первые две недели после посева, в течение двух-трех недель после всходов, в период активного образования листьев и отрастания корневой системы.

Согласно исследованиям, проведенным В. Я. Борисовым и В. Ф. Васецким, оптимальный режим орошения лука устанавливается при поддержании влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 80–100 % НВ [7].

В рекомендациях, разработанных Институтом земледелия южного региона НААНУ, указывается на необходимость проведения первого полива в первые 3–4 недели после всходов, когда у растений формируется корневая система и появляется первый настоящий лист. Недостаток влаги

в этот период приводит к сильной изреженности посевов. В дальнейшем лук необходимо поливать с поддержанием влажности до 80 % НВ [8].

Лук является одним из самых требовательных к питательным веществам растений. На 100 ц товарного урожая эта культура использует 25–54 кг азота, 11–17 кг фосфора и 17–45 кг калия. По данным Л. П. Ходеевой, прирост урожайности лука от удобрений составляет 6,6–7,0 т/га [9].

С. А. Дудник, В. С. Щепак рекомендуют вносить под лук удобрения из расчета  $N_{90}P_{135}K_{90}$  [10]. Согласно исследованиям И. М. Гордиенко и Р. П. Гладких на черноземе типичном малогумусном при орошении наиболее эффективно и экономически выгодно размещать лук на репку по фону действия навоза (21 т/га севооборотной площади) или выращивать при непосредственном применении полного минерального удобрения локально в дозах  $N_{45}P_{45}K_{45}$  и  $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$  на фоне внесения навоза нормами 14 и 21 т/га соответственно [11]. Согласно рекомендациям семенной фирмы «Нунемс», для получения урожайности лука на уровне 80–100 т/га необходимо обеспечить растения макроэлементами в количестве  $N_{150-300}P_{120-150}K_{205-300}$ .

Нормы внесения удобрений рассчитывали усовершенствованным балансовым методом на основе данных анализа почвы [12].

Целью исследований является определение влияния способов полива, режимов орошения и питания на водопотребление и формирование урожая лука репчатого.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на полях опытного хозяйства Института южного овощеводства и бахчеводства УААН, который расположен в Голопристанском районе Херсонской области. Объектом исследования был лук репчатый сорта Халцедон. Почвенный покров опытного хозяйства относительно однородный и представлен черноземами южными супесчаными. Характерной особенностью данной почвы является значительная мощность гумусового профиля (в среднем до 56 см) при незначительном в нем содержании гумуса (1,2–1,5 %). Пахотный слой имеет

небольшую емкость поглощения (5,0–6,1 мг-экв./100 г почвы), в подпахотном слое он увеличивается до 6,9–9,3 соответственно. В составе поглощенных катионов преобладает кальций, на втором месте магний, имеются следы натрия. Почва характеризуется значительной скоростью водопоглощения (3,06–1,56 мм/ч). Только после 5–6 часов процесс поглощения переходит в процесс фильтрации. Коэффициент фильтрации составляет 0,22–0,19 мм/ч.

В связи с тем, что почвы относительно бедны органическими и минеральными коллоидами, они имеют небольшую полную влагоемкость (9,4–9,7 %) и водоудерживающую способность. Общий запас влаги в слое почвы 0–100 см при такой влагоемкости составляет 1700 м<sup>3</sup>/га, из них доступной влаги для растений – 1200 м<sup>3</sup>/га.

Исследования проводили в течение 2008–2010 гг. Погодные условия в годы проведения исследований были неоднородными. Краткая характеристика погодных условий, сложившихся в годы проведения исследований, приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Погодные условия в годы проведения исследований (2008–2010 гг.)**

Месяц	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Средне-многолетняя	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Средне-многолетняя
Март	4,2	2,9	3,4	3,5	23,3	19,9	14,8	19,3
Апрель	9,7	11,8	10,8	10,8	43,5	11,2	11,2	22,0
Май	17,2	18,2	17,5	17,6	41,3	86,2	61,0	62,8
Июнь	20,6	22,9	22,6	22,0	46,9	46,2	227,0	106,7
Июль	23,4	24,6	24,7	24,2	8,8	31,2	199,0	79,7
Август	23,9	24,2	26,1	24,7	0,0	6,6	13,1	6,6
Сентябрь	16,3	17,0	18,2	17,2	252,1	10,1	12,5	91,6

Общая площадь опытной делянки – 26 м<sup>2</sup>, учетная – 5 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная.

В схему опыта были включены следующие факторы: способ полива (А): естественное увлажнение (контроль), капельное орошение, микродождевание; уровень предполивной влажности корнеобитаемого слоя поч-

вы (В): 80–70–70 % НВ, 90–80–70 % НВ; уровень минерального питания (С): без удобрений (контроль), расчетные дозы на урожайность 60 т/га (N<sub>283</sub>), 80 т/га (N<sub>360</sub>) и 100 т/га (N<sub>455</sub>).

**Результаты и обсуждение.** Сравнивая эффективность потребления воды растениями лука в вариантах с капельным способом полива с этим же показателем в идентичных вариантах при поливе микрождеванием (кроме вариантов без удобрений), можно сделать вывод, что при капельном способе полива оросительная вода используется более эффективно. Минимальными коэффициенты водопотребления были в вариантах с режимом орошения 90–80–70 % НВ (таблица 2).

**Таблица 2 – Эффективность использования воды растениями лука в зависимости от исследуемых факторов (среднее за 2008–2010 гг.)**

Способ полива	Уровень предполивной влажности почвы	Уровень минерального питания	Среднесуточное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т	Коэффициент эффективности орошения, м <sup>3</sup> /т	Коэффициент продуктивности орошения, т/м <sup>3</sup>
Естественное увлажнение		Без удобрений	31,3	260,0	-	-
		Расчетная на 60 т/га	31,2	188,8	-	-
		Расчетная на 80 т/га	31,9	207,3	-	-
		Расчетная на 100 т/га	33,1	206,2	-	-
Капельное орошение	80–70–70 % НВ	Без удобрений	36,4	162,9	81,67	0,0122
		Расчетная на 60 т/га	35,6	100,7	44,17	0,0226
		Расчетная на 80 т/га	35,3	67,02	22,92	0,0436
		Расчетная на 100 т/га	35,0	52,6	16,79	0,0596
	90–80–70 % НВ	Без удобрений	37,1	154,8	78,87	0,0127
		Расчетная на 60 т/га	36,6	97,4	44,74	0,0223
		Расчетная на 80 т/га	35,7	66,1	24,42	0,0409
		Расчетная на 100 т/га	35,4	52,9	18,43	0,0542
Микрождевание	90–80–70 % НВ	Без удобрений	40,9	150,5	90,52	0,0110
		Расчетная на 60 т/га	40,2	97,8	55,03	0,0182
		Расчетная на 80 т/га	39,6	69,8	32,93	0,0303
		Расчетная на 100 т/га	39,0	56,4	25,19	0,0397
	80–70–70 % НВ	Без удобрений	39,5	162,2	99,52	0,0100
		Расчетная на 60 т/га	38,9	105,5	59,72	0,0167
		Расчетная на 80 т/га	38,4	72,0	32,56	0,0307
		Расчетная на 100 т/га	38,3	56,4	23,81	0,0420

Следует отметить, что при выращивании лука без полива коэффици-

ент водопотребления был существенно большим, чем при орошении. Применение минеральных удобрений способствовало уменьшению этого показателя. Максимальное количество воды для формирования единицы продукции растения лука используют при выращивании на неудобренных делянках. Так, если без удобрений и орошения коэффициент водопотребления составил  $260 \text{ м}^3/\text{т}$ , то без удобрений, но с проведением поливов этот показатель в среднем по всем исследуемым вариантам орошения был равен  $157,6 \text{ м}^3/\text{га}$ , что на 65,0 % меньше.

Внесение удобрений в расчетных дозах способствовало более эффективному использованию поливной воды, чем при отсутствии удобрений. При этом с увеличением нормы удобрений значительно уменьшается потребление воды на формирование единицы продукции.

Хотя на фоне микрождевания воды на единицу урожая растения использовали несколько больше по сравнению с капельным орошением, продуктивность лука при этом также была незначительно выше. Максимальный уровень урожайности по опыту в среднем за три года исследований получили при сочетании режима орошения микрождеванием 90–80–70 % НВ и расчетной дозы минеральных удобрений на плановую урожайность 100 т/га, при этих условиях он составил 90,53 т/га (таблица 3).

**Таблица 3 – Урожайность лука репчатого в зависимости от фона питания и орошения**

Способ полива	Уровень предполивной влажности почвы	Уровень минерального питания	Урожайность по годам			Среднее за 2008–2010 гг.	Товарность урожая, %
			2008	2009	2010		
1	2	3	4	5	6	7	8
Естественное увлажнение		Без удобрений	4,36	13,20	22,90	13,48	80,4
		Расчетная на 60 т/га	9,40	21,80	24,50	18,56	84,5
		Расчетная на 80 т/га	8,72	16,60	25,40	16,91	85,2
		Расчетная на 100 т/га	6,21	16,10	28,70	17,00	85,8
Капельное орошение	80–70–70 % НВ	Без удобрений	24,10	23,50	34,90	27,50	91,2
		Расчетная на 60 т/га	45,85	42,10	45,50	44,48	92,4
		Расчетная на 80 т/га	67,40	67,20	66,00	66,86	92,9
		Расчетная на 100 т/га	87,20	85,30	83,10	85,20	93,0

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
	90–80–70 % НВ	Без удобрений	27,81	26,30	35,90	30,00	91,7
		Расчетная на 60 т/га	49,16	47,60	46,30	47,68	92,6
		Расчетная на 80 т/га	70,20	72,50	68,10	70,26	93,1
		Расчетная на 100 т/га	89,30	87,80	86,00	87,70	93,4
Микро- дождева- ние	90–80–70 % НВ	Без удобрений	36,62	28,50	36,70	33,94	92,0
		Расчетная на 60 т/га	55,82	52,30	48,50	52,21	92,8
		Расчетная на 80 т/га	72,86	74,80	71,80	73,15	93,3
		Расчетная на 100 т/га	92,00	90,60	89,00	90,53	93,5
	80–70–70 % НВ	Без удобрений	30,28	24,50	35,90	30,23	91,5
		Расчетная на 60 т/га	46,72	44,80	47,90	46,47	92,1
		Расчетная на 80 т/га	68,80	69,00	66,50	68,10	93,0
		Расчетная на 100 т/га	88,25	88,00	84,80	87,01	93,3
НСР по фактору А			0,61	0,67	0,81		
по фактору В			0,75	0,69	0,99		
по фактору С			0,75	0,71	1,14		
по фактору АВ			1,05	0,95	1,34		
по фактору АС			1,05	1,07	1,48		
по фактору ВС			1,29	1,14	1,62		
по фактору АВС			1,83	1,21	2,08		

При режиме орошения микродождеванием 90–80–70 % НВ в среднем по всем фонам удобрения сформирована урожайность на уровне 71,96 т/га, а при капельном орошении – 68,54 т/га, или на 4,8 % меньше. При режиме орошения 80–70–70 % НВ в указанных вариантах товарного лука собрали соответственно 67,19 и 65,51 т/га, что на 2,5 % меньше.

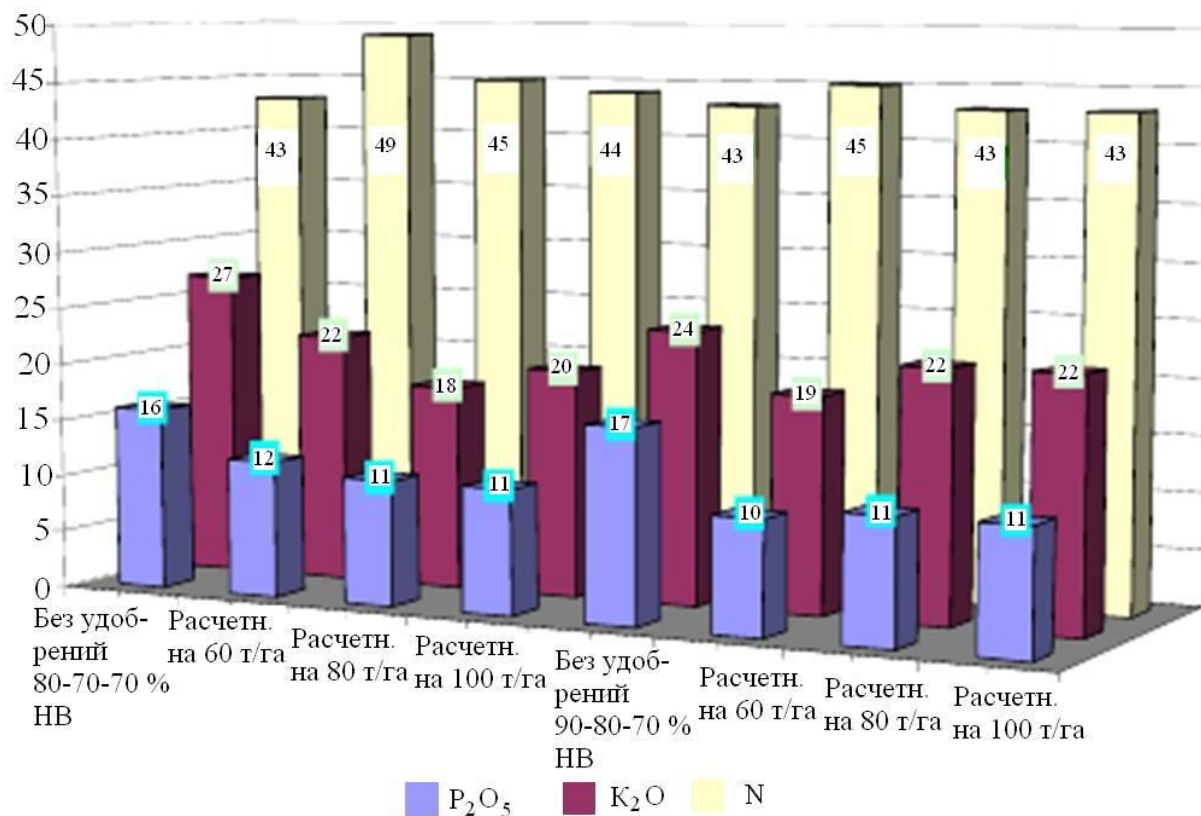
При выращивании лука репчатого без полива и внесения минеральных удобрений в среднем за годы исследований сформирована урожайность на уровне 13,48 т/га.

При капельном орошении с режимом 80–70–70 % НВ урожайность возросла до 27,5 т/га, а при 90–80–70 % НВ – до 30,0 т/га, тогда как без удобрений при аналогичных режимах увлажнения микродождеванием лука соответственно собрали 30,23 и 33,94 т/га. Это еще раз подтверждает определенное преимущество микродождевания перед капельным орошением.

Исследованиями установлено, что при режиме орошения 90–80–70 % НВ на формирование 10 т лука расходуется несколько мень-



шее количество основных элементов питания, чем при режиме орошения 80–70–70 % НВ. Так, при режиме 80–70–70 % НВ на формирование 10 т луковиц расходуется азота 45,5 кг, фосфора – 12,51 кг, калия – 22 кг, тогда как при режиме 90–80–70 % НВ азота расходуется 43,7 кг, фосфора – 12,3 кг, калия – 21,0 кг (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Вынос элементов питания на формирование 10 т луковиц в зависимости от режима орошения и уровня минерального питания (среднее за 2008–2010 гг.), кг/га**

### Выводы

1 Минимальными коэффициенты водопотребления были в вариантах с поддержанием предполивной влажности на уровне 90–80–70 % НВ (52,9–154,8 м<sup>3</sup>/т). Применение минеральных удобрений на фоне орошения способствовало уменьшению этого показателя с 150,5–162,9 м<sup>3</sup>/т при выращивании лука на неудобренных участках до 52,6–56,4 м<sup>3</sup>/т в вариантах с расчетной дозой на урожайность 100 т/га.

2 Максимальную урожайность 90,53 т/га лук формирует при выра-

щивании на фоне микродождевания, что в сравнении с капельным орошением больше в среднем на 2,75 т/га (4,8 %), а с вариантом без орошения – в 3,6 раза.

3 Растения лука при формировании 10 т урожая луковиц выносят из почвы 44,6 кг азота, 12,4 кг фосфора и 21,5 кг калия.

### Список литературы

1 Васюта, В. В. Эффективность микроорошения овощных культур открытого грунта в условиях юга Украины / В. В. Васюта // Проблемы гидромелиорации в Украине: материалы науч. конф. – Днепропетровск, 1996. – С. 17–20.

2 Feasibility of drip irrigation under different soil covers in tomato / K. N. Tiwari, P. K. Mal, R. M. Singh, A. Chattopadhyay // J. Agric. Eng. – 1998. – Vol. 35(2). – P. 41–49.

3 Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits / A. M. Al-Omran, A. S. Sheta, A. M. Falatah, A. R. Al-Harbi // Agric. Water Manag. – 2005. – Vol. 73. – P. 43–55.

4 Al-Omran, A. M. Effect of saline water and drip irrigation on tomato yield in sandy calcareous soils amended with natural conditioners / A. M. Al-Omran // 2nd International Salinity Forum Salinity, Water and Society – Global Issues, Local Action. – 2010.

5 Смолко, А. Озимый лук – новый подход к изучению лука / А. Смолко // Предложение. – 2007. – № 6. – С. 52–55.

6 Kee, E. Drought Advisory for Vegetable Production / E. Kee; University of Delaware. – 2010.

7 Борисов, В. Я. Особенности агротехники лука репчатого при орошении в Крыму / В. Я. Борисов, В. Ф. Васецкий // Пути повышения урожайности овощных культур: сб. науч. тр. – Одесса, 1973. – С. 108–115.

8 Васюта, В. Интенсивная технология выращивания лука репчатого в степной зоне Украины / В. Васюта, Ю. Лютая // Овощеводство. – 2004. – № 10–11. – С. 37–39.

9 Ходеева, Л. П. Оптимизация питательного режима почвы и повышение урожая лука-репки в зависимости от применения удобрений / Л. П. Ходеева // Вестник аграрной науки. – 1998. – № 2. – С. 7–9.

10 Дудник, С. А. Орошение лука / С. А. Дудник, В. С. Щепак // Картофель и овощи. – 1983. – № 7. – С. 24–25.

11 Гордиенко, И. М. Производительность лука в зависимости от системы удобрения / И. М. Гордиенко, Г. П. Гладких // Вестник Сумского национального аграрного университета. Агрономия и биология. – Сумы, 2003. – № 7. – С. 97–101.

12 Гамаюнова, В. В. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения / В. В. Гамаюнова, И. Д. Филиппев // Вестник аграрной науки. – К., 1997. – № 5. – С. 15–19.

---

#### Гамаюнова Валентина Васильевна

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Ученое звание: профессор

Должность: заведующая кафедрой земледелия

Место работы: Николаевский национальный аграрный университет

Адрес организации: ул. Парижской коммуны, 9, г. Николаев, Украина, 54020

E-mail: gamajunova2301@gmail.com

**Gamayunova Valentina Vasilevna**

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Title: Professor

Position: Head of the Department of Agriculture

Affiliation: Mykolayiv National Agrarian University

Affiliation address: st. Paris Commune, 9, Nikolaev, Ukraine, 54020

E-mail: gamajunova2301@gmail.com

**Задорожний Юрий Владимирович**

Должность: ассистент кафедры земледелия

Место работы: Николаевский национальный аграрный университет

Адрес организации: ул. Парижской коммуны, 9, г. Николаев, Украина, 54020

**Zadorozhnii Yuri Vladimirovich**

Position: Assistant of the Department of Agriculture

Affiliation: Mykolayiv National Agrarian University

Affiliation address: st. Paris Commune, 9, Nikolaev, Ukraine, 54020