

## АГРОМЕЛИОРАТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ВОДАМИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛУКА РЕПЧАТОГО

**Т.А. Мартыненко**, научный сотрудник

НААН «Институт Орошаемого земледелия»

г. Херсон, Украина

**Ключевые слова:** капельное орошение, фосфогипс, способ внесения, лук репчатый, плодородие почвы, засоление, осолонцевание, продуктивность.

### Введение

Южная степь Украины характеризуется недостаточным и неустойчивым водообеспечением сельскохозяйственных культур в период вегетации, частыми засухами и суховеями (гидротермический коэффициент – 0,6-0,7, коэффициент естественного увлажнения 0,4-0,5). Поэтому в этом регионе интенсификация сельскохозяйственного производства базируется в основном на использовании орошения. В то же время ирригация земель является наиболее мощным антропогенным фактором влияния на почвообразовательный процесс, который определяет характер и направленность изменений свойств почвы [1-4].

Почвы южной степи, среди которых преобладают чернозем южный и каштановые, вследствие генетически унаследованных свойств имеют слабую стойкость против возрастающей антропогенной нагрузки. В условиях орошения они довольно быстро переходят в разряд солонцеватых. Развитие процесса осолонцевания орошаемых земель связано, главным образом, с использованием поливных вод низкого качества и повышенной минерализации. Продуктивность ирригационно деградированных почв уменьшается на 15-20 % и более [5, 6].

В настоящее время наблюдается стремительное увеличение площадей под капельным орошением, особенно в таких отраслях, как овощеводство. Этот способ полива овощных культур наиболее перспективный потому, что по сравнению с традиционным способом (дождеванием) дает возможность снизить оросительную норму на 30-40 %, уменьшить энергетические затраты на 50-70 % и значительно повысить урожай [7].

### Объект и методы исследований

Исследования проводили в полевом опыте на землях экспериментального хозяйства Института орошаемого земледелия (ИОЗ) НААН в 2006-2008 гг.

Почва – темно-каштановая среднесуглинистая слабосолонцеватая с содержанием в слое 0-0,3 м гумуса 2,35 % (по Тюрину), нитратного азота – 5 (по методу Грандваль-Ляжу), подвижного фосфора – 72, обменного калия – 293 мг/кг (по Мачигину).

Культура – лук репчатый сорта Халцедон, схема посева – ленточная 8-рядная (ширина ленты – 0,96 м, между лентами – 0,60 м). Поливные трубопроводы – по два в ленте с капельницами через 0,2 м. Удобрение и мелиорант вносили согласно схемы опыта: 1 – без орошения, удобрений и мелиоранта (контроль 1); 2 – орошение без удобрений и мелиоранта (контроль 2); 3 – орошение +  $N_{120}P_{90}$  (рекомендованная в зоне доза удобрений); 4 – орошение +  $N_{171}P_0K_0$  (расчётная доза удобрений, аммиачная селитра); 5 – орошение +  $N_{171}P_0K_0$  (расчётная доза удобрений, кальциевая селитра); 6 – орошение + фосфогипс 3,0 т/га (под предпосевную культивацию); 7 – орошение + фосфогипс 1,9 т/га (в ленту посева); 8 – орошение +  $N_{171}P_0K_0$  (расчётная доза удобрений, кальциевая селитра) + фосфогипс 1,9 т/га (в ленту посева); 9 – орошение водой улучшенного качества (кальцинирование) +  $N_{171}P_0K_0$  (расчётная доза удобрений, аммиачная селитра).

Посевная площадь деланки 25,2 м<sup>2</sup>, учетная – 22,4 м<sup>2</sup>, размещение их последовательное в 2 яруса, повторность опыта четырехкратная. Дозу фосфогипса рассчитывали по порогу коагуляции мелкодисперсных фракций, минеральных удобрений – методом оптимальных параметров (Филипьев И.Д., Гамаюнова В.В., 2001 г.) на запланированный уровень урожая 50 т/га. Кальцинирование поливной воды проводили маточным раствором фосфогипса с концентрацией 1,5 г/дм<sup>3</sup>. Вегетационные поливы начинали проводить в фазу 4-5 листьев лука при влажности почвы не ниже 80% НВ на глубине 0-0,3 м. В фазу формирования луковиц влажность почвы поддерживали на уровне 70% НВ (0-0,5 м). В годы исследований оросительные нормы в опыте с луком репчатым составляли (м<sup>3</sup>/га): в 2006 г. – 1260 (6 поливов), 2007 – 3150 (15 поливов), в 2008 г. – 840 (4 полива). Образцы почвы отбирали перед уборкой урожая в лентах посева и между ними. В образцах определяли ионный состав водорастворимых солей стандартными методами (ГОСТ 26424-26428); состав обменных катионов – методом вытеснения уксуснокислым аммонием с последующим определением  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  трилонометрически,  $Na^{+}$  – пламенно-фотометрическим методом, структурно-агрегатный состав – по методу М.И. Саввинова.

Учет урожая проводили со всей учетной деланки. Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа программно-информационного комплекса ("Agrostat", "MS Office Excel").

### Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что капельное орошение слабоминерализованными водами с неблагоприятным соотношением одно- и двухвалентных катионов приводит к тенденции накопления легкорастворимых солей в 0-0,3 м слое почвы. Причем их содержание возрастало не только в зоне увлажнения (лента), но и между ними. Так в варианте без внесения удобрений и мелиоранта сумма солей повысилась в ленте на 0,038, а между лентами – на 0,014% по сравнению с неорошаемым контролем (табл.1).

Рост общей суммы солей в почвенном растворе проходил главным образом за

счет увеличения токсичных. Их количество повысилось в ленте и между ними в 2,0 и 1,3 раза соответственно за счет ионов натрия и хлора. Внесение аммиачной селитры существенно не влияло на содержание солей в почвенном растворе, а кальциевая селитра

**Таблица 1 – Влияние капельного орошения, минеральных удобрений и мелиоранта на физико-химические свойства темно-каштановой почвы (слой 0-0,3 м, среднее за 2006-2008 гг.)**

№ в а р и а н т а	Место отбора образца	Сумма водора- ство- римых солей, %	$\frac{Ca^{2+}}{Na^+}$	Сумма токсич- ных со- лей, %	Сумма обменных катионов, мг-экв/кг почвы	% от суммы катионов		
						Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	лента	0,107	0,7	0,066	200,4	75,0	21,3	3,7
	между лентами	0,106	0,7	0,065	199,4	75,5	20,7	3,8
2	лента	0,145	0,5	0,102	197,9	70,2	24,8	5,0
	между лентами	0,120	0,6	0,080	202,1	74,2	21,8	4,0
3	лента	0,150	0,5	0,100	200,3	71,5	23,3	5,2
	между лентами	0,125	0,7	0,078	203,1	74,7	21,3	4,0
4	лента	0,142	0,5	0,097	198,7	70,3	24,2	5,5
	между лентами	0,122	0,7	0,078	200,1	72,4	23,6	4,0
5	лента	0,156	0,6	0,101	203,8	71,6	23,5	4,9
	между лентами	0,125	0,7	0,076	205,2	74,0	22,0	4,0
6	лента	0,288	1,0	0,126	209,2	74,4	21,7	3,9
	между лентами	0,194	1,1	0,102	205,1	72,6	23,5	3,9
7	лента	0,232	1,2	0,119	205,7	73,8	21,9	4,3
	между лентами	0,135	0,6	0,068	196,6	75,4	20,8	3,8
8	лента	0,230	1,3	0,115	212,5	74,7	21,3	4,0
	между лентами	0,136	0,6	0,086	205,7	74,5	21,7	3,9
9	лента	0,200	1,0	0,112	204,8	73,7	22,5	3,8
	между лентами	0,136	0,6	0,088	202,4	74,8	21,1	4,1

приводила к тенденции их роста, особенно в зоне увлажнения. Наиболее существенное влияние на содержание солей в почве наблюдалось при внесении фосфогипса. При этом сумма солей в ленте посева увеличилось на 0,083-0,087 % по сравнению с орошаемым вариантом без удобрений и мелиоранта. Максимальное их количество отмечалось при внесении фосфогипса 3 т/га под культивацию. Следует отметить, что увеличение легкорастворимых солей в мелиорированной почве проходило за счет химических составляющих фосфогипса, что способствовало повышению отношения кальция к натрию в почвенном растворе на 0,2-0,6 единицы по сравнению с орошаемым контролем. При этом химизм засоления по анионному составу оставался хлоридно-сульфатным, а по катионному – менялся с кальциево-натриевого на натриево-кальциевый.

Исследования показали, что капельное орошение приводит к довольно типичному процессу осолонцевания, который наблюдается при поливах водами невысокого качества. По нашим данным использование минерализованных вод для орошения первого же года приводит к значительным изменениям качественного состава поглощенного первого же года приводит к значительным изменениям качественного состава поглощенных оснований в ленте посева. При этом в зоне увлажнения доля обменного кальция уменьшается на 4,8 %, а количество одновалентных катионов ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ), наоборот, возрастает на 1,3 % от суммы катионов по сравнению с неорошаемой почвой. Внесение фосфогипса как под предпосевную культивацию, так и в ленту посева обеспечивает снижение доли обменных одновалентных катионов в почвенном комплексе на 0,7-1,1 % от суммы катионов по сравнению с орошаемым контролем, то есть значительно снижается интенсивность процесса вторичного осолонцевания. Совместное внесение фосфогипса и кальциевой селитры обеспечивает наиболее высокое содержание обменного кальция в почвенно-поглощающем комплексе среди орошаемых вариантов.

Как показали наши исследования, химическая мелиорация почвы оказывает существенное влияние на использование растениями лука почвенной влаги и оросительной воды. Суммарное водопотребление при выращивании его без орошения, удобрений и мелиоранта составляет 2053 м<sup>3</sup>/га (слой почвы 0-1,0 м). Орошение увеличивает суммарное водопотребление в 1,7 раза. Внесение минеральных удобрений способствует дальнейшему повышению этого показателя на 80-110 м<sup>3</sup>/га. Наибольшее суммарное водопотребление оказалось в варианте с совместным применением минеральных удобрений (расчётная доза  $\text{N}_{171}\text{P}_0\text{K}_0$ ) и фосфогипса 1,9 т/га в ленту посева – 3545 м<sup>3</sup>/га. При этом наиболее рационально используется оросительная вода – коэффициент продуктивности орошения – 29,8 кг/м<sup>3</sup>, который на 1,2-9,8 кг/м<sup>3</sup> выше, чем в других вариантах опыта. Коэффициент водопотребления лука в орошаемых вариантах колеблется в пределах 67,9-97,8 м<sup>3</sup>/т. Минимальный этот показатель формируется при совместном внесении фосфогипса и минеральных удобрений.

Исследования показали, что в условиях капельного орошения без удобрений и

мелиоранта, урожайность лука-репки составляет 35,0 т / га или в 3,3 раза больше, чем на неполивном варианте (табл. 2).

**Таблица 2– Урожайность лука репчатого в зависимости от применения разных примов сохранения плодородия почвы при капельном орошении**

Вариант опыта	Урожайность лука репчатого, т/га			Среднее	Прирост	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.		т/га	%
1.Без орошения, удобрений и мелиоранта (контроль 1)	15,4	0,0	16,8	10,7	-	-
2.Орошение, без удобрений и мелиоранта (контроль 2)	31,2	36,1	37,6	35,0	-	-
3.Орошение + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> (рекомендуемая доза удобрений)	45,2	46,8	47,9	46,6	11,6	33,1
4.Орошение + N <sub>171</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (расчётная доза удобрений, аммиачная селитра)	46,7	49,6	50,2	48,8	13,8	34,4
5.Орошение + N <sub>171</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (расчётная доза удобрений, кальциевая селитра)	48,5	50,1	51,4	50,0	15,0	42,8
6.Орошение + фосфогипс 3,0 т/га (под предпосевную культивацию)	37,2	40,8	42,7	40,2	5,2	14,8
7.Орошение + фосфогипс 1,9 т/га (в ленту посева)	37,7	40,5	41,8	40,0	5,0	14,3
8.Орошение + N <sub>171</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (расчётная доза удобрений, кальциевая селитра) + фосфогипс 1,9 т/га (в ленту посева)	49,7	53,6	53,4	52,2	17,2	49,1
9.Орошение водой улучшенного качества (кальцинирование) + N <sub>171</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (расчётная доза удобрений, аммиачная селитра)	47,5	50,2	51,5	49,7	14,7	42,0
НСР <sub>05</sub> , т/га	3,3	3,4	3,8			

Внесение минеральных удобрений на фоне капельного орошения повышает ее продуктивность на 33,1-42,8% по сравнению с орошаемым контролем. Уровень урожая культуры при использовании различных форм азотных удобрений (селитра аммиачная, кальциевая) практически одинаковый. Рекомендованная доза минеральных удобрений обеспечивает урожайность 46,6 т/га, а при применении расчетной дозы – она увеличивается на 2,2-3,4 т/га по сравнению с предыдущим вариантом. Фосфогипс (3 т/га и 1,9 т/га) способствует увеличению урожая лука репчатого на 14,3-14,8 % по сравнению с орошаемым вариантом без удобрений и мелиоранта, что составляет 5,0-5,2 т/га. Данные урожайности лука-репки показали, что во все годы исследований в наибольшей степени

она увеличивается при внесении расчётной дозы минеральных удобрений (азот в форме кальциевой селитры) на фоне фосфогипса 1,9 т/га в ленту посева. Следует отметить, что урожайность лука при использовании воды улучшенного качества несколько уступает предыдущему варианту (в среднем за годы исследований на 2,5 т/га).

### **Заключение**

Наибольшая эффективность фосфогипса проявляется при его внесении в ленту посева на фоне минеральных удобрений, которые рассчитываются на планируемый урожай по фактическому содержанию элементов питания в почве. При этом азот удобрений вносится в форме кальциевой селитры. Это обеспечивает снижение интенсивности ирригационного осолонцевания почвы и способствует рациональному использованию оросительной воды.

### **Библиографический список**

- 1.Балюк, С.А. Роль орошения в современной эволюции черноземов типичных Левобережной Лесостепи УССР / С.А. Балюк, П.И. Кукоба, А.И. Фатеева // *Агрохимия и почвоведение*. – Вып. 53. – К.: Урожай. – 1990. – С.57-68.
- 2.Бережнов, М.Ф. Орошение как фактор изменения внешней среды / М.Ф. Бережнов // *Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока*. – Саратов, 1968. – Вып. 25. – С.13-26.
- 3.Мирцхулава, Ц.Е. Деградация почв и пути предсказания неблагоприятных ситуаций при орошении / Ц.Е. Мирцхулава // *Почвоведение*. – 2001. – № 12. – С.151–153.
- 4.Полупан, Н.И. Темпы и прогноз развития осолонцевания в орошаемых почвах юга Украины / Н.И. Полупан, В.Г. Ковалев // *Почвоведения*. – 1993. – №5. – С. 75-83.
- 5.Буданов, М.Ф. Влияние орошения минерализованными водами на почвы / М.Ф. Буданов // – К.: Укр НИИГиМ, – (Труды / Укр НИИГиМ ; Вып. 73/3.)– 1956. – С.77-109.
- 6.Золотун, В.П. Изменение мелиоративных свойств почв юга Украины в условиях орошения и их мелиорации / В.П. Золотун, В.А. Жуков, Н.М. Малиновская, Р.А. Бабушкина // *Тез. докл. 3 съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР 11-14 сентября 1990 г.* – Х., 1990. – С.41-45.
- 7.Сторчоус, В.Н. Влияние капельного орошения на изменения почв / В.Н. Сторчоус // *Агрохимия и почвоведение*. (Ведом. темат. сб. спец. выпуск к VI съезду УТГА 1-5 июля 2002 г. Книга 2.– Харьков, 2002.– С.48-49.

### **Summary**

*T. Martynenko*

### **AGROMELIORATIVE EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM UNDER DRIP IRRIGATION OF MINERALIZED WATERS IN GROWING ONION**

The results of studies on the efficiency of ways to add phosphogypsum(scattered, in tape sowing, irrigation water), to dark-brown soil with growing onions. Determine the most efficient way of using phosphogypsum as improver, which ensures the preservation of soil fertility and increase crop productivity.

*Поступила 9.09.2014*