

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА ПРИ ПОЛИВЕ
ЛУКА РЕПЧАТОГО МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ВОДАМИ
ИНГУЛЕЦКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ****Т.А. Мартыненко, Институт орошаемого земледелия НААН Украины**

Приведены результаты исследований эффективности различных способов внесения фосфогипса на темно-каштановой почве при выращивании лука репчатого. Определен наиболее рациональный способ использования фосфогипса в качестве мелиоранта, который обеспечивает сохранение плодородия почвы и повышение продуктивности культуры.

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

Южная Степь Украины характеризуется недостаточным и неустойчивым водообеспечением сельскохозяйственных культур в период вегетации, частыми засухами и суховеями (гидротермический коэффициент – 0,6-0,7, коэффициент 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 чернозёмы южные и темно-каштановые, вследствие генетически унаследованных свойств слабоустойчивы против возрастающей антропогенной нагрузки. В условиях орошения они довольно быстро становятся осолонцованными. 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 значительное увеличение площадей с капельным орошением, особенно в овощеводстве. Этот способ полива овощных культур наиболее перспективен, так как по сравнению с традиционным способом (дождеванием) позволяет снизить на 30-40% оросительную норму, на 50-70% энергетические затраты и существенно повысить урожай [7].

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

Почва – темно-каштановая среднесуглинистая слабосолонцеватая. Содержание в слое 0-0,3 м гумуса 2,35 % (по Тюрину), нитратного азота – 5 мг/кг (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, расстояние 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 делянки 25,2 м², учетная – 22,4 м², размещение их последовательное в 2 яруса, повторность опыта четырехкратная. Дозу фосфогипса рассчитывали по порогу коагуляции мелкодисперсных фракций, минеральных удобрений методом оптимальных параметров (Филиппев, Гамаюнова, 2001) на запланированную урожайность 50 т/га. Кальцинирование поливной воды проводили маточным раствором фосфогипса с концентрацией 1,5 г/дм³. Вегетационные поливы начинали в фазе 4-5 листьев лука при влажности почвы не ниже 80 % НВ на глубине 0-0,3 м. В фазе формирования луковиц влажность почвы поддерживали на уровне 70% НВ (0-0,5 м). В годы исследований оросительные нормы в опыте с луком репчатым составляли (м³/га): в 2006 г. – 1260 (6 поливов), 2007 г. – 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 ацетатом аммония 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 делянки. Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа программно-информационного комплекса ("Agrostat", "MS Office Excel").

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что капельное орошение слабоминерализованными водами с неблагоприятным соотношением одно- и двухвалентных катионов приводит к накоплению легкорастворимых солей в 0-0,3 м слое почвы. Причем их содержание возрастало не только в зонах увлажнения (лентах), 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).

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

№ варианта	Место отбора образца	Сумма водорастворимых солей, %	$\frac{Ca^{2+}}{Na^+}$	Сумма токсичных солей, %	Сумма обменных катионов, мг-экв/кг почвы	% от суммы катионов		
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺
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	0,228	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

Рост общей суммы солей в почвенном растворе происходил, главным образом, за счет увеличения Na⁺ и Cl⁻. 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 кальциевой селитры приводило к их росту, особенно в зоне увлажнения. Наиболее существенное влияние на содержание солей в почве оказывало внесение фосфогипса. При этом сумма солей в ленте посева увеличилась на 0,083-0,087% по сравнению с орошаемым вариантом без удобрений и мелиоранта. Максимальное их количество отмечалось при внесении фосфогипса в дозе 3 т/га под культивацию. Следует отметить, что увеличение легкорастворимых солей в мелиорированной почве происходило за счет химических составляющих фосфогипса, что способствует повышению отношения кальция к натрию в почвенном растворе на 0,2-0,6 ед. 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 способствует осолонцеванию, которое наблюдается при поливах водами низкого качества. Использование минерализованных вод для орошения уже в течение первого 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 (Na⁺ + 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 поглощающем комплексе на 0,7-1,1% от суммы катионов по сравнению с орошаемым контролем, т. е. значительно снижается интенсивность процесса вторичного осолонцевания. Совместное внесение фосфогипса и кальциевой селитры обеспечивает наиболее высокое содержание обменного кальция в

почвенном поглощающем комплексе среди орошаемых вариантов.

Как показали исследования, химическая мелиорация почвы существенно влияет на использование растениями лука почвенной влаги и оросительной воды. Суммарное водопотребление при выращивании его без орошения, удобрений и мелиоранта составляет 2053 м³/га в слое почвы 0-1,0 м. При орошении суммарное водопотребление увеличивается в 1,7 раза. Внесение минеральных удобрений способствует дальнейшему повышению этого показателя на 80-110 м³/га. Наибольшее суммарное водопотребление наблюдалось в варианте с совместным применением минеральных удобрений (расчетная доза N₁₇₁P₀K₀) и фосфогипса (1,9 т/га) в ленту посева – 3545 м³/га. При этом наиболее рационально используется оросительная вода – коэффициент продуктивности орошения 29,8 кг/м³, что на 1,2-9,8 кг/м³ выше, чем в других вариантах опыта. Коэффициент водопотребления лука в орошаемых вариантах колеблется от 67,9 до 97,8 м³/т. Минимален этот показатель при совместном внесении фосфогипса и минеральных удобрений. В условиях капельного орошения без удобрений и мелиоранта урожайность лука-репки 35,0 т/га, или в 3,3 раза больше, чем в неполивном варианте (табл. 2).

Внесение минеральных удобрений на фоне капельного орошения повышает продуктивность лука на 33,1-42,8% по сравнению с орошаемым контролем. Уровень различия урожая культуры при использовании разных форм азотных удобрений (селитра аммиачная, кальциевая) не существенный.

Рекомендованная доза минеральных удобрений обеспечивает формирование урожайности 46,6 т/га, а расчетная доза – на 2,2-3,4 т/га больше. Внесение фосфогипса (3 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. Урожайность лука-репки во все годы исследований увеличивается в наибольшей степени при внесении расчетной 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. Фосфогипс наиболее эффективен при внесении в ленту посева на фоне минеральных удобрений, которые рассчитывают на планируемый урожай по фактическому содержанию элементов питания в почве. При этом азот удобрений вносят в форме кальциевой селитры. Это обеспечивает снижение интенсивности ирригационного осолонцевания почвы и способствует рациональному использованию оросительной воды.

2. Урожайность лука репчатого в зависимости от капельного орошения, мелиоранта и удобрения

Вариант опыта	Урожайность, т/га			В сред-нем	Прибавка	
	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 ₁₂₀ P ₉₀ (рекомендуемая доза удобрений)	45,2	46,8	47,9	46,6	11,6	33,1
4. Орошение + N ₁₇₁ P ₀ K ₀ (расчётная доза удобрений, аммиачная селитра)	46,7	49,6	50,2	48,8	13,8	34,4
5. Орошение + N ₁₇₁ P ₀ K ₀ (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 ₁₇₁ P ₀ K ₀ (расчётная доза удоб-	49,7	53,6	53,4	52,2	17,2	49,1

рений, кальциевая селитра) + фосфогипс, 1,9 т/га (в ленту посева)						
9. Орошение водой улучшенного качества (кальцинирование) + N ₁₇₁ P ₀ K ₀ (расчётная доза удобрений, аммиачная селитра)	47,5	50,2	51,5	49,7	14,7	42,0
НСР ₀₅ , т/га	3,3	3,4	3,8	x	x	x

Литература

1. Балюк С.А. Роль орошения в современной эволюции черноземов типичных Левобережной Лесостепи УССР / С.А. Балюк, П.И. Кукоба, А.И. Фатеев // Агрохимия и почвоведение. – К.: Урожай, 1990. Вып. 53. – 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 // Почвоведение. –1993. –№ 5. – С. 75-83. 5. Буданов М.Ф. Влияние орошения минерализованными водами на почвы / М.Ф. Буданов // – К.: Укр НИИГиМ, 1956. – Вып. 73/3.- 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-го 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 // Харьков, 2002. Кн. 2. – С. 48-49.

EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM FOR ONION IRRIGATED WITH MINERALIZED WATERS FROM THE INGULETS IRRIGATION SYSTEM

T. A. Martynenko

Research Institute of Irrigated Agriculture,
National Academy of Sciences of Ukraine
Naddnepriansky, Kherson, 73483 Ukraine

The efficiency of different methods for the application of phosphogypsum (scattered, band, with irrigation water) to dark chestnut soil at the growing of onion has been studied. The most efficient method of using phosphogypsum as an ameliorant, which ensures the preservation of soil fertility and increases the productivity of crop, has been determined.

Keywords: drip irrigation, phosphogypsum, application method, onion, soil fertility, salinity, alkalinity, productivity.