

НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

Кравченко А.В., Федотова Л.С., Тимошин Н.А.

В статье представлены экспериментальные данные по влиянию некорневых подкормок микроэлементами на продуктивность и качество картофеля в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв Нечерноземья. В среднем за годы проведения опыта на вариантах с некорневыми подкормками «Микровит стандарт» и «Микровит картофельный рН 5,5» по сравнению с фоном ($N_{120}P_{120}K_{150}$) увеличивался: урожай клубней на 12,9-13,9%; выход сухого вещества на 7,3-13,4%; крахмала на 6,5-13,8%; витамина «С» на 19-39%.

Ключевые слова: картофель, хелаты микроэлементов, некорневые подкормки

*Всероссийский институт картофельного хозяйства
им. А.Г. Лорха.*

Введение

В литературе встречаются многочисленные сведения о высокой эффективности подкормок микроэлементами при формировании стабильных урожаев сельскохозяйственных культур с высоким качеством продукции. Недостаток микроэлементов приводит не только к снижению урожая, вызывает ряд болезней у растений, а иногда и их гибель, но и снижает качество пищи человека и животных. Медициной установлено, что заболевания людей связаны с недостаточным содержанием в продуктах железа, меди, цинка, кобальта, молибдена, селена, йода и других элементов. Микроэлементы являются активными центрами ферментов, улучшающими обмен веществ в растительных и животных организмах. Поэтому проблема снабжения растений микроэлементами имеет общебиологическое значение. С подъемом урожайности и повышением выноса питательных веществ растениями из почвы, возрастает роль микроэлементов в системе удобрений.

Поскольку микроэлементы являются активными центрами сложных органических соединений разной химической природы, они находятся внутри растительных тканей химически прочносвязанными и не могут повторно использоваться вновь образующимися молодыми органами растений. Для мощного развития ботвы требуется постоянный приток микроэлементов из почвы. В первую очередь физиологические признаки дефицита микроэлементов появляются на молодых листьях верхних ярусов, вследствие чего нарушаются некоторые их функции, снижается фотосинтетическая активность и потенциал посадок в целом.

Использование хелатированных микроудобрений является одним из основных элементов современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур и широко применяется в мировой практике.

Хелаты микроэлементов обладают рядом ценных свойств: практически не токсичны, хорошо растворимы в воде, обладают высокой устойчивостью (не изменяют своих свойств) в широком диапазоне кислотности, хорошо адсорбируются на поверхности листьев и в почве, длительное время не разрушаются микроорганизмами, хорошо сочетаются с различными пестицидами. Комплексоны (ДТПА, ОЭДФ, ЭДТА), при внесении их в почву способствуют переводу недоступных микроэлементов в биологически активную форму. Хелаты микроэлементов являются водорастворимыми органическими солями, но диссоциации на ионы в водных средах обычно не происходит. Вследствие этого микроэлементы в хелатной форме, в отличие от минеральных солей, практически не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и длительное время остаются доступными для растений.

Подкормки хелатами микроэлементов проводились в различных регионах Российской Федерации. Было установлено: их рострегулирующая активность, влияние на всхожесть семян злаковых и овощных культур, на повышение урожайности и качества продукции зерновых, зернобобовых, некоторых крупяных и технических культур. Широко известно, что комплексонаты железа являются антихлорозными препаратами для виноградников и плодовых культур в условиях карбонатных почв юга России. Выявлен высокий эффект хелатов в повышении продуктивности культур закрытого грунта (томаты, огурцы).

Материалы и методы

Исследования проводились в полевом опыте на территории научно-экспериментальной базы ВНИИКХ «Коренево» Люберецкого района Московской области. Посадку сорта картофеля Жуковский ранний (1 репродукция) проводили вручную 3-4 мая 2008 г. и 6 мая 2009 г. в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 70 x 30 см, площадь делянки 56 м²; расположение вариантов рендомизированное по повторениям; повторность трехкратная.

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два послевсходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Ежегодно во время вегетации растений картофеля проводились обработки ботвы инсектицидами и фунгицидами. Против личинок колорадского жука (препарат Регент в дозе 20 г/га) и фитофтороза (препараты: Пенкоцеб 3,2 кг/га; Акробат МЦ в дозе 4 кг/га). Посадки картофеля на опыте также обрабатывались гербицидами: до всходов картофеля – гербицидом «Лазурит» (1,5 л/га); по всходам – гербицидом избирательного действия «Титус» (50 г/га). 30.06.09. – некорневое опрыскивание рабочими растворами агрохимикатов проводили согласно схемы опыта.

Годы проведения опыта существенно различались по гидротермическим условиям. Вегетационный сезон 2008 г. характеризовался избытком осадков и недостатком тепла – в целом за вегетацию $ГТК_{2008} = 1,92$. Метеоусловия вегетационного периода 2009 г. характеризовались как благоприятные для развития картофеля ($ГТК_{2009} = 1,12$, $ГТК_{\text{средне-ног.}} = 1,29$), в 2010 г. сложились экстремально засушливые условия ($ГТК_{2010} = 0,63$).

Почва участка, на котором располагался опыт, характеризовалась кислой реакцией среды и высокой гидролитической кислотностью ($pH_{KCl} = 4,47-4,63$; $Hг = 4,25-4,52$ мг-экв/100г почвы); низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими ($S = 4,2-4,9$ мг-экв/100г почвы; $V = 48,5-53,6$ %); оптимальным для картофеля содержании-

ем подвижного фосфора (213-227 мг/кг почвы) и средним содержанием обменного калия (165-192 мг/кг почвы); относительно высокой гумусированностью (2,39-2,64 % гумуса).

В опыте использовался «Микровит» на основе ОЭДФ (оксиэтинидендифосфоновой кислоты) с различным соотношением микроэлементов:

Вид удобрения	Концентрация элементов, г/л												
	N	P	K	Mg	S	Fe	Mn	Al	Zn	Cu	Mo	Co	B
«Микровит – стандарт»	25	3,5	20	10	30	32	32		8	6	5	1	12
«Микровит–картофельный–рН4,5»	25	25	30	15	30	5	10	2,5	8	6	5		5
«Микровит–картофельный–рН5,5»	25	10	30	10	30	7,5	15	4	12	12	3	1	10

Результаты и обсуждение

Рациональное применение удобрений не представляет существенной экологической опасности для окружающей среды. Без внесения удобрений, обычно, получают урожаи картофеля не превышающие 100 ц/га, которые не оправдывают вложенных энергозатрат. Такой уровень урожайности картофеля в среднем по Российской Федерации характерен для личных подсобных хозяйств населения (ЛПХ), где преобладает монокультура картофеля и используется репродукционный семенной материал низкого качества. Например, в Центральном федеральном округе (по данным Минсельхоз на 2008 г.) урожайность картофеля в ЛПХ составляла 11,8 т/га.

В нашем опыте в среднем за 2008-2009 гг. урожайность картофеля в контрольном варианте без удобрений составляла 24,7 т/га, а применение удобрений способствовало повышению урожайности на 13,3 т/га или 53,8% к контролю.

Некорневое опрыскивание макроэлементной основой «Микровита» – $NPMgK_2SO_4$ и $NP Mg K_2SiO_3$ в фазу начала цветения (30.06.09) способствовало повышению урожайности соответственно на 1,9 (на 5%) и 3,1 т/га (на 8,2%) по сравнению с фоновым вариантом (табл. 1).

Замена сернокислого калия на силикат (K_2SiO_3) в среднем за два года проведения опыта обеспечила прибавку урожая клубней на 1,4 т/га (или на 3,5%).

В среднем за 2008-2009 гг. опрыскивание растений картофеля раствором «Микровит стандарт» повысило урожайность на 4,9 т/га (или на 12,9%); «Микровит картофельный»

ный рН 4,5» – на 1,7 т/га (4,5%); «Микровит картофельный рН 5,5» – на 5,3 т/га (13,9%) по сравнению с фоновым вариантом.

Опрыскивание раствором «Микровит картофельный рН 4,5» дало наименьшую существенную прибавку из всех испытываемых составов «Микровита» – 1,7 т/га (или 4,5%) по сравнению с фоном. Это объясняется тем, что в составе «Микровит картофельный рН 4,5» была снижена концентрация микроэлементов – железа, меди, марганца, цинка и бора (Fe, Cu, Mn, Zn и B) по сравнению с двумя другими марками: «Микровит стандарт» и «Микровит картофельный рН 5,5».

Таблица 1. Урожай и товарность клубней картофеля в зависимости от опрыскивания хелатами микроэлементов

Варианты опыта	Урожай- ность 2008-2009 гг., т/га	прибавка		Урожай- ность 2010 г., т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Без удобрений	24,7	-	-	7,9	-	-
Фон – N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀	38,0	-	-	10,3	-	-
Фон + опрыскивание «Микровит стандарт»	42,9	4,9	12,9	11,7	1,4	13,6
Фон + опрыскивание «Микровит картофе- льный»	43,3	5,3	13,9	12,5	2,2	21,4
НСР ₀₅	1,8			0,7		

* – NPK основа «Микровита» с различными формами калия (K₂SO₄ и K₂SiO₃) без микро-элементов.

Применение удобрений (фон – N₁₂₀P₁₂₀K₁₅₀) в почву перед посадкой и некорневое опрыскивание хелатами микроэлементов во время вегетации картофеля вместе с ростом урожайности приводило к увеличению товарной фракции клубней в валовом урожае. В среднем за два года на абсолютном контроле товарность составляла 82,1%, то на фоновом варианте – 93,8%, а на вариантах фон + опрыскивание растворами макро- и микро-элементов – 91,5-92,5%.

Как правило, повышение урожайности культур на фоне минеральных удобрений, сопровождается снижением содержания питательных компонентов в продукции и является объективным проявлением общих законов природы.

Однако в литературе имеются сведения о положительном влиянии хелатов микроэлементов на величину урожая и показатели качества картофеля одновременно (А.В. Коршунов, С.М. Надежкин и др., 1999; А.В.Коршунов, О.А. Уртаев и др., 1999).

В нашем опыте содержание сухого вещества и крахмала на вариантах с применением макро- и микроэлементов не снижалось существенно по сравнению с абсолютным контролем (табл. 2).

Выращивание картофеля без некорневых подкормок микроэлементами приводило к снижению содержания витамина С в продукции: так, если на абсолютном контроле содержание витамина С составляло 22,9 мг%, то на вариантах: фон; фон + $NPMgK_2SO_4$ и фон + $NPMgK_2SiO_3$ – 18,4-20,0 мг%, а на вариантах с опрыскиванием различными марками Микровита повышалось до уровня абсолютного контроля – 20,9-23,9 мг%.

Таблица 2. Показатели качества клубней картофеля, 2008-2009 гг.

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней	Кулинарные качества (сумма баллов)	
Без удобрений	17,9	11,4	22,9	115	24,7	
(фон– $N_{120}P_{120}K_{150}$) + опрыскивание H_2O	17,4	10,8	19,5	144	23,6	
фон + опрыскивание:	$NPMgK_2SO_4$	17,7	10,8	18,4	136	23,7
	$NPMgK_2SiO_3$	17,1	10,2	20,0	159	25,3
	«Микровит стандарт»	16,9	10,4	20,9	179	26,4
	«Микровит картофельный рН 4,5»	17,1	10,8	22,5	151	24,9
	«Микровит картофельный рН 5,5»	17,5	10,9	23,9	133	25,6
$HCPO_5$	1,1	0,8	0,8	37	-	

Содержание нитратов в клубнях картофеля на всех вариантах опыта было в пределах ПДК – от 115 мг/кг на абсолютном контроле до 179 мг/кг на варианте с опрыскиванием раствором «Микровит стандарт». Применение удобрений в почву перед посадкой

картофеля ($N_{120}P_{120}K_{150}$) повышало содержание нитратов в клубнях по сравнению с абсолютным контролем на 29 мг/кг или на 25%. Наименьшее содержание нитратов было отмечено на варианте: фон + $NPMgK_2SO_4$ – 136 мг/кг, и на варианте: фон + «Микровит картофельный рН 5,5» – 133 мг/кг. Опрыскивание другими комбинациями макро- и микро-элементов приводило к повышению концентрации нитратов до 151-179 мг/кг.

В 2008 г. наилучшие кулинарные качества по сумме баллов (вкус + разваримость + потемнение мякоти) отмечены для картофеля с вариантов: абсолютный контроль – 29 баллов; фон ($N_{120}P_{120}K_{150}$) – 31,7 и фон + «Микровит стандарт» – 28,7 балла.

В 2009 г. максимальную сумму баллов получил картофель с фонового варианта – 24,4 балла; фон + «Микровит стандарт» – 24,0 балла; фон + «Микровит картофельный рН 5,5» – 25,9 балла. В среднем за два года наилучшие оценки кулинарных качеств имела продукция с фонового варианта – 28,1 балла; фон + «Микровит стандарт» – 26,1 балла; фон + «Микровит картофельный рН 5,5» – 25,6 балла.

В современных условиях происходит увеличение доли переработанного картофеля. Для промышленной переработки важны такие показатели, как выход биологически ценных веществ с единицы площади.

В нашем опыте выход питательно ценных компонентов на вариантах с применением различных марок Микровита увеличивался за счёт повышения урожайности, товарности и качества продукции (табл. 3).

Таблица 3. Выход питательно ценных компонентов картофеля с единицы площади, за 2008-2009 гг.

Варианты опыта		Урожай товарной фракции, т/га	Выход сухого вещества, ц/га	Выход крахмала, ц/га	Выход витамина С, кг/га
Без удобрений		20,3	36,3	23,1	4,6
(фон– $N_{120}P_{120}K_{150}$) + опрыскивание H_2O		35,6	61,9	38,4	6,9
фон + опрыскивание:	$NPMgK_2SO_4$	36,3	64,3	39,2	6,7
	$NPMgK_2SiO_3$	37,8	64,6	38,6	7,6
	«Микровит стандарт»	39,3	66,4	40,9	8,2
	«Микровит картофельный рН 4,5»	36,3	62,1	39,2	8,2
	«Микровит картофельный рН 5,5»	40,1	70,2	43,7	9,6
НСП ₀₅		2,1	4,8	2,5	1,3

Максимальный выход сухого вещества, крахмала и витамина С получен в вариантах с некорневыми подкормками двумя марками Микровита: «Микровит стандарт» и

«Микровит картофельный рН 5,5». На этих вариантах по сравнению с фоном увеличивался: урожай товарных клубней на 3,7-4,5 т/га (или на 10-12,6%); выход питательно ценных компонентов – сухих веществ на 4,5-8,3 ц/га (или на 7,3-13,4%); крахмала на 2,5-5,3 ц/га (или на 6,5-13,8%); витамина «С» на 1,3-2,7 кг/га (или на 19-39%).

Для оценки какого-либо агрономического приема в картофелеводстве, помимо величины урожая, первостепенное значение имеет учет болезней, снижающих качество и лежкость продукции. Наиболее вредоносной болезнью картофеля в центральных и северных районах Нечерноземной полосы является фитофтороз. Проявления симптомов фитофтороза на растениях картофеля в условиях 2009 года не наблюдалось.

Вегетационный период 2009 года характеризовался холодной погодой в ночное время в июне месяце и ливневыми дождями в июле и августе месяцах, что способствовало развитию другого грибного заболевания – альтернариоза. Несовершенный гриб *Alternaria solani* поражает стареющую ботву картофеля во 2-ой половине вегетации. Применение удобрений, в т.ч. некорневых подкормок Микровитом, явилось мощным сдерживающим фактором развития альтернариоза на листьях картофеля (табл. 4).

Таблица 4. Динамика развития альтернариоза на листьях картофеля.

Варианты опыта		Распространенность альтернариоза, Р %		
		23.07.09	3.08.09	13.08.09
Без удобрений		38,9	53,5	77,3
(фон– N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀) + опрыскивание H ₂ O		32,0	45,8	56,5
фон + опрыскивание:	NPMgK ₂ SO ₄	29,4	40,1	54,2
	NPMgK ₂ SiO ₃	24,7	39,2	43,7
	«Микровит стандарт»	25,8	38,3	45,3
	«Микровит картофельный рН 4,5»	26,0	40,5	48,9
	«Микровит картофельный рН 5,5»	18,2	31,7	42,6

Так, на варианте без удобрений распространенность альтернариоза на листьях колебалась от 38,9% до 77,3%, тогда как на удобренных вариантах – от 18,2 до 56,5%, причем низкое значение интервала распространенность болезни на варианте с «Микровитом картофельным рН 5,5» (I проба), а высокое значение – на фоновом варианте в III-ей пробе.

На фоновом варианте и вариантах с опрыскиванием макроэлементами (NPMgK₂SO₄ и NPMgK₂SiO₃) – распространенность альтернариоза находилась в интер-

вале от 24,7 до 56,7%, а на вариантах с опрыскиванием различными марками Микровита была ниже – от 18,2 до 48,9%, соответственно.

Наименьшее поражение альтернариозом листьев картофеля отмечено на варианте с опрыскиванием «Микровитом картофельным рН 5,5» – от 18,2% (I проба) до 42,6% (III-я проба), что примерно вдвое ниже распространённости болезни на неудобренном варианте.

Поскольку в состав Микровитов входят элементы, используемые для борьбы с грибными и бактериальными болезнями (Cu, Mn, Fe, Zn и др.), они оказывают фунгистатическое влияние на распространённость болезней, что позволяет снижать дозы фунгицидов при некорневых подкормках хелатами микроэлементов.

Выводы

Некорневая подкормка вегетирующего картофеля раствором макроэлементов ($NPMgK_2SiO_3$) и различными составами микроэлементов («Микровит картофельный рН 4,5», «Микровит стандарт» и «Микровит картофельный рН 5,5») существенно повысила урожайность на 8,2 и 4,5-13,9% по сравнению с фоновым вариантом ($N_{120}P_{120}K_{150}$ + опрыскивание H_2O).

По комплексу хозяйственно-ценных признаков (урожайность, товарность и качество продукции) выделился вариант: фон – $N_{120}P_{120}K_{150}$ + опрыскивание раствором «Микровит картофельный рН 5,5» – урожайность 42,4 т/га.

В среднем за два года проведения опыта (2008 и 2009 гг.) на вариантах с некорневыми подкормками «Микровит стандарт» и «Микровит картофельный рН 5,5» по сравнению с фоном ($N_{120}P_{120}K_{150}$) увеличивался: урожай товарных клубней на 3,7-4,5 т/га (или на 10-12,6%); выход сухого вещества на 4,5-8,3 ц/га (или на 7,3-13,4%); крахмала на 2,5-5,3 ц/га (или на 6,5-13,8%); витамина «С» на 1,3-2,7 кг/га (или на 19-39%).

Заключение

Таким образом, для получения стабильно высоких урожаев картофеля с заданными параметрами качества необходимо заранее готовить пашню, проводя мероприятия по коренному улучшению её плодородия (известкование (если $pH < 4,5$), заправка альтернативными или традиционными органическими удобрениями, подбор лучших предшественников).

В год посадки картофеля необходимо обеспечить условия сбалансированного питания, за счёт предпосадочного внесения оптимальных доз минеральных удобрений в сочетании с некорневыми обработками вегетирующих растений (в фазу бутонизации-

начало цветения) препаратами нового поколения (хелаты микроэлементов, микробиологические и гуминовые препараты, иммуностимуляторы на основе биологически активных веществ). Такая технология возделывания картофеля экологически и экономически оправдана, позволяет существенно повысить валовой урожай, товарность, показатели качества продукции, снизить фунгицидную нагрузку и повысить плодородие почв.