

Российская академия сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт  
картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха

**Методические указания  
по применению хелатных форм минеральных  
удобрений и лигногуматов при возделывании  
картофеля с элементами высокоточных  
технологий**

МОСКВА - 2010

УДК 635.21:631.81.095.337

В подготовке методических указаний по применению хелатных форм минеральных удобрений и лигногуматов при возделывании картофеля с элементами высокоточных технологий принимали участие сотрудники ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии: д. с.-х. н. Л.С. Федотова, д. с.-х. н., чл.-корр. РАСХН А.В. Коршунов, к. с.-х. н. А.В. Кравченко, к. с.-х. н. Н.А. Тимошина, к. с.-х. н. Митюшкин А.В., аспирант С.С. Тучин, аспирант А.В. Митюшкин.

Рецензент – доктор технических наук К.А. Пшеченков

Ответственный за выпуск: д. с.-х. н. Л.С. Федотова

**Методические указания по применению хелатных форм минеральных удобрений и лигногуматов при возделывании картофеля с элементами высокоточных технологий /Россельхозакадемия, ВНИИКХ; Л.С. Федотова, А.В. Коршунов, А.В. Кравченко, Н.А. Тимошина, Митюшкин А.В., С.С. Тучин, А.В. Митюшкин. – М., 2010. – 43 с.**

В рекомендациях рассмотрены вопросы минерального питания картофеля микроэлементами. Представлены результаты многолетних исследований по использованию микроэлементов в хелатной форме для обработки семенного материала перед посадкой и некорневых подкормок во время вегетации, а также лигногуматов при возделывании картофеля.

Рекомендации предназначены для специалистов и руководителей предприятий всех форм собственности АПК, научных и образовательных учреждений сельскохозяйственного профиля.

Рассмотрено и одобрено на заседании Ученого совета ВНИИКХ 12 ноября 2010 г. протокол № 10.

© Россельхозакадемия, ВНИИКХ, 2010 г.

## Введение

Исследованиями, проведенными как в нашей стране, так и за рубежом, установлено, что при корневом питании растения поглощают из почвенного раствора большое количество элементов (более 70). На практике чаще всего растения обеспечиваются тремя основными макроэлементами (N, P и K) и недооценивается важность своевременного внесения микроудобрений из-за их отсутствия, дороговизны, неотработанности доз и соотношений. В настоящее время, когда резко снизились объемы внесения органических и минеральных удобрений, фосфоритования и известкования, недостаточное внимание уделяется бобовым и другим сидеральным культурам, особенно заметно происходит падение плодородия почв, их гумусированности, а, следовательно, обеспеченности растений доступными формами макро- и микроэлементов. 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, 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.

В практике картофелеводства нередки случаи низкой окупаемости вносимых удобрений, что обуславливается рядом причин, одной из которых является недостаток микроэлементов в питании растений. Наибольшая эффективность микроэлементов отмечается при достаточной обеспеченности растений основными элементами минерального питания - азотом, фосфором и калием. С подъемом урожайности и повышением выноса питательных веществ растениями из почвы, возрастает роль микроэлементов в системе питания картофеля.

Оптимизация пищевого режима растений микроэлементами осложняется, с одной стороны, дефицитом подвижных форм микроэлементов в некоторых почвах Российской Федерации, с другой - снижением биологической активности микроэлементов в результате длительного использования повышенных доз концентрированных безбалластных удобрений. Все больше накапливается данных, указывающих на антагонизм между отдельными макро- и микроэлементами: внесение высоких норм фосфорных удобрений снижает доступность растениям цинка; калийных и кальциевых – бора; азотных - меди и молибдена. Фонд доступных для растений соединений микроэлементов при этом сокращается, и они становятся дефицитными даже на почвах, отнесенных к хорошо обеспеченным.

По применению микроэлементов Россия существенно отстает от Западных стран. За последние 30-40 лет практически во всех развитых странах отмечается устойчивая тенденция увеличения производства и расширения ассортимента микроудобрений. В нашей стране наблюдается обратный процесс: выпуск микроудобрений отечественной туковой промышленностью осуществляется в незначительных количествах, без целевого назначения. В основном выпускаются минеральные удобрения с добавкой одного, реже нескольких микроэлементов: нитроаммофоски с добавлением в отдельности марганца, бора и молибдена, карбоаммофоски с добавлением марганца и бора, борный и цинковый аммофос, азотно-калиево-медное удобрение и некоторые другие. При дефиците в почве нескольких микроэлементов и наличии в минеральных удобрениях только одного из них сбалансировать дозы макро- и микроудобрений является очень трудной задачей.

Поэтому для Российской Федерации является актуальным выпуск широкого ассортимента микроудобрений со сбалансированным содержанием элементов в хелатной форме и применение их в процессе производства экологически чистого картофеля с высоким содержанием питательных компонентов.

Разработки химической промышленности не стоят на месте, сейчас на рынке агрохимикатов появился целый ряд экологически безопасных гуминовых препаратов, которые являются удобрениями, обладающими регуляторными свойствами. Гуматам присущ ряд ценных свойств: хорошая растворимость в воде, хорошая адсорбируемость на поверхности листьев и в почве, совместимость с различными агрохимикатами и пестицидами. Применение гуматов при возделывании картофеля является экономически оправданным приемом повышения урожаев и качества продукции этой культуры.

При возделывании картофеля необходимо разрабатывать такую систему питания, которая бы учитывала конкретные почвенно-климатические условия и была ориентирована на получение высоких уровней урожаев с хорошим качеством продукции. Для получения стабильных высоких урожаев картофеля (свыше 30-40 т/га), особенно, если не применяются в должном количестве органические удобрения, нельзя ограничиваться внесением одних азотно-фосфорно-калийных удобрений.

## **1. Роль микроэлементов в повышении продуктивности картофеля.**

Роль микроэлементов в растениях в основном заключается в том, что они входят в состав многих ферментов, играющих роль катализаторов биохимических процессов и повышают их активность. Микроэлементы стимулируют рост растений и ускоряют их развитие; оказывают положительное действие на устойчивость растений против неблагоприятных условий среды; играют важную роль в борьбе с некоторыми заболеваниями расте-

ний. В первую очередь растениям необходимы такие микроэлементы, как медь, бор, марганец, цинк, молибден. По содержанию в растениях микроэлементы можно расположить в следующем убывающем ряду:

**марганец>цинк>медь>бор>молибден>кобальт.**

Определяющие факторы содержания валовых запасов, а также подвижных форм микроэлементов - гранулометрический и минералогический состав почвы. Количество почти всех микроэлементов снижается по мере перехода от тяжелых почв к супесчаным и песчаным. Обеспеченность почв магнием, серой и микроэлементами в подвижном и хорошо доступном состоянии в значительной мере зависит от степени их окультуренности и, в первую очередь, от содержания гумуса и кислотности (Кулаковская Т.Н., 1990). В гумусе сосредоточено до 20-25% общего содержания Zn, Cu, Co, Mo. Значительно скромнее возможности гумуса по накоплению Mn и B (около 5% от валового содержания).

Для достижения высоких урожаев картофеля с полноценным качеством продукции в питательном растворе должны присутствовать в оптимальных количествах как макро-, так и микроэлементы (табл. 1).

**Таблица 1.** Оптимальные параметры содержания подвижных форм микроэлементов в почвах, мг/кг (млн<sup>-1</sup>). (Дубиковский, Антанайтис, Багинскас и др., 1984).

Почвы	В (водная вытяжка)	Мо (оксидная вытяжка)	Сu (1 н НСl)	Mn (0,1 н H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Zn (1 н KCl)
<b>Дерново-карбонатные:</b> суглинистые	0,45-0,65	0,15-0,25	2,5-3,5	50-70	2-3
	песчаные	0,20-0,30	0,08-0,15	1,0-1,5	20-40
<b>Дерново-подзолистые:</b> суглинистые	0,25-0,40	0,15-0,20	3-4	50-80	1,5-2,5
	песчаные	0,15-0,20	0,07-0,10	0,8-1,4	30-40
<b>Торфоболотные низинного типа</b>	1-2	0,2-0,6	5-7	50-100	2-6

В опыте, проведенном в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы (1996-1999 гг.), было установлено, что мезо- (Ca и Mg) и микроэлементы (Zn, Mn, B, Cu) в составе полного удобрения (NPK) повышали темпы прироста клубней и, в конечном итоге, увеличивали урожайность картофеля по сравнению с фоновыми вариантами (NPK – без микроэлементов) на 41 ц/га или 31,6% (Коршунов А.В., Федотова Л.С., 2003).

Общеизвестно, что при применении микроэлементов снижается вредоносность ряда заболеваний картофеля: меди, марганца – черной ножки и ризоктониоза; меди – фитофтороза; кобальта – вертициллезоза. Во всех случаях наибольшая эффективность микроэлементов проявляется при внесении их на фоне NPK-удобрений.

Влияние микроудобрений на фитосанитарное состояние агроценозов возможно в нескольких направлениях: повышение физиологической устойчивости и выносливости (адаптивности) растений к инфекциям и инвазиям; снижение репродуктивной способности вредных организмов в растениях-хозяевах; замедление скорости передачи возбудителей на второй фазе в период пребывания их на инфицированных растительных остатках и, особенно, на третьей – при внедрении в здоровые растения-хозяева; изменение анатомических и гистологических показателей (толщины кутикулы, эпидермиса), обуславливающих образование у растений защитных (корковых) слоев и фитоалексинов; изменение скорости роста и прохождения фаз в онтогенезе растений, определяющих совместимость взаимодействия возбудителя и растения в критические периоды формирования урожая (Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С., 2006).

В составе картофеля обнаружено 29 элементов таблицы Менделеева. Среднее содержание наиболее важных макро– и микроэлементов в клубнях картофеля представлено в таблице 2.

**Таблица 2.** Содержание минеральных веществ, мг на 100 г сырой массы клубней (Putz, 1990).

<b>Минеральные элементы</b>	<b>Содержание, мг/100 г клубней</b>
Калий	445,0
Кальций	10,0
Фосфор	50,0
Магний	25,0
Натрий	10,0
Железо	0,8
Марганец	0,15
Медь	0,15
Цинк	0,27
Фтор	0,01
Йод	0,004
Селен	0,004...0,02

При ежедневном потреблении 200 г картофеля потребность человека удовлетворяется на 30% дневной нормы в калии, 15–20% – в магнии, 17 – в фосфоре, 15 – в меди, 14 – в железе, 13 – в марганце, 6– в йоде и 3% – во фторе.

**Бор** по сравнению с другими микроэлементами поглощается растениями в значительных количествах. Потребность в нем составляет 12-51 мг на 1 кг сухого вещества. Бор положительно влияет на процесс деления клеток, углеводный, белковый и нуклеино-

вый обмен, способствует повышению содержания крахмала в клубнях, сахара в корне-плодах и белка в зерне. Опадание цветков и завязей, низкий урожай семян и плодов при нормальном развитии вегетативной массы - частые признаки борной недостаточности.

Бор не передвигается из старых органов в молодые, растущие. При остром недостатке этого элемента происходит отмирание точек роста корней и надземных органов, хлороз верхушечной точки роста, за которым следует ее отмирание. Растение сильно кустится, но вновь образовавшиеся побеги вскоре также останавливаются в росте. При отсутствии или значительном дефиците бора нарушается нормальный отток углеводов, в связи с чем, в листьях картофеля накапливаются крахмал и сахара. Бор необходим растению в течение всего периода вегетации. Содержание бора в отдельных культурах неодинаково: так, в зерновых его содержится 4,7-8,1 мг на 1 кг сухого вещества, в картофеле - 10-13 мг/кг, в сахарной свекле - 22-23 мг/кг. С урожаями различных культур его выносятся от 30 до 270 г/га. Для нормального питания растений в 100 г почвы должно находиться 0,02-0,05 мг подвижного бора (табл. 1). Усвояемые формы бора в почве представлены главным образом борной кислотой ( $H_3BO_3$ ) и растворимыми ее солями. Борная кислота, как образующаяся в самой почве, так и вносимая в почву с удобрениями, является подвижным соединением, слабо фиксируется почвой и может вымываться осадками. Поэтому почвы районов избыточного увлажнения бедны подвижными формами бора. Наименьшее количество бора содержится в дерново-подзолистых почвах. Почвы южных областей Российской Федерации богаты бором, но и среди них могут быть выявлены отдельные районы, где применение борных удобрений окажется эффективным. Содержание бора зависит от механического состава почвы и количества гумуса в ней: гумус богаче этим элементом, чем минеральная часть почвы, а в глинистых почвах бора больше, чем в песчаных.

Доступность солей борной кислоты в почвах зависит от кислотности. При повышении кислотности гидраты полуторных окислов (Fe и Al) связывают бор за счет своих  $OH^-$  ионов и уменьшают его доступность. При известковании также происходит уменьшение доступности бора за счет  $OH^-$  ионов, а не за счет  $Ca^{2+}$ . При внесении борных удобрений на известкованных почвах ослабляется отрицательное влияние высоких доз извести на картофеле. В стационарном микрополевым опыте ВНИИКХ (1981-1985 гг.) на известкованной (полной дозой доломитовой муки) дерново-подзолистой супесчаной почве внесение бора (2,5 кг/га) на фоне  $N_{135}(P_{135}K_{180})_{\text{локально}}$  не увеличивало урожайность картофеля, но снижало поражаемость паршой обыкновенной на 41%, а ризоктониозом - на 13% (Федотова Л.С., 1999). В другом опыте, бор оказывал заметное положительное действие при внесении его в почву в дозе 2 кг/га д.в. Прибавка урожая картофеля достигала 43 ц/га или 13,6%, содержание крахмала возрастало на 0,4-0,6% (Беззубцева Т.И, Кирюхин В.П.,

1980). Под влиянием борных и молибденовых удобрений на фоне 20 т/га навоза +  $N_{45}P_{60}K_{90}$  - увеличивалась урожайность картофеля на 18-28%, повышалась крахмалистость на 1% и содержание витамина С на 4-5 мг% (Сапожников Н.А., Корнилов М.Ф., 1969).

Немецкими учеными установлено, что в клубнях, как правило, соотношение Са/В составляет от 15 до 100 – это нормальное содержание бора; если соотношение Са/В расширяется до 100 – 300 – обнаруживается дефицит бора (Wulkow A., Pawelzik E., Heckl V., 2008). Дефицит бора обнаруживался во всех анализируемых образцах клубней после длительного хранения (8 месяцев) – Са/В = 120-130. Объясняется это потерей бора из тканей с транспирационной водой в период хранения.

**Марганец** играет большую роль в накоплении крахмала и витамина С в клубнях картофеля. Существует мнение, что обеспеченность марганцем определяет рост и морфогенез органов картофеля (Анспек П.И., 1990). В условиях дефицита этого элемента происходит задержка фазы растяжения клеток, особенно в корневой системе. Выявлено его влияние на передвижение индолилуксусной кислоты и прорастание клубней картофеля. Марганец активизирует поступление этой кислоты из клубней в проростки, способствует образованию комплексов «индолилуксусная кислота-дезоксирибонуклеид», которые влияют на морфогенез растения картофеля (Власенко Н.Е., 1987). По мнению Власенко Н.Е. в период прорастания клубней Мп способствует процессам гидролиза и передвижению фосфорных соединений из клубня в проростки и корни, ускоряя биосинтез органических фосфорных соединений в базальной части растения. При недостатке Мп наблюдается значительный дефицит индолилуксусной кислоты, нарушается транспортировка фосфора в надземные органы растения.

Из трех степеней окисления, в которых Мп присутствует в почвах ( $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$ ), растениям доступен лишь двухвалентный марганец. Растворимость почвенного марганца резко возрастает в анаэробных условиях и кислой реакции среды. С повышением влажности почвы возрастает содержание в ней обменного марганца, причем особенно большое его увеличение наблюдается, если влажность почвы достигает 90% ПВ. Подвижность марганца повышается при внесении в почву аммиачных форм азотных удобрений, в связи с чем, поступление этого элемента в растения увеличивается. Внесение извести, а также щелочных форм удобрений, наоборот, уменьшает подвижность почвенного марганца и поступление его в растения. Дерново-подзолистые почвы содержат, как правило, наибольшее количество подвижного марганца (50-150 мг/кг почвы). Количество подвижного марганца в черноземах колеблется от 1 до 75 мг/кг; в сероземах - от 1,5 до 125 мг/кг, в каштановых и бурых почвах - от 1,5 до 75 мг/кг почвы.



В растения марганец поступает в относительно больших количествах, чем другие микроэлементы. Наименьшее количество марганца содержится в вике, горохе, клубнях картофеля. Картофель очень чувствителен к недостатку марганца. Признаки марганцевой недостаточности могут усиливаться в засушливую погоду и ослабляться или совсем исчезать после дождя. В опытах ВНИИКХ внесение марганцевого удобрения в дозе 2 кг/га совместно с основными удобрениями на дерново-подзолистой супесчаной почве давало прибавку урожая клубней картофеля 60 ц/га или 19,5% к контролю, содержание крахмала повышалось на 1,7-1,9%.

**Цинк** снижает активность угольной ангидразы, которая оказывает каталитическое действие на расщепление угольной кислоты до воды и углекислого газа, выделяющегося из растений. Входит в состав ферментов и витаминов, регулирует углеводный и белковый обмен в растениях и положительно влияет на образование ростовых веществ и хлорофилла. При недостатке цинка снижается интенсивность накопления органического вещества, растения плохо растут и развиваются. При внесении цинка в почву усиливается поступление в растения картофеля азота, калия, марганца и молибдена. Цинк ускоряет развитие картофеля, сокращает его вегетационный период, повышает устойчивость к фитофторе (Ильин В.Ф., 1974, Бардышев М.А., 1984, Власенко Н.Е., 1987, Анспок П.И., 1990).

Установлено, что содержание цинка в почвообразующей породе в значительной степени определяет уровень его содержания в почвах. Наиболее доступны растениям водорастворимые и обменные формы цинка. Подвижность цинка в почвах и доступность его растениям зависит от рН почвенного раствора. Известкование почвы снижает растворимость цинка в почве и уменьшает его доступность растениям. Подвижность цинка в почве снижается также в присутствии растворимых фосфатов, т.к. образующийся фосфат цинка малорастворим. Слаборастворимы также комплексы цинка с гуминовыми и фульвокислотами. Растворимость соединений цинка возрастает с подкислением среды. Почвы таежно-лесной части Нечерноземной зоны, а также серые лесные содержат достаточное количество подвижного цинка. Меньше подвижного цинка содержится в дерново-карбонатных и некоторых дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почвах с нейтральной или близкой к нейтральной реакцией. В черноземах цинка мало - 0,06-0,20 мг/кг. Особенно бедны цинком почвы легкого механического состава.

При возделывании картофеля на кислой дерново-подзолистой почве применение цинка на фоне  $N_{135}(P_{135}K_{180})_{\text{локально}}$  приводило к повышению величины урожая на 25 ц (или на 8%), существенно снижало численность клубней картофеля, пораженных ризоктониозом и паршой. На известкованной почве эффективность цинка возрастала - урожайность увеличивалась на 42 ц (или на 13%), заболеваемость ризоктониозом снижалась на 22% (Федотова Л.С., 1999).

**Железо** входит в состав ферментов, участвующих в образовании хлорофилла, поэтому его недостаток снижает интенсивность процессов фотосинтеза в растениях, вызывая заболевание, которое называется **хлороз**. Наиболее выраженный признак хлороза – светло-желтые, почти белесые листья на молодых побегах. При этом старые листья долго остаются зелеными, в то время как молодые желтеют или белеют, а затем отмирают. Соцветия развиваются слабыми, мелкими. Кроме того, при недостатке железа в растениях задерживается синтез ростовых веществ – ауксинов. Особенно чувствительны к дефициту железа томаты, огурцы, картофель, капуста, кукуруза, древесные плодовые культуры (слива, груша, персик, яблони), виноград, малина, цитрусовые.

Хотя в большинстве почв общее содержание железа достаточно велико (2-3%), оно присутствует в основном в трудно растворимых и, соответственно, плохо усваиваемых растениями формах. Кроме того, наличие подвижных (усвояемых) форм железа сильно зависит от кислотности почвы. Влияют на растворимость железа и фосфорные удобрения: внесение их в почву способствует образованию трудно растворимых фосфатов железа.

**Медь** активизирует окислительно-восстановительные процессы, увеличивает активность окислительных ферментов, способствует повышению содержания хлорофилла в листьях. Кроме того, внесенная под картофель медь ускоряет клубнеобразование, повышает устойчивость растений к фитофторе, уменьшает поражаемость картофеля черной ножкой, паршой и железистой пятнистостью. При недостатке меди у картофеля задерживается рост стеблей, листьев и корней, что связано с ослаблением синтеза индолилуксусной кислоты и торможением ее передвижения, т.к. образуются стабильные комплексы индолилуксусной кислоты с белками и дезоксирибонуклеопротеидами.

Содержание подвижной меди в почвах колеблется от 0,05 до 14 мг/кг почвы. Доступными для растений формами являются водорастворимые соединения меди, а также медь, находящаяся в обменно-сорбированном состоянии. Содержание водорастворимой меди в почвах не превышает 1% общего его количества. Водорастворимые соединения меди могут быть представлены солями минеральных кислот (азотной, соляной, серной) и комплексными солями органических кислот (лимонной, малеиновой, янтарной, уксусной и др.). Растворимые соединения меди легкоподвижны и могут вымываться из почвы. Процессу закрепления меди в почве способствует большое содержание органических веществ, карбонатов и илистой фракции, щелочная реакция почвенного раствора. Действие медных удобрений проявляется при содержании в почве менее 1,5 мг/кг почвы доступной для растений меди. Медные удобрения наиболее эффективны на торфяных, дерново-глеевых и дерново-подзолистых почвах легкого механического состава. В торфяных почвах 50% общего количества меди содержится во фракции гуминовых кислот. Гуминовые

кислоты и фульвокислоты торфа взаимодействуют с медью и образуют нерастворимые комплексные соединения. Например, 1 г гуминовой кислоты может связать около 0,2 мг меди. Черноземы отличаются более высоким содержанием меди по сравнению с почвами Нечерноземной зоны. В связи с тем, что известкование кислых дерново-подзолистых почв легкого механического состава и торфяно-болотных почв способствует закреплению меди в почве и уменьшает поступление ее в растения, потребность в меди и эффективность медных удобрений при известковании таких почв сильно возрастает.

Кроме азота, фосфора и калия, растения в значительных количествах потребляют кальций, магний и серу, которые по размерам потребления и по роли в формировании урожая относятся к группе мезофильных элементов.

**Кальций** в составе растений концентрируется преимущественно в вегетативных органах, поэтому те растения, которые формируют большую вегетативную массу, уносят и наибольшее количество кальция (в т.ч. картофель).

Наиболее богаты кальцием клеточные оболочки, в которых он содержится в форме пектата кальция. В самих клетках он осаждается в виде оксалата ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ). Кальций найден и в составе некоторых белков. Передвижение кальция в растениях затруднено в направлении сверху вниз, вследствие осаждения его щавелевой кислотой, являющейся неизбежным продуктом обмена веществ (цикл Кребса) в ходе дыхания клеток. Т.е. этот элемент не может использоваться повторно (реутилизироваться) по мере роста растений; при отсутствии постоянного снабжения Са, вновь образующиеся листья не будут обеспечены им. Кальций после усвоения, прежде всего, движется в самые молодые части растения, а затем транспортируется в старые органы и ткани, где инактивируется посредством связи его со щавелевой кислотой.

Признаки кальциевого голодания появляются у растений даже при высоком абсолютном количестве обменного кальция в почве (Магницкий, 1967). При недостатке кальция корни ослизняются и загнивают, что вызвано повышением гидрофильности и растворимости пектиновых веществ клеточной стенки; листья становятся хлоротичными, отмирает верхушечная почка и прекращается рост стебля; нарушается соотношение белкового и углеводного обмена. Кальциевая недостаточность отрицательно сказывается на поглощении картофелем азота, фосфора и калия. Кальций - единственный из катионов, необходимых всем растениям, который должен быть не только внутри тканей, но и снаружи, - в среде, окружающей корни; в его отсутствии они не ветвятся и загнивают, что вызвано повышением гидрофильности и растворимости пектиновых веществ клеточной стенки. Это было доказано в начале 20-х годов М.К.Домонтовичем в лаборатории Д.Н.Прянишникова.

Вынос кальция урожаем (с учетом нетоварной массы) составляет: у зерновых - около 1 кг/ц, зернобобовых - 2-3; многолетних бобовых трав - около 3; картофеля и свеклы - 0,3-0,4 и капусты - 0,6 кг/ц. Картофельное растение испытывает значительную потребность в кальции, по выносу с урожаями он уступает лишь калию. 150 ц клубней картофеля и 50 ц ботвы выносят 85 кг СаО, с учетом потерь этого элемента при инфильтрации осадков, ежегодно из дерново-подзолистой почвы под картофелем потери кальция составляют в среднем около 100 кг/га.

При кислой реакции почвы поступление кальция в растения затруднено из-за антагонизма с присутствующими в растворе ионами:  $H^+$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $K^+$ ; фосфорно-калийные удобрения также снижают содержание кальция в листьях, стеблях и корнях картофеля. Это же явление антагонизма между ионами отражено и в законе Эренберга: усиленное питание калием снижает поглощение кальция и магния. Дефицит кальция приводит к нарушению избирательности процесса поглощения, поэтому низкому содержанию обменного кальция в почве обычно сопутствует низкий урожай и нетипичный для данного вида растений зольный состав. Получение хорошего урожая сельскохозяйственных культур возможно лишь при содержании, во много раз превышающем количество кальция, потребляемое самими растениями. Клубни картофеля с низким содержанием кальция характеризуются низкой усвояемостью в питании человека (Wulkow A., Pawelzik E., Neckl B., 2008) и плохо хранятся.

**Магний** участвует в строении молекулы хлорофилла и процессах формирования более 300 ферментов (Прянишников, 1965; Магницкий, 1967; Аристархов, 2002). Этот элемент имеет большое значение в энергетическом обмене и тем самым во всех других важных процессах, таких, как углеводный, жировой и белковый обмены. Наряду с кальцием и калием магний определяет физико-химическое состояние протоплазмы (Прянишников, 1965; Магницкий, 1967; Вечер, Гончарик, 1973). В отличие от кальция он концентрируется более заметно в генеративных органах. Особо требовательны к магнию корнеплоды и картофель, с урожаем которых из почвы отчуждается от 40 до 70 кг/га.

Картофель сильно отзывается на магний, количество которого в почве должно быть не менее 33-49 мг на 100 г почвы, (Альсмик П.И., Амбросов А.И., Вечер А.С., 1979). При его внесении лучше развиваются клубни и корнеплоды, чем ботва. Установлено, что магний преимущественно концентрируется в наиболее жизнедеятельных тканях с повышенным делением клеток (в стеблях злаков - в узлах кущения, в зерне - в зародыше, в клубнях картофеля - в глазках). Однако для данного элемента характерно и высокое содержание его в листьях. Отмечено, что у картофеля в ранние фазы его развития потребность в магнии небольшая, но с начала цветения она резко возрастает и затем перед созреванием уменьшается.

Поступление магния в растение определяется не только наличием доступной формы в питательной среде, но и зависит от соотношения его с другими катионами, от фазы развития, вида растений, кислотности почвы и других условий. К.К.Гедройц (1932) считал, что установление неблагоприятных соотношений между кальцием и магнием при внесении высоких доз извести является причиной отрицательного действия известкования на ненасыщенных основаниями почвах. Поскольку калий и магний действуют антагонистически, то недостаток магния проявляется сильнее при одностороннем усилении калийного питания. При внесении под картофель на каждые 100 кг калийных удобрений необходимо дополнительно вносить 25 кг магния, если его содержание в почве меньше 20 мг на 100 г, (Магницкий К.П., 1967).

М.И. Мазаева (1961), Д.Н. Прянишников (1965); A. Nason, W.D. Mcelroy (1963) установили, что магний преимущественно концентрируется в наиболее жизнедеятельных тканях с повышенным делением клеток (в стеблях злаков - в узлах кущения, в зерне - в зародыше, в клубнях картофеля – в глазках). Однако для данного элемента характерно и высокое содержание его в листьях. Недостаток магния тормозит синтез азотсодержащих соединений (Klein L.B. et al., 1982), особенно хлорофилла, вызывая хлороз листьев, который проявляется, прежде всего, на старых органах (Магницкий, 1967).

У картофеля в ранние фазы его развития потребность в магнии небольшая, но с начала цветения она резко возрастает и затем перед созреванием уменьшается. На легких почвах с низким содержанием магния (3-6 мг MgO на 100 г почвы) картофель испытывает магниевое голодание. На дерново-подзолистых почвах с низким уровнем обменного магния дозы растворимых в воде и лимонной кислоте магниевых удобрений под картофель должны составлять 60-90, на торфо-болотных – 100 кг/га д.в. Дефицит магния характерен не только для почв легкого гранулометрического состава, но и для суглинистых разностей. Исследованиями агрохимслужбы выявлено в целом по Российской Федерации 47,4 % низко- и среднеобеспеченных Mg почв (Аристархов А.Н., 2000), которые нуждаются в улучшении магниевых режимов. В этом случае лучшее удобрение для картофеля – калимагнезия (29% калия и 10% магния).

**Сера** - необходимый элемент питания растений. Она является составной частью белков, входит в состав двух аминокислот - цистина и метионина, принимает участие в азотном обмене. При недостатке серы подавляется синтез белка, растения приостанавливают рост, листья становятся светло-зелеными, а при резком недостатке - почти белыми. При недостатке серы увеличивается содержание небелковой формы азота и нитратов, уменьшается устойчивость растений к болезням, засухе и низким температурам.

Содержание серы в зависимости от типа почвы колеблется от 2 до 350 мг в 100 г. Сера находится в почве преимущественно в органической форме и только 10-15% - в

форме  $\text{SO}_4^{2-}$ . Количество доступных растениям соединений серы в дерново-подзолистых почвах обычно невелико (1-2 мг/100 г почвы), и накопление их в виде различных солей серной кислоты связано с разложением и минерализацией органических соединений серы, поступлением с некоторыми видами удобрений и осадками.

В опытах на дерново-подзолистой суглинистой почве (Сопильняк Н.Т., 1972), исключение серы из состава удобрений привело к снижению в клубнях картофеля крахмала на 1,9%, витамина С - на 0,8 мг%, сахаров - на 0,5% и белкового азота - на 0,19%. При недостатке серы снижалась интенсивность поступления в растения фосфора, кальция и магния, что привело к удлинению периода вегетации картофеля. На легких почвах внесение серных удобрений способствует повышению урожая картофеля. В исследованиях Власенко Н.Е. (1987) внесение серы (90 кг/га) повышало урожайность клубней на 20-30 ц/га. При внесении сернокислых форм минеральных удобрений под картофель потребность растений в сере полностью удовлетворяется.

Как известно, размер выноса элементов питания у картофеля изменяется от внесения удобрений, кислотности почвы, ее механического состава и от группы спелости сортов картофеля. При высоких урожаях вынос питательных элементов достигает весьма значительных размеров, превышая в несколько раз выносы, типичные для среднего уровня урожаев. В исследованиях Н.И. Гриднева (1982), проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве, величины выносов питательных элементов, наиболее близкие к данным многих авторов, были получены на фоне 60 т/га навоза без минеральных удобрений – азота 62, фосфора 22-23, калия 83-84 и магния 13 кг на 100 ц клубней с соответствующим количеством ботвы. С ростом доз минеральных удобрений вынос азота и магния возрастал в 2 и более раз, а фосфора и калия – в 1,5-1,8 раза.

В длительном стационарном опыте ВНИИКХ (1977-2001 гг.) на дерново-подзолистой супесчаной почве максимальная продуктивность картофеля, и, следовательно, вынос элементов питания наблюдались на фоне полной дозы доломитовой муки (1,0 по г.к.) совместно с удобрениями. На этих вариантах ежегодно с урожаем 35–40 т/га клубней (без ботвы) из почвы безвозвратно терялось – 100–130 кг азота, 22–26 кг фосфора, 200–230 кг калия, 9–10 кг кальция, 11–15 кг магния и 3 кг серы (рис. 1).

Несмотря на высокую эффективность от внесения микроудобрений, нельзя допускать беспорядочного их применения, т.к. это может привести к накоплению в почве токсичных количеств тяжелых металлов. Чтобы этого не случилось, необходимо периодически вести наблюдения за интенсивностью биологического поглощения растениями микроэлементов при их включении в систему удобрений. Интенсивность биологического поглощения характеризуется коэффициентом (КБП), равным отношению содержания элемента в золе растения к содержанию его в почве, и вычисляется по формуле:

$$\text{КБП} = \text{Ср} : \text{Сп},$$

где

**Ср** – содержание элемента в золе растения, мг/кг;

**Сп** – валовое содержание его в почве, мг/кг.

КБП может изменяться от 0,001 до 100. По величине этого коэффициента химические элементы делятся на три группы: энергично накапливаемые (КБП = 10-100); сильно накапливаемые (КБП = 1-10); слабо накапливаемые (КБП = 0,1-1,0). Большинство микроэлементов относится к группе энергично и сильно накапливаемых элементов (Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С., 2006).

## **2. Применение минеральных удобрений в хелатной форме при возделывании картофеля**

В настоящее время потребительский рынок заполнен большим количеством удобрений, перечень зарегистрированных торговых марок в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» достигает нескольких тысяч. Производителями их являются как отечественные, так и зарубежные фирмы. Из зарубежных фирм наиболее крупными поставщиками являются фирмы: «Норск-Гидро» – Норвегия; «Покон» – Голландия; «Компо» – Германия; «Хайфа Кемикалз» – Израиль; ЗАО «Яра» – Российская Федерация.

Многие агрохимикаты являются почти идентичными по составу и различаются наполнителями, страной производителем и ценой реализации. Следует иметь ввиду, что именно наполнители в практически идентичных удобрениях могут привести к различным эффектам на растениях. Важным критерием для приобретения того или иного агрохимиката является его апробация в научно-исследовательских и производственных опытах на специфических культурах в условиях Российской Федерации.

### **2.1 Предпосадочная обработка клубней картофеля растворами минеральных удобрений в хелатной форме.**

Обработка клубней картофеля растворами минеральных удобрений перед посадкой проводится с двумя целями, которые решаются одновременно: доставляются питательные вещества к клубням и стимулируются ростовые процессы в клубне.

Для эффективного усвоения элементы питания должны вводиться в растительный и животный организмы в активной форме. Многочисленными исследователями установлено, что наиболее активны микроэлементы в форме комплексных солей с органическими кислотами комплексообразователями (комплексонами): ДТПА – диэтилентриаминпентауксусная кислота; ЭДТА – этилендиаминтераацетатная кислота и ОЭДФ – оксиэтини-

дендифосфоновая кислота. Такие соли называются общим термином **хелаты микроэлементов** или комплексоны.

**Хелаты микроэлементов** обладают рядом ценных свойств: практически не токсичны, хорошо растворимы в воде, обладают высокой устойчивостью (не изменяют своих свойств) в широком диапазоне кислотности (значений pH), хорошо адсорбируются на поверхности листьев и в почве, длительное время не разрушаются микроорганизмами, хорошо сочетаются с различными пестицидами.

В серии опытов, проведенных в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации (1990-1995 гг.), прирост урожая картофеля от **намачивания клубней** в 0,001% растворе хелатов биометаллов составил: на низинном торфянике – 12,8-16,4%; на дерново-подзолистой суглинистой почве – 18,9%; на дерново-подзолистой супесчаной – 11-18,2%; на горно-луговой почве – 11,8-24,8%; на выщелоченном черноземе Среднего Поволжья и Башкортостана – 6,1-7,6% (А.В. Коршунов, А.Х. Абазов, С.М. Надежкин и др., 1995).

Было установлено: их рострегулирующая активность, влияние на всхожесть семян злаковых культур, свёклы, клубней картофеля, на повышение урожайности и качества продукции зерновых, зернобобовых, некоторых крупяных и технических культур. Широко известно, что комплексоны железа являются антихлорозными препаратами для виноградников и плодовых культур в условиях карбонатных почв юга России. Выявлен высокий эффект комплексонов в повышении продуктивности культур закрытого грунта (томаты, огурцы).

В настоящее время фирмой ООО «Элитные Агросистемы» налажен выпуск жидких удобрений со **сбалансированным комплексом микроэлементов в хелатной форме** – «Микровит» на основе ОЭДФ (оксиэтидидендифосфоновой кислоты), предназначенных для предпосевной обработки семян, некорневой и корневой подкормки посевов сельскохозяйственных культур (табл.3).

**Таблица 3.** Сравнительная характеристика комплексных микроудобрений.

Наименование агрохимиката	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B	Ca Хелат	Cu Хелат	Fe Хелат	Mn Хелат	Mo	Zn Хелат	Co	S	Mg Хелат
Тенсо-коктейль, % (фирма «Норск-Гидро», Норвегия)				0,52	2,57	0,53	3,84	2,57		0,53			
Мастер NPK + Mg (18:18:18+3), %	18	18	18	0,02		0,005	0,07	0,03	0,001	0,01		0,02	3
Микровит стандарт, %	3,25	0,45	2,6	1,43		0,78	4,16	4,16	0,65	1,04	0,13	3,9	1,3
Микровит картофельный pH 5,5*, %	3,25	1,3	3,9	1,3		1,56	1,0	2,0	0,39	1,56	0,13	3,9	1,3



*Примечание\** - Состав марки «Микровит картофельный рН 5,5» предложен коллективом научных сотрудников лаборатории биохимии и агрохимии ВНИИКХ.

Хелатированные микроэлементы характеризуются следующими преимуществами: по своей структуре наиболее родственны природным хелатам на основе полифосфатов;

– под действием света ОЭДФ разлагается в листьях растений до ацетатов и фосфатов, которые используются как питание;

– ОЭДФ является также *регулятором роста*, обладает антимикробными и антивирусными свойствами;

– диапазон работы комплексонатов на основе ОЭДФ полностью удовлетворяется величинами рН всех типов почв и питательных растворов;

– комплексонаты на основе ОЭДФ предотвращают образование малорастворимых солей (карбонатов кальция), обладают пролонгированностью действия на растительные организмы.

В стандартный состав «Микровита» входят, в г/л: бор - 11, железо - 32, марганец - 32, медь - 6, цинк - 8, молибден - 5, кобальт - 1, сера - 30, азот - 25, фосфор - 3,5, калий – 20, магний - 10. В некоторых случаях в состав препарата добавляются йод и селен. Суммарная концентрация микроэлементов в пересчете на действующее вещество составляет 10-12% от общей массы раствора, плотность 1,3-1,35 г/см<sup>3</sup>. В качестве комплексонов применяется ОЭДФ, ДТПА, ЭДТА в сочетании с органическими кислотами (лимонная, янтарная, щавелевая и др.), в зависимости от марки и назначения препарата.

**Обработка «Микровитом» семенного картофеля.** Норма расхода «Микровита» для предпосадочной обработки семенного картофеля составляет 0,2-0,5 л/т, при расходе рабочей жидкости 10л раствора на 1 тонну картофеля. Можно совмещать с протравливанием клубней фунгицидами.

Раствор протравителя, имеющего прилипающую основу, готовится согласно инструкции. Расход протравителя при использовании совместно с «Микровитом» можно уменьшать по сравнению с рекомендованными в инструкции нормами на 20-30%. Готовый к работе раствор заливается в емкость протравителя.

Оставшийся после замачивания раствор можно повторно использовать для корневой или некорневой подкормки растений.

## **2.2. Некорневые подкормки вегетирующего картофеля растворами минеральных удобрений в хелатной форме.**

Некорневые подкормки микроэлементами в хелатной форме продляют жизнедеятельность листового аппарата, способствуют увеличению фотосинтетического потенциа-

ла, урожая, повышают содержание сухого вещества и крахмала в клубнях. Отмечена высокая эффективность некорневых подкормок хелатированными формами микроэлементов, характеризующихся пролонгированностью действия на растительные ткани. Целым рядом опытов в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации (Московская, Пензенская области, Дагестан, Башкортостан) установлена высокая эффективность опрыскивания посадок картофеля хелатами биометаллов на величину урожаев и качество продукции (А.В. Коршунов, А.Х. Абазов, С.М. Надежкин и др., 1995). Прирост урожая картофеля от опрыскивания посадок 0,2% раствором хелатированных микроэлементов (MeДТПА/ MeОЭДФ) составил: на низинном торфянике – 10-12,8%, на дерново-подзолистой суглинистой почве – 18,9%, на дерново-подзолистой супесчаной – 11-18,2%, на горно-луговой почве – 11,8-24,8%, на выщелоченном черноземе Среднего Поволжья и Башкортостана – 6,1-7,6%. Опрыскивание ботвы картофеля в фазу бутонизации повышало ассимиляционную поверхность листьев и увеличивало продолжительность работы листового аппарата. На вариантах с опрыскиванием хелатами биометаллов пораженность растений болезнями снижалась в 1,2-2,0 раза, а потери после хранения в зимний период сократились на 1-3%.

Результаты полевого опыта (2008-2010 гг.) с Микровитом, проведенного в условиях возделывания картофеля на дерново-подзолистых супесчаных почвах, подтвердили высокую эффективность некорневых опрыскиваний этим агрохимикатом (табл. 4).

Годы проведения опыта существенно различались по гидротермическим условиям. Вегетационный сезон 2008 г. характеризовался избытком осадков (май, июнь, июль и август месяцы) и недостатком тепла - в целом за вегетацию ГТК<sub>2008</sub> = 1,92. Метеоусловия вегетационного периода 2009 г. характеризовались как благоприятные для развития картофеля (ГТК<sub>2009</sub> = 1,12, ГТК<sub>среднемног.</sub> = 1,29), в 2010 г. сложились экстремально засушливые условия (ГТК<sub>2010</sub> = 0,63).

**Таблица 4.** Урожайность картофеля (с. Жуковский ранний) в зависимости от некорневых опрыскиваний растворами Микровита различных марок.

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

В среднем за 2008-2009 гг. прибавка на фоне минеральных удобрений (фон –  $N_{120}P_{120}K_{150}$ ) составила 13,3 т/га или 54 %, в 2010 г. – 2,4 т/га или 30% к неудобренному контролю. В остро засушливом 2010 г. эффективность от предпосадочного внесения удобрений ( $N_{120}P_{120}K_{150}$ ) в относительном выражении (в %) снизилась примерно вдвое, а в абсолютном (т/га) – в 5,5 раз.

В годы с нормальными гидротермическими условиями (2008-2009 гг.) опрыскивание растений картофеля раствором «Микровит стандарт» повышало урожайность на 4,9 т/га (или на 12,9%); «Микровит картофельный рН 5,5» – на 5,3 т/га (13,9%) по сравнению с фоновым вариантом.

В условиях засушливого вегетационного сезона 2010 г. тенденция положительного влияния некорневого опрыскивания хелатами микроэлементов на продуктивность картофеля подтвердилась. Некорневое опрыскивание вегетирующего картофеля (в фазу начала цветения) «Микровит стандарт» и «Микровит картофельный рН 5,5» выполняло защитную, антистрессовую функцию в условиях жесточайшей почвенной и воздушной засухи 2010 г., что способствовало существенному повышению урожайности: на 1,4 -2,2 т/га или на 13,6-21,4 % относительно фона.

Применение некорневых подкормок микроэлементов не снижало показатели качества продукции. Наблюдалась тенденция повышения содержания сухого вещества и крахмала в клубнях, и отмечалось достоверное увеличение содержания: аскорбиновой кислоты на 3,4-7,0 мг%; улучшение кулинарных качеств – на 3,6-4,4 балла; снижение нитратов – на 20-46 мг/кг на вариантах с некорневыми опрыскиваниями по сравнению с фоном.

На вариантах с применением различных марок Микровита за счёт повышения урожайности, товарности и качества продукции увеличивался выход питательно ценных компонентов. На вариантах с применением «Микровит стандарт» и «Микровит картофельный рН 5,5» по сравнению с фоном увеличивалась фракция товарных клубней (> 50 мм в диаметре) на 3,7-4,5 т/га (или на 10-12,6%); выход 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%).

Применение удобрений, в том числе некорневых подкормок Микровитом, явилось мощным сдерживающим фактором развития альтернариоза на листьях картофеля (табл. 5, 2009 г.). На фоновом варианте динамика распространенности альтернариоза находилась в интервале от 32,0 до 56,5%, а на вариантах с опрыскиванием различными марками Микровита была ниже – от 18,2 до 45,3%.

**Таблица 5.** 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 <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>150</sub>	32,0	45,8	56,5
Фон + опрыскивание «Микро-вит стандарт»	25,8	38,3	45,3
Фон + опрыскивание «Микро-вит картофельный рН 5,5»	18,2	31,7	42,6

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.

**Технология некорневого опрыскивания «Микровитом»:** для опрыскивания посадок картофеля используется любое стандартное оборудование отечественного или зарубежного производства. Норма расхода «Микровита» при некорневой обработке растений в начальный период развития растений до цветения составляет 1,0-1,5 л/га. В рабочий раствор можно в необходимых количествах добавлять средства защиты растений от болезней и вредителей. В конце цветения подкормку «Микровитом» можно повторить, при этом норма препарата может быть увеличена в полтора-два раза, т.к. в это время внутри растительных тканей наиболее интенсивно происходят все энергообменные процессы и отток пластических веществ в молодые клубни картофеля.

В рабочий раствор можно в необходимых количествах добавляются средства защиты растений (СЗР) или макроудобрения. Микроудобрения и СЗР заливаются в заполненный водой бак опрыскивателя, перемешиваются и используются по назначению.

**«Микровит» совместим со всеми видами NPK – удобрений и пестицидами.**

Использование микроудобрений подобного вида является одним из основных элементов современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур и широко применяется в мировой практике. «Микровит» позволяет компенсировать безвозвратные потери микроэлементов, выносимых из почвы растениями, повысить холодо- и засухоустойчивость растений при одновременном повышении качества и товарного вида конечной продукции. Кроме того, применение «Микровита» повышает эффективность использования основных макроудобрений – азотных, фосфорных и калийных.

Эффективность подкормок микроэлементами в хелатной форме во многом зависит от особенностей сортов картофеля и качества семенного материала. Только качествен-

ный семенной материал может наиболее полно использовать корневое и некорневое питание удобрениями. Семенной материал должен содержать минимальное количество клубней, пораженных возбудителями болезней и вредителями.

### 2.3 Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от некорневых обработок растворами минеральных удобрений в хелатной форме.

Производственную проверку эффективности некорневых опрыскиваний агрохимикатом «Микровит стандарт» проводили на полях СПК «Дмитриевы Горы» Меленковского района Владимирской области в 2009 г. Почва дерново-подзолистая супесчаная со следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  5,25-5,75; гидролитическая кислотность ( $H_T$ ) 2,9-3,9 м-экв/100 г почвы; гумус 1,7-2,0%; содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) 156-200; обменного калия ( $K_2O$ ) 173-189 мг/кг почвы.

Посадку картофеля (1 репродукция) с. Удача проводили 4 мая 2009 г. сажалкой «Kramer» (4 x 75). Перед посадкой на всем участке общим фоном внесены минеральные удобрения (аммофоска) в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Общая площадь производственного опыта составила 10,0 га.

На сорте Удача в фазу развития картофеля 10-15 см проведено 1-ое некорневое опрыскивание агрохимикатом «Микровит» (1л/га), 2-ое опрыскивание агрохимикатом «Микровит» (1 л/га) проведено в фазу бутонизации-начало цветения. В остальном агротехника ухода за посадками картофеля была общепринятая для данной зоны.

Учет урожая (05.09.2009 г.) проводили немецким комбайном SE-75-40, взвешивая массу клубней в бункере комбайна с каждого прогона 10 м по вариантам (4-х кратная повторность). Результаты производственной проверки представлены в таблице 6.

Полученные результаты подтверждают эффективность некорневых опрыскиваний препаратами «Микровит» на посадках картофеля в производственных условиях. Прибавка урожая от двукратного опрыскивания «Микровитом» составила 4,2 т/га или 17,5% к фону, повышалась товарность и показатели качества продукции.

**Таблица 6.** Результаты производственной проверки некорневого опрыскивания посадок картофеля «Микровит», СПК «Дмитриевы Горы», 2009 г.

Варианты	Валовой урожай, т/га	Товарность, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Распространенность на клубнях, %	
					парши	ризоктонии
<i>Сорт Удача</i>						
1.Фон без обработок	24,0	79,5	11,8	16,3	0	0
2.Фон + Два опрыскивания «Микровит»	28,2	83,7	12,0	16,8	0	0

Отзывчивость картофеля на применение агрохимиката «Микровит» обеспечила высокие показатели экономической эффективности (табл. 7).

Установлено, что от двукратных некорневых обработок вегетирующих растений картофеля препаратом «Микровит» был получен высокий дополнительный доход и высокая окупаемость затрат при снизившейся себестоимости продукции: дополнительный доход - 83,5 тыс. руб./га, окупаемость затрат – 162 руб./руб., себестоимость продукции - 7,11 руб./кг.

**Таблица 7.** Экономическая эффективность некорневого опрыскивания посадок картофеля «Микровит Стандарт».

Варианты	Урожай, т/га	Прибавка, т/га	Дополнительные затраты, руб./га	Себестоимость продукции, руб./кг	Условно чистый доход, руб./га	Окупаемость доп.затрат, руб./руб.
<b>1.Фон без обработок</b>	24,0	-	-	8,33	-	-
<b>2.Фон + Два опрыскивания «Микровит»</b>	28,2	4,2	514	7,11	83486	162

Таким образом, для получения стабильно высоких урожаев картофеля с заданными параметрами качества необходимо применять агрохимикаты нового поколения, содержащие макро- и микроэлементы.

В год посадки картофеля необходимо обеспечить условия сбалансированного питания, за счёт предпосадочного внесения оптимальных доз азотно-фосфорно-калийных минеральных удобрений в сочетании с некорневыми обработками вегетирующих растений (в фазу бутонизации-начало цветения) хелатами микроэлементов. Такая технология возделывания картофеля экологически и экономически оправдана, позволяет существенно повысить валовой урожай, товарность, показатели качества продукции, снизить фунгицидную нагрузку и повысить плодородие почв.

### **Выводы**

Установлено положительное влияние некорневых обработок раствором «Микровита», содержащим микроэлементы в хелатной форме на продуктивность и повышение стрессоустойчивости растений картофеля. В условиях 2008-2010 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве Центрального Нечерноземья опрыскивание растений картофеля препаратом «Микровит» повышало урожайность на 12,9-21,4 %.

Некорневое опрыскивание вегетирующего картофеля (в фазу бутонизации) выполняло защитную, антистрессовую функцию в условиях жесточайшей почвенной и воздушной засухи 2010 г.

Норма расхода «Микровита» при некорневой обработке растений в начальный период развития растений (до цветения) составляет 1,0-1,5 л/га.

Применение некорневых подкормок микроэлементами оказывало положительное влияние на качество картофеля: увеличивалась товарность клубней на 10-12,6 %; выход сухого вещества – на 7,3-13,4 %; крахмала – на 6,5-13,8%; витамина «С» – на 19-39 %, улучшались кулинарные качества – на 3,6-4,4 балла; снижалось содержание нитратов в клубнях – на 20-46 мг/кг по сравнению с фоном.

Применение некорневых обработок препаратом «Микровит» оказывало фунгистатическое влияние на распространенность болезней. Пораженность альтернариозом листьев картофеля снижалась практически вдвое по сравнению с неудобренным контролем.

Отзывчивость картофеля на применение агрохимиката «Микровит» обеспечила высокие показатели экономической эффективности: получен высокий дополнительный доход - 83,5 тыс. руб./га и окупаемость затрат - 162 руб./руб.

### **Лигногуматы при возделывании картофеля**

Лигногумат - высокоэффективное технологическое (безбалластное) гуминовое удобрение с микроэлементами в хелатной форме со свойствами стимуляторов роста и антистрессоров. Лигногумат обладает широким спектром действия на растения. По данным НПО «РЭТ» (Реализация Экологических Технологий), его свойства проявлялись на многих изучаемых сельскохозяйственных культурах (Тугаринов Л.В., 2007).

Плодородие почвы определяется содержанием гумуса, главным действующим компонентом которого и являются гуминовые кислоты. Оптимальное содержание гумуса в используемом для земледелия слое почвы в идеале должно быть 6-10%, что соответствует знаменитым черноземам юга России, но, к сожалению, не распространяется на почвы Подмосковья, Поволжья. Что же делать? Тоннами вносить навоз и компост? Конечно, такие удобрения необходимы. Но сегодня в отечественном земледелии в связи с резким снижением поголовья скота ощущается острый недостаток органических удобрений. Поэтому стоит задача при значительном фактическом снижении норм внесения органических и минеральных удобрений восполнить разрыв в повышении урожайности за счет небольших доз гуминовых удобрений, а также новых видов хелатов.

Защита сельскохозяйственных культур от стрессовых воздействий при выращивании, а это, кроме всего прочего, обработки пестицидами, становится все более важной и

актуальной задачей. Один из путей решения этой проблемы – использование композитных баковых смесей средств защиты с гуминовыми препаратами и хелатами. Применение гуматов способствует повышению урожайности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды во время вегетации. И за счет этого – снижение пестицидного бумеранга на окружающую среду (почва, вода, воздух), а также на качество получаемой продукции.

Иванова Р.Г. (2001) и Тугаринов (2002) пришли к выводу, что гуминовые вещества выполняют ряд важных функций: регулируют процессы роста растений, улучшают физико-химические свойства почвы, активизируют микрофлору, влияют на миграцию питательных веществ, повышают коэффициент использования минеральных удобрений. Гуминовые вещества действуют на растения и на клеточном уровне, изменяя проницаемость клеточных мембран, повышая активность ферментов, стимулируя процессы дыхания, синтез белков и углеводов.

По физическим свойствам лигногумат состоит из темноокрашенных веществ, характерных для гумусоподобных продуктов. Он полностью растворим в щелочной среде, и обладает способностью окисляться при действии сильных окислителей (например, азота, перекиси водорода и т. д.). Другой особенностью препарата является высокое содержание органически связанной серы.

В лигногуматах отмечено содержание кислородсодержащих групп, совокупность которых и обуславливает наличие межмолекулярных и внутримолекулярных связей, и, следовательно, особенности его свойств. Первые создают крупные ассоциаты гумусовых кислот, а вторые, к примеру, определяют хелатирующую способность (Брыкалов А.В., Гладков О.А., Романенко Е.С., Павленко Н.А., 2004).

Лигногуматы способствуют ускорению в растениях обменных процессов, развитию корневой системы и надземной части, а поэтому – усилению сопротивляемости к неблагоприятным условиям внешней среды (Гладков О. А., 2009; Гладков О., 2007).

В процессе производства Лигногумата исходными продуктами для получения всех модификаций является 20 %-ные водные растворы, которые отличаются по содержанию натриевого или калиевого катиона и наличию или отсутствию дополнительных микроэлементов (марка Б и БМ Лигногумат, С.-Петербург, 2007). Выпуск всех остальных модификаций осуществляется путем сушки (марка А и АМ), разбавления водой базовых модификаций без изменения состава сухого вещества (марка В и ВМ, Д и ДМ) с добавлением небольших количеств стандартных минеральных компонентов (В-NPK, ВМ-NPK, Д-NPK, ДМ-NPK) или с добавлением солей железа для получения их хелатных форм (марка В-Fe). Для улучшения биологической активности Лигногумата разработаны марки, в которые входит дополнительный набор необходимых растениям микроэлементов.



марка А – порошкообразный продукт;  
марка АМ – порошкообразный продукт с микроэлементами;  
марка Б – 20% водный раствор;  
марка БМ – 20% водный раствор с микроэлементами;  
марка В – 12% водный раствор;  
марка ВМ – 12% водный раствор с микроэлементами;  
марка В – NPK – 12% водный раствор органоминерального удобрения;  
марка ВМ – NPK – 12% водный раствор органоминерального удобрения с микроэлементами;

марка В – Fe – 12% водный раствор с хелатом железа (Паспорт качества агрохимиката лигногумат. Марка АМ калийный. Ту 2431-007-71452208-05).

Механизм действия гуминовых препаратов подобен действию стимуляторов из группы цитокининов. Однако помимо стимулирующего действия гуминовые препараты способствуют улучшению минерального питания растений и регулируют поступление азота в растение. Это позволяет повысить эффективность применения азотных удобрений и снизить содержание нитратного азота в товарной продукции. Кроме того, гуминовые вещества способствуют переводу труднорастворимых фосфорных удобрений в усвояемую форму, делая их более доступными для растения. Все это позволяет снижать общие нормативы применения минеральных удобрений в почву на расчетную урожайность и уменьшать минерализацию почвенных грунтов (Лештаева Е.А., 2007).

Прием совместного внесения минеральных удобрений с Лигногуматом может быть использован, как крупными сельскохозяйственными предприятиями, так и индивидуальными потребителями.

**В 2007-2009 гг.** был проведен полевой опыт по изучению действия различных концентраций и сочетаний лигногумата с комплексным микроудобрением Акварин-12. Место выполнения экспериментальной работы: ЗАО «Чулковское», Раменского района, Московской области. Почва - пойменная среднесуглинистая высоко - окультуренная (русло реки Москва). А<sub>ПАХ</sub> характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) 4,3 – 4,5 %, подвижного фосфора (по Кирсанову) 520,8 – 539,7 мг/кг, калия (по Кирсанову) 196,0 – 214,0 мг/кг почвы; рН<sub>СОЛ</sub> 6,7 – 6,76, Нг -0,55 мг-экв/ 100 г/почвы. Предшественник - ранняя капуста.

**Схемой опыта** было предусмотрено изучение 3-х факторов, влияющих на урожайность и качество готовой продукции.

I фактор – опрыскивание ботвы растворами лигногумата в следующих концентрациях: 0 – контроль (опрыскивание водой) , 75г, 150г, 225г, 300г сухого порошка на 1 га в

100 л воды. Опрыскивание растворами лигногумата в указанных концентрациях проводили в фазу бутонизации.

Лигногумат (**марка «АМ» калийный**) – высокоэффективное технологическое (безбалластное) гуминовое удобрение с микроэлементами в хелатной форме со свойствами стимуляторов роста и антистрессора. Состав удобрения: содержание солей гуминовых веществ, % от сухого вещества – до 90,0 %.

Массовая доля макро- и микроэлементов (в % от сухого вещества):

не менее: калий-9, сера-3; не более: железо-0,2, марганец-0,12, медь-0,12, цинк-0,12, молибден-0,015, кобальт-0,12; Кальций, кремний, магний – присутствие. Показатель концентрации водородных ионов (рН): 8,5-10,0. Номер государственной регистрации 0045-06-204-015-0-0-0-1.

II фактор – три варианта опрыскивания (наложение): деланки расщеплялись на три части. В первой из них опрыскивание не проводили, во второй - в фазу цветения проводили повторное опрыскивание лигногуматом в тех же концентрациях (наложение). В третьей части деланки через 10-12 дней после цветения проводили опрыскивание хелатной формой минерального удобрения – Акварин-12 (концентрация 0,3%).

Хелатное рост-стимулирующее удобрение «Акварин-12» содержало:  $N_{12}P_{12}K_{35}$ ,  $Mg_{1,0}$ ,  $S_{0,7}$ , рН-3,8. Кроме того, включен набор микроэлементов в форме хелатов: Fe 0,054% (Fe ДТПА – диэтилентриаминпентауксусная кислота); Zn (ЭДТА – этилендиаминтерацетатная кислота) – 0,014%; Cu (ЭДТА) – 0,01%; Mn (ЭДТА) – 0,042%; Mo - 0,004%; B – 0,02%. Расход рабочих растворов – 100 л/га.

III фактор – два сорта селекции ВНИИКХ им. А.Г. Лорха – Жуковский ранний, Голубизна - среднеспелый.

**Практическая значимость полученных результатов исследований** состоит в возможности повышения урожайности картофеля от опрыскивания растворами лигногумата: до 20,7% - по сорту Жуковский ранний и до 21,1% - по среднеспелому сорту Голубизна. При одновременном существенном повышении крахмалистости клубней. Оптимальный расход лигногумата марки «АМ» калийный составил 225 г/га.

Наложение опрыскивания ботвы в фазу интенсивного клубненакопления раствором хелатного удобрения – Акварин-12 выявило прибавку урожайности, соответственно по сортам, на 13,8 и 19,1%.

**Урожайность:** первая обработка лигногуматами показала, что наибольшая урожайность по обоим сортам получена в варианте опрыскивание лигногуматом в дозе 225 г/га. Стимулирующее действие препарата наблюдалось до 225 г/га по всем вариантам, затем препарат действовал как ингибитор

Прирост урожая от первого опрыскивания составил в относительном выражении следующие величины.

По сорту Жуковский ранний от внесения лигногумата 75 г. + 5,3%, от 150 г. +8,5%, от 225 г. +20,7%. А при 300 т/га лигногумата прирост составил лишь 3% к контролю, т.е. выявлено депрессивное действие более высоких дозировок лигногумата.

Иная картина получена по среднеспелому сорту Голубизна. По отношению к контролю прибавка урожая клубней выразилась в 2,6% - при 75 г/га, 12% - 150 г/га, 21,1 % - при 225г препарата на 1 га. При наивысшей дозировке лигногумата 300 г/га получена близкая, но несколько меньшая прибавка урожая (17,3%) по сравнению с предыдущей дозировкой в 225 г/га. Очевидно, несколько иное действие лигногумата в повышенных дозах на более позднем сорте определялось длиной вегетации.

Таким образом, из подобного сравнительного анализа выявляется неоднозначное действие возрастающих доз лигногумата при опрыскивании ботвы сортов различной скороспелости, во-первых. Во-вторых, на величину конечного урожая, несомненно, оказали влияние сложившиеся метеорологические условия.

Как указывалась в программе НИР, исследовательской работой было предусмотрено проведение третьего опрыскивания на 1/3 площади делянки 0,3% раствором хелатных удобрений (наложение на все варианты опрыскивания лигногуматом). Естественным было ожидать, что по раннему сорту при более поздних сроках проведения опрыскивания изменения урожайности могут оказаться несколько иными, так как основной вегетационный период близок к завершению. Согласно фактически полученным данным полевого опыта, по сорту Жуковский ранний от дополнительного опрыскивания ботвы 0,3% раствором Акварин-12 в период активного накопления клубней получены следующие приросты урожая.

- На контрольном варианте + 6,5 т/га или 16,4%;
- по фону 75 г/га лигногумата + 6,5 т/га или 16,3%;
- по фону 150 г/га лигногумата + 6,7 т/га или 15,6%;
- по фону 225 г/га лигногумата + 6,6 т/га или 13,8%;
- по фону 300 г/га лигногумата + 7,3 т/га или 17,8%.

На среднеспелом же сорте Голубизна (таблица 8) отмечен более существенный прирост, ибо ботва была вегетирующей и процесс фотосинтеза и оттока образовавшихся углеводов из листьев в клубни продолжался. По усредненным данным, прирост урожая клубней возрос с 37,7 т/га после первой обработки и с 38,5 т/га при второй обработке до 44,0 т/га (+ 5,5 т/га или + 11,5%). Соответственно, по фонам разных доз лигногумата приросты составили:

- на контроле (вода) – 6,2 т (или 18,2%);

- при 75 г/га – 8,2 т (или 23,4%);
- при 150 г/га – 6,2 т (или 16,2%);
- при 225 г/га – 7,9 т (или 19,1%);
- при 300 г/га – 3,2 т (или 8,0%).

А по усредненным данным по сорту Голубизна за 3 года при обработке хелатами (Акварин-12) урожайность возросла с 37,7 до 44,0 т/га или на 16,7%.

**Таблица 8.** Урожайность картофеля в зависимости от опрыскивания ботвы лигногуматами и Акварином-12. Почва пойменная. Среднее 2007-2009гг.

№	Варианты опыта	Урожай т/га	прибавка к контролю		При наложении опрыскивания Акварин-12 через две недели		
			т/га	%	т/га	прибавка к предыдущему опрыскиванию	
						т/га	%
<b>Сорт – Жуковский ранний</b>							
1	Контроль (вода)	39,6	-	-	46,1	6,5	16,4
2	Лигногумат, 75 г/га	41,7	2,1	5,3	48,5	6,8	16,3
3	Лигногумат, 150 г/га	43,0	3,4	8,5	49,7	6,7	15,6
4	Лигногумат, 225 г/га	47,8	8,2	20,7	54,4	6,6	13,8
5	Лигногумат, 300 г/га	40,8	1,2	3,0	48,1	7,3	17,8
<b>Сорт – Голубизна</b>							
1	Контроль (вода)	34,1	-	-	40,3	6,2	18,2
2	Лигногумат, 75 г/га	35,0	0,9	2,6	43,2	8,2	23,4
3	Лигногумат, 150 г/га	38,2	4,1	12,0	44,4	6,2	16,2
4	Лигногумат, 225 г/га	41,3	7,2	21,1	49,2	7,9	19,1
5	Лигногумат, 300 г/га	40,0	0,9	17,3	43,2	3,2	8,0

**Качество клубней при некорневой обработке лигногуматом:** опрыскивание вегетирующего картофеля растворами лигногумата положительным образом сказалось на крахмалистости клубней – основном показателе качества картофеля (таблица 9). Характерной особенностью являлось то, что на среднеспелом сорте Голубизна прирост в содержании крахмала в клубнях от применения различных доз лигногумата оказался более существенным, чем по сорту Жуковский ранний. Подобное вызвано тем, что на среднеспелом сорте лигногумат проявлял высокую эффективность за счет более длительного воздействия на процесс фотосинтеза и оттока углеводов из надземной части в клубни.

Наилучшей дозой для накопления крахмала по обоим сортам оказалось применение 225 г/га лигногумата при опрыскивании ботвы в фазу бутонизации.

**Таблица 9.** Качество клубней картофеля в зависимости от доз лигногумата при опрыскивании ботвы. Почва пойменная. 2007-2009гг.

№	Варианты опыта	Крахмалистость, %	Товарность, %
<b>Жуковский ранний</b>			
1	Контроль (вода)	9,4	78,1
2	Лигногумат, 75 г/га	10,3	82,1
3	Лигногумат, 150 г/га	10,6	83,9
4	Лигногумат, 225 г/га	11,5	81,8
5	Лигногумат, 300 г/га	10,1	80,6
<b>Голубизна (среднеспелый)</b>			
1	Контроль (вода)	17,4	85,1
2	Лигногумат, 75 г/га	19,4	85,8
3	Лигногумат, 150 г/га	19,9	87,6
4	Лигногумат, 225 г/га	21,0	89,3
5	Лигногумат, 300 г/га	18,0	85,1

Использование лигногумата при опрыскивании ботвы – экономически выгодный прием. Условно-чистый доход в лучшем варианте составил 93,4 тыс. руб./га – по сорту Жуковский ранний и 85,9 тыс. руб./га – по сорту Голубизна (табл. 10).

**Таблица 10.** Условно-чистый доход (тыс. руб./га) в зависимости от доз лигногумата. 2007-2009 гг.

№	Вариант	Жуковский ранний		Голубизна	
		Среднее за три года	прибавка к контролю	Среднее за три года	прибавка к контролю
1	Контроль (вода)	319,1	-	295,2	-
2	Лигногумат, 75 г/га	346,5	27,4	315,2	20
3	Лигногумат, 150 г/га	359,5	40,4	328,4	33,2
4	Лигногумат, 225 г/га	388,3	69,2	368,6	73,4
5	Лигногумат, 300 г/га	339,2	20,1	313,8	18,6

## Выводы

1. Выявлены стимулирующие и депрессивные концентрации растворов лигногумата марки «АМ» калийный по действию на ассимиляционную поверхность листьев картофеля. Для раннего сорта Жуковский и для среднеспелого сорта Голубизна стимулирующей дозой был коридор 150 – 225 г/га – ассимиляционная поверхность листьев составила 72,2- 81,0 тыс.м<sup>2</sup>/га против 62,6-69,5 тыс.м<sup>2</sup>/га на контроле .

2. Урожайность клубней при вышеперечисленных условиях находилась на высоком уровне: по сорту Жуковский ранний – в среднем 42,5 т/га, по сорту Голубизна – 37,7 т/га. На раннеспелом сорте Жуковский ранний наибольшая урожайность (47,8 т/га, прибавка к контролю +8,2 т/га) и по сорту Голубизна (41,3 т/га, прибавка к контролю 7,2 т/га) оказались при опрыскивании 225 г/га лигногумата.

3. Проведение второго опрыскивания лигногуматом (наложение) в условиях 2007–2010 гг. не привело к существенному росту урожайности. Прибавка урожайности к первому опрыскиванию составляли: 3,1-5,4% по сорту Жуковский ранний и 1,7-2,4% по сорту Голубизна.

4. Опрыскивание ботвы 0,3% раствором Акварина-12 в период активного накопления массы клубней привело к существенному увеличению урожайности, как в абсолютных, так и в относительных величинах. Характер прироста определялся скороспелостью сорта: он был наибольшим по среднеспелому сорту Голубизна по сравнению с сортом Жуковский ранний. Так, на контроле прирост составил к первому опрыскиванию 18,2% против 16,4%. А на лучшей дозе (225 г лигногумата/га), соответственно, 19,1% против 13,8%.

5. Крахмалистость клубней в сильной мере определялась сортовыми различиями и используемыми дозами лигногумата. Если по сорту Жуковский ранний крахмалистость составляла в лучшем варианте 11,5% (доза лигногумата 225 г/га), против 9,4% в контроле, то по среднеспелому сорту Голубизна крахмалистость намного была выше – 21,0% (в варианте с дозой лигногумата 225 г/га), против 17,4% в контроле. Использование более высоких доз лигногумата (300 г/га) вместо стимулирующего эффекта приводило к ингибированию: падение крахмалистости от оптимального составило 1,4% по сорту Жуковский ранний и -3,0% - по сорту Голубизна.

6. Товарность клубней от применения лигногуматов возрастала: по сорту Жуковский ранний на 5,8% при внесении 150 г/га, а по среднеспелому сорту Голубизна – на 3,6% при внесении лигногумата 225 г/га. Более высокие дозировки по обоим сортам оказали на товарность клубней депрессивное влияние.

7. Использование лигногумата при опрыскивании ботвы картофеля в фазу бутонизации – экономически выгодный прием. Условно-чистый доход при использовании оптимальной дозировки 225 г/га лигногумата составляет 93,4 тыс. руб./га по сорту Жуковский ранний, а по среднеспелому сорту Голубизна – 85,9 тыс. руб./га.

### **Заключение**

Таким образом, для получения стабильно высоких урожаев картофеля с заданными параметрами качества необходимо применять агрохимикаты нового поколения, содержащие макро- и микроэлементы, гуминовые кислоты.

В год посадки картофеля необходимо обеспечить условия сбалансированного питания, за счёт предпосадочного внесения оптимальных доз азотно-фосфорно-калийных минеральных удобрений в сочетании с некорневыми обработками вегетирующих растений хелатами микроэлементов и лигногуматами. Такая технология возделывания картофеля экологически и экономически оправдана, позволяет существенно повысить валовой урожай, товарность, показатели качества продукции, снизить фунгицидную нагрузку и повысить плодородие почв.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альсмик П.И., Амбросов А.Л., Вечер А.С. и др. Физиология картофеля. - М.: Колос, 1979, 272 с.
2. Анспок П.И., Штиканс Ю.А., Визла Р.Р. Справочник агрохимика Нечерноземной полосы. - Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1981. – 328 с.
3. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применение удобрений в агро-системах. – М.: МГУ, ЦИНАО, 2000. – 524 с.
4. Бардышев М.А. Минеральное питание картофеля. – Минск: Наука и техника, 1984. - С. 91-92, 96.
5. Вечер А.С., Гончарик М.Н. Физиология и биохимия картофеля. – Минск.: Наука и техника, 1973. – 263 с.
6. Власюк П.А., Власенко Н.Е., Мицко В.Н. и др. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества. – Киев.: «Наукова думка». – 1979.- 193 с.
7. Гриднев Н.И. Зависимость роста, развития, продуктивности и качества картофеля от густоты посадки и возрастающих доз удобрений при орошении.// Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. с/х наук. - М.: 1982, 21 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985 - 351 с.
9. Ильин В.Ф., Писарев Б.А., Сухоиванов В.А. Удобрение картофеля. - М.: Колос, 1974.
10. Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. – М.: ВНИИКХ. – 2001. – 369 с.
11. Коршунов А.В., Абазов А.Х., Надежкин С.М. и др. Комплексоны металлов как прием повышения урожайности и улучшения качества картофеля// Рекомендации МСХ и П РФ. – М. – 1995. – 31 с.
12. Коршунов А.В., Федотова Л.С. Удобрения и качество картофеля //Картофель России, 2 том. – М.: ВНИИКХ. – 2003 – С. 191-214.
13. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. - М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 218 с.
14. Кузнецова Г. И., Синицын Г.И. Влияние фонов выращивания на формирование урожая различных сортов картофеля. – Сб. науч. тр.: Гумус и азот в земледелии Нечерноземной зоны РСФСР. – Л., 1987.- С. 48-54.
15. Молякко А.А. Экологически безопасное удобрение картофеля и пригодность клубней для картофелепродуктов. – Брянск, 1997. – 144 с.
16. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Оптимальные для растений параметры кислотности дерново-подзолистой почвы // Агрохимия, 1997, № 6. – С. 19-26.
17. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
18. Соколов О.А. Нитраты под строгий контроль// Наука и жизнь. 1988, № 8. - С. 69-72.
19. Соколов О.А. Все о нитратах. – М.: 1992. – 55 с.
20. Толстоусов В.П. Удобрения и качество урожая. 2-е изд., перер. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987. - 191 с.
21. Федотова Л.С. Эффективность удобрения и известкования картофеля на дерново-подзолистой почве // Агро XXI, 1999, № 12. - С.20-22.
22. Федотова Л.С., Зеленов Н.А. Удобрение как фактор высокой продуктивности и качества картофеля/РАСХН. ВНИИА. – М.: Изд-во «С\_Принт», 2007. – 172 с.



23. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрохимия: Учебное пособие/ Под. ред. А.Х. Шеуджена. 2-е изд., перераб. и доп. – Майкоп: изд-во «Афиша» , 2006 – 1075 с.
24. Grassert V., Bartel W. Untersuchungen zum nitratgehalt von kartoffelknollen.// Kartoffelforschung aktuell. – 1987, s. 73.
25. Klein L. B., Chandra S., Mondy N.I. Effect of Magnesium fertilization on the Quality of Potatoes: Total nitrogen, nonprotein nitrogen, protein, aminoacids, minerals and firmness. – J. of agricultural and food chemistry, 1982, july/august, p. 754-757.
26. Wulkow A., Pawelzik E., Heckl B. Effect of calcium and boron in potato tubers (*Solanum tuberosum*) of various cultivars differing in blackspot susceptibility// Conference of European Association for potato research /Potato for a changing world: 17-th triennial Conference of European Association for potato research: abstract of papers and posters. – Brasov – 2008 – P. 228-229.