

12. Аристархов, А.Н. Методические указания по применению магниесодержащих удобрений / А.Н. Аристархов, А.Г. Трещов. – Москва, 1983. – 28 с.
13. Interaction of potassium and other ions / R. Rd. Munson [et al.] // Madison, Wisconsin USA. – 1968. – P. 321–353.
14. Welte, E. Potassium-magnesium antagonism in soils and crops / E. Welte, W. Werner // J. Sci. Food Agric. – 1963. – P. 186–187.
15. Magnesium Basics: Agronomic Library [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.spectrumanalytic.com/support/Library/ff/Mg_Basics. – Date of access: 14.02.2012.
16. Bergmann, W. Nutritional disorders of plants – development, visual and analytical diagnosis / W. Bergmann [et al.] // Stuttgart, New York. – 1992. – 234 p.
17. Karnataka, J. Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium / J. Karnataka // Agric. Sci. – 2011. – №24(1). – P. 106–109.

EFFECT EXCHANGEABLE MAGNESIUM IN THE PODZOLUVISOL LOAM SOIL ON THE YIELD AND QUALITY OF CORN GRAIN

O.M. Tavrykina, I.M. Bogdevich, Yu.V. Putyatin,
E.S. Tret'yakov, V.A. Dovnar, D.V. Markevich

Summary

The two years studies of grain corn yield responses in model field experiment with exchangeable magnesium content in soil from low – 50 mg·kg⁻¹ to high – 265 mg·kg⁻¹ and varying K:Mg and Ca:Mg ratios 2,2–16,9:1 and 0,12–1,46:1 correspondingly has been presented. It was found the highest grain yield – 10,8–14,1 t·ha⁻¹ at N₁₁₀₊₃₀P₆₀K₁₂₀ application was obtained at Ca:Mg ratios 5,1–5,7 and exchangeable magnesium content 145–160 mg·kg⁻¹.

It was found that increasing exchangeable magnesium content in soil from 50 up to 265 mg Mg/kg raised magnesium concentration in leaves of corn plants on growth stage of 6–8 leaves up to 1,7 times. At the same time concentration of nutrients – calcium and potassium in corn plants leaves decreased with increasing exchangeable magnesium content in soil.

Поступила 19 ноября 2012 г.

УДК 633.491:631.8.022.3:631.559:631.445.24

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Т.Ф. Перскова, А.В. Терешонкова

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь картофель занимает среди полевых культур второе место после зерновых. Он с успехом используется на пищевые, технические и

кормовые цели. Картофель является универсальным продуктом питания, его по праву называют вторым хлебом. При промышленной переработке из клубней картофеля получают крахмал, патоку, глюкозу, спирт, углекислоты, декстрин, а отходы, брага и мезга, являются хорошим кормом для животных.

Влияние удобрений на урожайность и качество картофеля имеет первостепенное значение. Во время цветения поглощается 75 % требуемого азота, 66 % калия и магния, 50 % фосфора. Дозы и формы органических и минеральных удобрений, сроки и способы их внесения оказывают существенное влияние как на урожайность, так и на качественные показатели клубней картофеля: товарность, содержание сухих веществ, крахмала, белка, витаминов, нитратного азота, вкусовые и кулинарные особенности [1–7].

Проведено много исследований по применению удобрений под картофель и влиянию отдельных элементов питания на качество клубней [10, 13, 14, 15]. Однако картофель, поступающий на перерабатывающие предприятия республики, в большинстве случаев не отвечает требованиям, предъявляемым к клубням как техническому сырью.

В системе мероприятий по получению высокоурожайного картофеля немало важное место принадлежит росторегулирующим веществам, поэтому вопрос оптимизации их применения на картофеле не теряет своей актуальности.

Снижение доз удобрений и улучшение качества продукции возможно за счет совместного применения удобрений с регуляторами роста, позволяющими снижать их дозы на 20–30 % [11].

Интенсификация земледелия усиливает потребность в микроудобрениях [8]. Микроэлементы выполняют важнейшие функции в процессах жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы удобрения для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур [8, 9]. На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 10–15 % и более [8]. Микроудобрения существенно улучшают качество растениеводческой продукции, так как они положительно влияют на накопление белков и углеводов [8, 10].

Использование хелатированных микроудобрений является одним из основных элементов современных технологий выращивания картофеля и широко применяется в мировой практике. Некорневые подкормки микроэлементами в хелатной форме продлевают жизнедеятельность листового аппарата, способствуют увеличению урожая, повышают содержание сухого вещества и крахмала в клубнях [5]. Микроэлементный состав растениеводческой продукции – важный показатель их биологической ценности.

В настоящее время, наряду с простыми солями, стали широко применяться органо-минеральные и хелатные соединения микроэлементов. В зарубежной практике (Японии, Франция, США, ФРГ) для некорневых обработок растений по вегетации широко используют различные композиционные составы и жидкие комплексные удобрения с хелатными формами микроэлементов [12]. Преимущество этих составов и удобрений по сравнению со смесями химических солей микроэлементов заключается в том, что они практически нетоксичны, достаточно растворимы в воде, обладают высокой устойчивостью в широком диапазоне pH, хорошо сочетаются со средствами защиты. Комплексоны металлов поступают в растения из почвы и через листья (при некорневых подкормках) без изменений,

и только в растении происходит их разрушение и переход микроэлементов в метаболиты растительных тканей.

Доступность этих соединений и практическое получение в производственных масштабах является перспективным для использования в растениеводстве.

Проблема обеспечения картофелеперерабатывающих предприятий качественным техническим сырьем является актуальной. Возникает необходимость в разработке технологии выращивания картофеля для переработки на картофелепродукты. В связи с этим целью наших исследований являлось совершенствование технологии возделывания позднеспелого сорта картофеля за счет применения жидкого комплексного удобрения, фиторегуляторов и микроэлементов на фоне органо-минеральной системы удобрения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования на картофеле проводились в 2010–2011 гг. на опытном поле УО БГСХА «Тушково». Почва опытного участка дерново-подзолистая легко-суглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины около 1 м моренным суглинком. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 1,53–1,66 %; рН (KCl) – 6,0–6,1; содержание подвижных форм фосфора (по Кирсанову) – 203–213 мг; калия (по Кирсанову) – 220–240 мг/кг почвы. Почва относится к среднекультуренной (в 2010 г. $I_{ок} = 0,53$; в 2011 г. $I_{ок} = 0,79$) и пригодна для возделывания картофеля. Общая площадь опытной делянки – 30 м², учетная – 25 м², расположение вариантов – систематическое, повторность – четырехкратная. Предшественник – ячмень. Учет урожая картофеля проводили поделяночно.

Годы проведения исследований отличались по метеорологическим условиям: 2010 г. – слабозасушливый (ГТК–1,0), 2011 г. – влажный (ГТК–1,7), что оказало существенное влияние на рост и развитие картофеля.

Согласно схеме опыта, на фоне 50 т/га органических (полуперепревший навоз), фосфорных и калийных удобрений в норме $P_{80}K_{180}$ изучали два уровня азотного питания N_{100} и N_{120} совместно с некорневыми подкормками микроэлементом (Эколист моно Cu) и применением регулятора роста (Эпин), а также жидким комплексным удобрением с хелатными формами микроэлементов марки НРК 8–4–9–0,15(В)–0,15(Сu)–0,10(Мn), выпускаемом на ОАО «Гомельский химический завод». Данный вид удобрения применялся дважды за период вегетации. Первая некорневая подкормка проводилась при высоте растений 15–20 см в дозе 4 л/га, вторая – в фазу начала бутонизации картофеля в той же дозе. Обработка регулятором роста – в фазу бутонизации, некорневая подкормка микроэлементом – в фазу начала бутонизации.

Эпин – это антистрессовый препарат, представитель фиторегуляторов последнего поколения. Он регулирует и активизирует защитные функции клетки у растений, изменяет ультраструктуру и функции биологических мембран, ускоряет клеточное деление. Адаптируя растение к среде, он ускоряет его развитие и созревание. Препарат помогает растениям преодолевать действия нежелательных факторов (неблагоприятные погодные условия, возбудители болезней, техногенные загрязнения) за счет стимуляции деятельности растений и использования скрытых резервов генома.

Эколист моно Медь (70 % Cu, 6 % N, 4 % S) – 0,6 л/га – концентрат с высоким содержанием меди в виде хелата ЭДТА. Содержащаяся в этом препарате медь в легкоусвояемой форме стимулирует образование белка, повышает сопротивляемость растений. Он рекомендуется в основном для листовых подкормок картофеля. Медь активизирует окислительно-восстановительные процессы, увеличивает активность окислительных ферментов, способствует повышению содержания хлорофилла в листьях. Кроме того, внесенная под картофель медь участвует в обмене азота, ускоряет клубнеобразование, повышает устойчивость растений к фитофторе, уменьшает поражаемость картофеля черной ножкой, паршой и железистой пятнистостью.

Объект исследований – поздний сорт белорусской селекции Атлант. Содержание крахмала – 15,0–22,0 %, вкусовые качества хорошие и отличные (разваримость хорошая – тип С). Пригоден для производства сухого картофельного пюре, замороженного картофеля и крахмала. Устойчив к картофельной нематоде и раку картофеля, высокая устойчивость к черной ножке, мокрой гнили, фитофторозу листьев и клубней, вирусным болезням, средняя – к парше обыкновенной и ризоктониозу. Пригоден для выращивания на всех типах почв, эффективно использует естественное плодородие, чувствителен к переувлажнению почвы в первый период вегетации, продолжительность периода физиологического покоя клубней средняя, лежкость хорошая.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние микроэлемента и регулятора роста, а также жидкого комплексного удобрения на фоне органо-минеральной системы удобрения на урожайность и качество клубней картофеля.

Установлено, что за счет естественного плодородия дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в контрольном варианте опыта сформировалось урожайность клубней картофеля от 20,2 (2011 г.) до 25,1 (2012 г.) т/га, в среднем за два года – 22,7 т/га, на фоне 50 т/га органических удобрений – 33,4 т/га (среднее за два года).

Исследуемый сорт картофеля Атлант по-разному реагировал на внесение азотных удобрений на фоне $P_{80}K_{180}$. Так, при применении 120 кг/га д.в. азота на фоне органических удобрений в среднем за два года исследований урожайность клубней картофеля составила 35,0 т/га, что на 3,4 т/га выше, чем при дозе – 100 кг/га (31,6 т/га).

Применение биологически активных веществ также оказало влияние на повышение урожайности клубней картофеля. В среднем за два года исследований обработка растений картофеля регулятором роста (эпин) и микроэлементом (эколист моно Cu) на фоне 50 т/га органических удобрений + $N_{100}P_{80}K_{180}$ способствовала увеличению урожайности клубней до 32,8–33,7 т/га, с прибавкой в 1,2 и 2,1 т/га по отношению к эквивалентной дозе внесения органических и минеральных удобрений (вар. 3 – Фон + $N_{100}P_{80}K_{180}$). Наиболее высокая урожайность у сорта Атлант по двум годам исследований получена в вариантах, где применялись в качестве некорневых подкормок по вегетирующим растениям картофеля жидкие комплексные удобрения с хелатными формами микроэлементов производства ОАО «Гомельский химиче-

2. Плодородие почв и применение удобрений

ский завод» на фоне органо-минеральной системы удобрения с уровнем азотного питания 100 и 120 кг/га д.в. Прибавка урожая при внесении азота 100 кг/га д.в. (вар. 7) составила по сравнению с фоном (вар. 3) 4,3 т/га, соответственно при внесении 120 кг/га д.в. (вар. 8) – 6,7 т/га по отношению к фону (вар. 4, табл.1).

Таблица 1

Влияние изучаемых факторов на урожайность и качество картофеля (2010–2011 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка, т/га		Содержание в клубнях			
	2010 г.	2011 г.	среднее	к контролю	к фону	сухое вещество, %	крахмал, %	сбор крахмала, т/га	нитраты, мг/кг
1. Контроль	20,2	25,1	22,7	–	–	19,30	17,43	3,92	45,2
2. Навоз 50 т/га – фон	–	33,4	33,4	10,7	–	17,60	17,15	5,90	65,5
3. Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₈₀	27,3	35,8	31,6	8,9	–	21,15	19,93	6,21	51,0
4. Фон + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀	33,5	36,4	35,0	12,3	1,6	22,09	19,68	6,85	62,7
5. Фон+N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₈₀ +эпин+Cu*	28,1	37,5	32,8	10,1	–	22,00	20,68	6,20	59,2
6. Фон+N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀ +эпин + Cu*	36,3	31,0	33,7	11,0	0,3	22,57	20,63	7,61	58,9
7. N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₈₀ + удобрения жидкие комплексные для картофеля	31,3	40,4	35,9	13,2	2,5	22,78	20,50	7,27	63,6
8. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀ + удобрения жидкие комплексные для картофеля	38,8	44,5	41,7	19,0	8,3	22,56	20,30	8,37	69,8
НСР ₀₅	2,10	3,10	0,93			0,56	0,29		2,34

Примечание: Cu – микроэлемент Эколист моно Cu.

Наряду с урожайностью, важным критерием оценки эффективности применяемых удобрений является качество получаемых клубней. Наибольшее значение в формировании качества клубней в наших исследованиях оказывали азотные и калийные удобрения, а также погодные условия в период вегетации картофеля в годы проведения исследований.

Внесение 120 кг/га азота на фоне органических удобрений способствовало повышению содержания сухого вещества на 0,94 % и снижению содержания крахмала на 0,25 % относительно дозы внесения 100 кг/га азота. При увеличении уровня азотного питания по всем вариантам опыта содержание нитратов в клубнях картофеля увеличивалось, но во всех вариантах опыта не превышало предельно допустимого значения (150 мг/кг).

Сорта картофеля, реагирующие незначительным снижением содержания крахмала в клубнях на применение удобрений, практически более ценны, чем сорта, характеризующиеся резким снижением этого показателя. При промышленной пе-

переработке картофеля, что в настоящее время является наиболее перспективным направлением, к важным показателям качества относится содержание в клубнях сухого вещества, которое в значительной мере определяет выход готового продукта. Наиболее пригодными в этом отношении являются сорта с содержанием сухого вещества от 20 до 25 %. Как показывают результаты наших исследований, по этому показателю сорт Атлант пригоден для промышленной переработки.

Наиболее высокое содержание крахмала 20,68 % отмечалось в варианте, где проводилась обработка растений картофеля регулятором роста и микроэлементом на фоне органо-минеральной системы удобрения с уровнем азотного питания 100 кг/га. При этом содержание нитратов составило 59,2 мг/кг. Обработка растений картофеля удобрением жидким комплексным на фоне 100 кг/га азота также способствовала повышению содержания в клубнях сухого вещества (22,78 %) и крахмала (20,50 %). При увеличении дозы азота до 120 кг/га происходило некоторое снижение сухого вещества (22,56 %), крахмала (20,30 %) и повышение содержания нитратов до 69,8 мг/кг.

Однако сбор крахмала с одного гектара зависит не только от содержания его в клубнях, но и от урожайности клубней. Так, максимальный сбор крахмала с единицы площади (8,37 т/га) наблюдался в варианте $N_{120}P_{80}K_{180}$ с некорневой подкормкой удобрением жидким комплексным. В контрольном варианте выход крахмала составил 3,92 т/га. При внесении органических и минеральных удобрений этот показатель увеличился в 1,5–1,7 раз. Обработка растений картофеля удобрением жидким комплексным на фоне 50 т/га органических удобрений + $N_{100}P_{80}K_{180}$ увеличила выход крахмала на 1,06 т/га (вар. 7 к вар. 3), а регулятором роста Эпин+эколист моно Си (вар. 6) и удобрением жидким комплексным (вар. 8) по сравнению с 50 т/га органических удобрений + $N_{120}P_{80}K_{180}$ (вар. 4) – на 0,76 и 1,52 т/га.

ВЫВОДЫ

В среднем за 2 года исследований установлено, что наиболее высокая урожайность у позднеспелого сорта Атлант (41,7 т/га) с высокими показателями качества клубней (содержание сухого вещества – 22,56 %, крахмала – 20,30 %, сбора крахмала с единицы площади – 8,37 т/га, нитратов – 69,8 мг/кг) получена на фоне органо-минеральной системы удобрения (50 т/га полуперепревшего навоза + $N_{120}P_{80}K_{180}$) с дополнительными некорневыми подкормками по вегетирующим растениям картофеля удобрением жидким комплексным при высоте растений 15–20 см (4 л/га) и в фазу начала бутонизации (4 л/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В.Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В.Н. Босак. – Минск: БелНИИПА, 2003. – 176 с.
2. Власенко, Н.Е. Удобрение картофеля / Н.Е. Власенко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 218 с.
3. Завалин, А.А. Влияние удобрений на качество картофеля / А.А. Завалин, О.А. Гремицких, А. Нианг // Доклады РАСХН. – 1993. – № 3. – С. 38–43.
4. Карманов, С.Н. Урожай и качество картофеля / С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 167 с.

5. Лимантова, Е.М. Накопление нитратов в картофеле / Е.М. Лимантова, В.В. Лапа, О.Ф. Рыбак // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 1. – С. 20–22.
6. Рекомендации по определению биологической ценности сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: ИПА, 2005. – 14 с.
7. Соломина, И.П. Повышение качества клубней картофеля при интенсивном производстве / И.П. Соломина. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1989. – 45 с.
8. Рациональное применение удобрений / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2002. – 324 с.
9. Рак, М.В. Некорневые подкормки микроудобрениями в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М.В. Рак, М.Ф. Дембицкая, Г.М. Сафронювская // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 2. – С. 25–27.
10. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск: Бел НИИПА, 2002. – 184 с.
11. Шевелуха, В.С. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / В.С. Шевелуха, В.М. Ковалев, Л.Г. Груздев // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 9. – С. 57–65.
12. Жидкие удобрения для внекорневой подкормки сельскохозяйственных культур: рекламный проспект.
13. Босак, В.Н. Качество клубней картофеля при применении различных доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.Н. Босак // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 6. – С. 22–23.
14. Завалин, А.А. Влияние удобрений на качество картофеля / А.А. Завалин, О.А. Гремицких, А. Нианг // Доклады РАСХН. – 1993. – № 3. – С. 38–43.
15. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.

THE EFFECT OF FERTILIZER, GROWTH REGULATORS AND MICROELEMENTS ON YIELD AND QUALITY OF POTATO TUBERS IN SODDY-PODZOLIC LOAMY SOIL

T.F. Persikova, A.V. Tereshonkova

Summary

Problem on maintenance of the enterprises which are engaged in potato processing by qualitative technical raw materials is actual, and there is a necessity for working out of technology of cultivation of a potato for processing on products from a potato.

On the basis of the spent researches the data about action of complex fertilizers, regulators of growth and microcells against organo-mineral fertilizer systems on productivity and quality of tubers of a potato of a grade of atlant is presented.

The expediency of processing of plants of a potato in vegetation by liquid complex fertilizer against organo-mineral system of fertilizer that promotes increase in productivity of a potato and increase of its quality is established.

Поступила 9 августа 2012 г.