

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Е. Л. ИОНАС

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: eliaai@rambler.ru

(Поступила в редакцию 29.04.2024)

В мировом земледелии наблюдается прямая зависимость уровня сельскохозяйственного производства от применения удобрений и средств защиты растений. Развитие химизации позволило заметно ослабить влияние неблагоприятных погодных условий, повысить урожайность сельскохозяйственных культур. В настоящее время около половины прироста урожая в республике получают благодаря удобрениям.

Очень важно научиться управлять продуктивностью растений и качеством растениеводческой продукции, обеспечивая оптимальные условия питания растений на протяжении вегетационного периода путем внесения удобрений, широко используя методы почвенно-растительной диагностики. Для этого необходимы знания о химическом составе и питании растений, свойствах почв, минеральных удобрений, особенностях их применения и влияния на качество растениеводческой продукции.

В исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» изучено влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на урожайность, качество и химический состав клубней картофеля сорта Волат на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо – восточной части Беларуси.

Максимальная продуктивность картофеля (31,1 т/га) у сорта Волат была получена от некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне N70P80K120. Обработка посадок картофеля Нутривантом плюс повышала урожайность клубней сорта Волат по отношению к фону на 4,7 т/га (с 26,4 до 31,1), увеличивала выход крупной фракции клубней на 2,9 % и крахмала на 0,4 т/га, увеличивало количество сырого протеина на 2,0 %, увеличивало содержание азота, фосфора, калия в клубнях картофеля на 0,32; 0,04 и 0,07 %, а также содержание меди на 0,13 мг/кг и снижало количество растворимых углеводов к фону на 0,09 %, соответственно.

Ключевые слова: картофель, комплексные удобрения, регуляторы роста, дерново-подзолистая почва, урожай, качество.

In world agriculture, there is a direct dependence of the level of agricultural production on the use of fertilizers and plant protection products. The development of chemicalization has made it possible to significantly reduce the impact of unfavorable weather conditions and increase crop yields. Currently, about half of the increase in crop yield in the republic is due to fertilizers.

It is very important to learn how to manage plant productivity and the quality of crop products, providing optimal plant nutrition conditions during the growing season by applying fertilizers, and widely using soil and plant diagnostic methods. This requires knowledge about the chemical composition and nutrition of plants, the properties of soils, mineral fertilizers, the peculiarities of their use and the impact on the quality of crop products.

In the research of the Belarusian State Agricultural Academy, the influence of complex fertilizers and growth regulators on the yield, quality and chemical composition of potato tubers of the Volat variety on sod-podzolic light loamy soil in the north-eastern part of Belarus was studied.

The maximum potato productivity (31.1 t/ha) of the Volat variety was obtained from foliar feeding with Nutrivant plus against the background of N70P80K120. Treatment of potato plantings with Nutrivant plus increased the yield of tubers of the Volat variety compared to the background by 4.7 t/ha (from 26.4 to 31.1), increased the yield of the large fraction of tubers by 2.9 % and starch by 0.4 t/ha, increased the amount of crude protein by 2.0 %, increased the content of nitrogen, phosphorus, potassium in potato tubers by 0.32; 0.04 and 0.07 %, as well as copper content by 0.13 mg/kg and reduced the amount of soluble carbohydrates to the background by 0.09 %, respectively.

Key words: potatoes, complex fertilizers, growth regulators, soddy-podzolic soil, yield, quality.

Введение

Применение минеральных удобрений влияет не только на количественные и качественные показатели урожая сельскохозяйственных культур, но и на состояние почвенного плодородия, причем современная стратегия применения минеральных удобрений направлена на сохранение и постепенное повышение уровня плодородия с учетом круговорота питательных веществ в севообороте. Иными словами, следует достигать положительного баланса питательных элементов в почве [1–2]. При этом интенсификация производства растениеводческой продукции повышает потребность растений не только в макро-, но и микроэлементах [3].

Использование микроэлементов под картофель необходимо не только для обеспечения высокой продуктивности, но и для улучшения качества клубней. Следует учитывать также и то, что новые высокопродуктивные сорта имеют интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элементами питания, включая и микроэлементы. Поэтому в системе мероприятий, обеспечивающих высокие урожаи картофеля, культура применения удобрений имеет первостепенное значение [4–6].

Практический опыт показывает, что наименее энергетически затратным и наиболее эффективным является применение комплексных удобрений с макро- и микроэлементами, которые стали широко применяться со второй половины XX века в развитых странах [7].

Цель исследований – изучить влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на урожайность, качество и химический состав клубней среднеспелого сорта картофеля Волат на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Экспериментальные исследования проводились в 2020–2021 гг. на территории УНЦ «Опытные поля Белорусской государственной с.-х. академии» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемым с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва опытного участка – с низким и средним содержанием гумуса (1,2–1,8 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,5-6,1$), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (209,0–266,0 мг/кг почвы) и калия (294,0–295,0 мг/кг почвы), средним содержанием подвижных форм меди и низким и средним содержанием цинка (1,54–1,71 и 1,53–3,75 мг/кг почвы соответственно).

В качестве объекта исследований выступал среднеспелый сорт Волат, внесен в Госреестр РБ в 2015 году.

Посадку картофеля проводили в 2020 году 11 мая и 14 мая в 2021 году картофелесажалкой КСМ – 4 с густотой посадки 48–50 тыс. шт/га. Предшественником картофеля был яровой рапс. Общая площадь делянки 25,2 м², учетной – 12,6 м². Агротехника возделывания картофеля общепринятая для условий Могилевской области.

В опытах применяли карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (9 % N; 30 % P₂O₅), аммофос (10 % N; 35 % P₂O₅) и хлористый калий (60 % K₂O).

Для некорневой подкормки использовали израильское комплексное удобрение Нутривант плюс (картофельный) с содержанием (N₀+P₄₃+K₂₈+Mg₂+B_{0,5}+Mn_{0,2}+Zn_{0,2} + фертивант), которое вносили по вегетирующим растениям у сорта Волат по 2,0 кг/га в фазу смыкания ботвы, в фазу бутонизации и в фазу клубнеобразования. Также использовали польское комплексное удобрение Адоб Профит со следующим содержанием: азот (10 %), фосфор (40 %) калий (8 %), бор (0,05 %), медь (0,1 %), марганец (0,1 %), цинк (0,1 %), магний (3,0 %), молибден (0,01 %), в дозе 2,0 кг/га в фазу высоты растений 15–20 см и в фазу цветения. В опыте применяли белорусское комплексное удобрение МикроСтимВ, С_и включающее (N – 65 г/л, В – 40 г/л, С_и – 40 г/л, гуминовые вещества 0,6 – 6,0 мг/л) в дозе 1,3 л/га в фазу начала бутонизации, а также регулятор роста Оксигумат (картофель) с содержанием гуминовых веществ, макро – и микроэлементов (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, B, Mn). 6%-ный концентрат биологически активных веществ (в перерасчете на ОМ – 90 %) в дозе 1,0 л/га в фазу высоты растений 15–20 см и в фазу бутонизации.

Уход за посадками картофеля состоял из трёхкратных междурядных обработок культиватором-окунчиком. В 2020 году до появления всходов вносили почвенный гербицид Мистрал в дозе (1,0 кг/га), по всходам Фюзилад Форте (1,0 л/га), проводили две обработки против фитофтороза препаратом Акробат МЦ (2,0 кг/га) и одну обработку Трайдекс (1,5 кг/га), инсектицидная обработка проводилась препаратом Борей (0,12 л/га) двукратно. В 2021 году до всходов картофеля использовали почвенный гербицид Мистрал в дозе (1,0 кг/га), по всходам против однолетних и многолетних двудольных и злаковых применяли гербицид Кассиус ВРП (50 г/га) и Фюзилад Форте в дозе (1,8 л/га). Фунгицидные обработки проводили Орвего (0,8 л/га) и РидомилГолд МЦ в дозе (2,5 кг/га), инсектицидную обработку осуществляли препаратом Актара (0,07 кг/га).

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и учеты в соответствии с методикой исследований по культуре картофеля [8]. Учет урожая проводили сплошным поделяночным методом с определением его структуры путем взвешивания клубней по фракциям.

Содержание сухого вещества в клубнях определяли согласно (ГОСТ 27548–97) – высушиванием в термостате при температуре 100–105 °С; крахмала по удельному весу клубней; витамина С методом Мурри; растворимых углеводов методом Бертрана (ГОСТ 26176–91); нитратов – ионометрически (ГОСТ 134,96,19–86), сырого протеина – расчетным путем (умножением содержания общего азота на коэффициент 6,25 для картофеля); цинк, медь – на атомно-адсорбционном спектрофотометре (ГОСТ 30692–2000).

Оценку технологических показателей клубней картофеля (потемнение мякоти в сыром и вареном виде) выполняли согласно методическим рекомендациям РУП НПЦ НАН Беларуси по картофелевод-

ству и плодоовощеводству «Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля» [9].

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову.

Применение по вегетирующим растениям комплексных удобрений с содержанием макро-, микро-элементов и регуляторов роста у сорта Волат (в среднем 2020–2021 гг.) оказывает положительное влияние на урожайность и фракционный состав клубней картофеля (табл. 1).

Таблица 1. Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста и на урожайность и фракционный состав клубней картофеля сорта Волат

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая к фону, т/га	Окупаемость 1 кг д.в. NPK удобрений урожаем клубней, кг	Масса клубней по фракциям, г/куст % от общей массы		
				менее 30 мм	30–60 мм	более 60 мм
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	26,4	–	–	89,3/15,7	514,4/76,5	64,5/7,9
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Cu	30,2	3,8	14,1	35,8/4,9	652,9/85,7	90,1/9,5
3 N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	31,1	4,7	17,4	57,1/5,2	632,0/84,1	103,6/10,8
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Адоб Профит	29,6	3,2	11,9	33,3/4,6	593,6/84,6	95,8/10,8
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Оксигумат (картофель)	29,0	2,6	9,6	54,3/8,5	545,6/80,2	98,2/11,4
НСР ₀₅	1,3	–	–	89,3/15,7	514,4/76,5	64,5/7,9

У среднеспелого сорта Волат урожайность клубней с внесением до посадки (N₇₀P₈₀K₁₂₀) составила 26,4 т/га.

При использовании удобрений МикроСтимВ, Cu, Адоб Профит, и регулятора роста Оксигумат (картофель) на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ прибавка урожайности картофеля к фону составила 3,8; 3,2 и 2,6 т/га при окупаемости 1 кг NPK кг клубней 14,1; 11,9 и 9,6 кг, соответственно.

Максимальная продуктивность картофеля (31,1 т/га) у сорта Волат в среднем за два года исследований (2020–2021 гг.) была получена от некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀. В этом варианте окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней составила 17,4 кг.

На фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ выход мелкой фракции клубней менее 30 мм в структуре урожая составил 15,7 %. Минимальная доля мелких клубней была получена при применении Адоб Профит (4,6 %) и МикроСтимаВ, Cu (4,9 %), выход средней фракции в этих вариантах был максимальным (84,6 % и 85,7 % соответственно).

В среднем за два года исследований (2020–2021 гг.) обработка растений Оксигуматом (картофель) способствовала увеличению крупной фракции клубней более 60 мм до 11,4 %, превышая фон N₇₀P₈₀K₁₂₀ на 3,5 %.

У среднеспелого картофеля сорта Волат использование комплексных удобрений Нутривант плюс, Адоб Профит и МикроСтимВ, Cu на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ не влияло на содержание крахмала в клубнях картофеля, но увеличивало выход крахмала на 0,4–0,5 т/га в связи с возрастанием урожайности (табл. 2).

Содержание сухого вещества в клубнях картофеля во всех вариантах опыта находилось на уровне фона.

Некорневая подкормка Адоб Профит увеличивало количество витамина С на 0,74 мг %, сырого протеина на 3,56 % и снижало количество растворимых углеводов к фону на 0,07 % по сравнению с фоном, где данное комплексное удобрение не применялось.

Обработка посадок картофеля Нутривантом плюс на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ в среднем за 2020–2021 гг. увеличивало количество сырого протеина на 2,0 % и снижало количество растворимых углеводов к фону на 0,09 %, соответственно.

Использование регулятора роста Оксигумат (картофель) повышало содержание витамина С на 1,09 мг %, сырого протеина на 0,5 % и снижало количество растворимых углеводов к фону на 0,17 %, соответственно.

Таблица 2. Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на качество клубней картофеля сорта Волат (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	Содержание крахмала, %	Выход крахмала, т/га	Сухое вещество, %	Витамин С, мг %	Сырой протеин, % на сухое вещество	Растворимые углеводы, %	Нитраты (мг/кг)
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	17,7	4,7	25,51	19,41	8,75	0,75	21,9
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Си	16,9	5,1	23,92	20,21	8,94	0,73	22,1
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	16,6	5,1	23,82	19,21	10,75	0,66	17,7
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Адоб Профит	17,2	5,2	24,52	20,15	12,31	0,68	21,1
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Оксигумат (картофель)	16,2	4,7	22,15	20,5	9,25	0,58	23,3
НСР ₀₅	0,4	–	0,6	0,5	0,5	0,04	8,6

Во всех вариантах опыта содержание нитратов в клубнях картофеля сорта Волат не превышало ПДК и в среднем за 2020–2021 гг. находилось в пределах от 17,7 до 23,3 мг/кг сырой продукции.

Незначительное потемнение мякоти клубней в сыром виде (8 баллов) по девятибалльной шкале было отмечено с использованием Нутриванта плюс и МикроСтива В, Си на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ (табл. 3).

Таблица 3. Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на потемнение мякоти клубней картофеля сорта Волат

Вариант опыта	Ферментативное потемнение мякоти, балл (9–1)			Неферментативное потемнение мякоти, балл (9–1)		
	2020 г	2021 г	среднее	2020 г	2021 г	среднее
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	5	7	6	7	9	8
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Си	7	9	8	7	9	8
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	7	9	8	7	9	8
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Адоб Профит	5	7	6	9	9	9
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Оксигумат (картофель)	5	7	6	9	9	9
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	–

Внесение до посадки картофеля N₇₀P₈₀K₁₂₀, а также применение комплексного удобрения Адоб Профит и регулятора роста Оксигумат на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀ способствовало ферментативному потемнению клубней до 6,3 баллов.

В среднем за два года исследований у сорта Волат не было отмечено существенного (неферментативного) потемнения мякоти клубней картофеля после варки.

Картофель характеризуется отличным от зерновых культур поступлением питательных веществ в растения. Установлено, что ранние сорта картофеля с более коротким периодом вегетации ускоренными темпами потребляют элементы питания в отличие от поздних сортов, которые основное количество элементов используют в период наиболее мощного развития ботвы и активного роста клубней.

Химический состав растений может изменяться в зависимости от сортовых особенностей, почвенно-климатических условий, агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, уровней применения удобрений и других факторов.

В наших исследованиях также большой интерес представляет изучение содержания элементов питания в ботве и клубнях картофеля под влиянием макро- и микроудобрений удобрений, регуляторов роста в зависимости от сортовых особенностей культуры.

При исследовании химического состава ботвы и клубней среднеспелого сорта Волат были также проанализированы растительные образцы на содержание азота, фосфора, калия, а также меди и цинка в клубнях картофеля (табл. 4).

Таблица 4. Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на химический состав картофеля сорта Волат (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	Содержание, % на сухое вещество						Cu, мг/кг в клубнях	Zn, мг/кг в клубнях
	ботва			клубни				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Сорт Волат								
1. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	1,36	0,48	2,94	1,40	0,76	2,75	4,42	10,61
2. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +МикроСтим В, Си	1,38	0,46	3,17	1,43	0,78	2,64	5,1	10,23
3. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Нутривант плюс	1,46	0,46	3,04	1,72	0,80	2,82	4,55	10,92
4. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Адоб Профит	1,40	0,48	2,76	1,97	0,78	2,78	4,79	12,08
5. N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀ +Оксигумат (картофель)	1,28	0,46	2,94	1,48	0,73	2,86	4,61	11,87
НСР ₀₅	0,04	0,02	0,06	0,08	0,03	0,04	0,12	0,7

В среднем за два года исследований по накоплению азота в ботве картофеля максимальное значение (1,46 %) от некорневой подкормки было получено с применением Нутриванта плюс на фоне N₇₀P₈₀K₁₂₀. Несколько ниже содержание азота в ботве (1,40 %) было при использовании Адоб Профит.

Применение МикроСтива, Си, а также Нутриванта плюс увеличивало содержание калия в ботве на 0,23 и 0,10 %.

Некорневая подкормка Нутривантом плюс увеличивала содержание азота, фосфора, калия в клубнях картофеля на 0,32; 0,04 и 0,07 %, а также содержание меди на 0,13 мг/кг, соответственно.

Внесение $N_{70}P_{80}K_{120}$ +Адоб Профит способствовало накоплению азота в клубнях до 1,97 %, что превышало фон на 0,57 %.

Обработка растений Оксигуматом (картофель) увеличивала содержание азота и калия в клубнях на 0,08 и 0,11 %, а содержание цинка на 1,26 мг/кг соответственно.

Максимальное значение содержания цинка в клубнях картофеля (12,08 мг/кг) было получено от некорневой подкормки Адоб Профит, превышая фон на 1,47 мг/кг соответственно.

Превышение допустимой нормы для продовольственного картофеля по содержанию меди в клубнях у сорта Волат в наших исследованиях отмечено не было. Применение по вегетирующим растениям комплексных удобрений и регуляторов роста на фоне $N_{70}P_{80}K_{120}$ увеличивало содержание меди в клубнях на 0,13 – 0,68 мг/кг.

Заключение

1. При использовании удобрений МикроСтив, Си, Адоб Профит, и регулятора роста Оксигумат (картофель) на фоне $N_{70}P_{80}K_{120}$ прибавка урожайности картофеля среднеспелого сорта Волат к фону составила 3,8; 3,2 и 2,6 т/га при окупаемости 1 кг/га клубней 14,1; 11,9 и 9,6 кг соответственно.

2. Некорневая подкормка Адоб Профит увеличивала количество витамина С на 0,74 мг %, сырого протеина на 3,56 % и снижала количество растворимых углеводов к фону на 0,07 % по сравнению с фоном, где данное комплексное удобрение не применялось.

3. Обработка растений Оксигуматом (картофель) повышала содержание витамина С на 1,09 мг %, сырого протеина на 0,5 %, увеличивала содержание азота и калия в клубнях на 0,08 и 0,11 %, содержание цинка на 1,26 мг/кг и снижала количество растворимых углеводов к фону на 0,17 % соответственно.

4. Максимальная продуктивность картофеля (31,1 т/га) у сорта Волат была получена от некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне $N_{70}P_{80}K_{120}$. Обработка посадок картофеля Нутривантом плюс повышала урожайность клубней сорта Волат по отношению к фону на 4,7 т/га (с 26,4 до 31,1), увеличивала выход крупной фракции клубней на 2,9 % и крахмала на 0,4 т/га, количество сырого протеина на 2,0 %, увеличивала содержание азота, фосфора, калия в клубнях картофеля на 0,32; 0,04 и 0,07 %, а также содержание меди на 0,13 мг/кг и снижала количество растворимых углеводов к фону на 0,09 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдфлуш И. Р., Хизанейшвили Н. Э. Применение комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок при возделывании свеклы столовой // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 3. (136) – С. 18–21.

2. Столяров А. И., Рекомендации по применению жидких комплексных удобрений в овощеводстве / А. И. Столяров, Э. К. Эйсерт, Ю. Е. Владимирский; под ред. Л. В. Ушкановой. – Краснодар: Произв. упр. сел. хоз-ва Краснодарского крайисполкома, 1979. – 20 с.

3. Петриченко В. Н., Логинов С. В. Применение регуляторов роста растений нового поколения на овощных культурах // Агробиохимический вестник. – 2010. – № 2. – С. 24–26.

4. Применение новых форм минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш и др. – Горки: БГСХА, 2014. – 38 с.

5. Вильдфлуш И. Р., Ионас Е. Л. Эффективность применения новых форм комплексных удобрений при возделывании среднераннего сорта картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 2. – С. 21–24.

6. Ионас Е. Л. Эффективность применения новых форм комплексных удобрений и регуляторов роста при возделывании среднепозднего картофеля на дерново-подзолистой почве // Вестн. БГСХА. – 2016. – № 3. – С. 86–90.

7. Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки / В. В. Лапа и др. // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1 (42). – С. 197–201.

8. Методика исследований по культуре картофеля / НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н. С. Бацанов и др. – Москва, 1967. – 265 с.

9. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев и др. – Минск, 2003. – 70 с.