

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА
УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ КАРТОФЕЛЕМ
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

Е. Л. ИОНАС, И. Р. ВИЛЬДФЛУШ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 29.01.2018)

Сорта картофеля в силу своих генетических особенностей используют неодинаковое количество питательных веществ для формирования урожая клубней. Очень важно правильно сбалансировать питание картофеля макро-, микроэлементами с учётом плодородия почв и биологических особенностей сортов. Это требует дальнейшего изучения по системе применения удобрений для новых сортов картофеля с целью получения высоких урожаев и хорошего качества клубней. Впервые на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси исследовалось влияние новых форм комплексных удобрений для основного внесения АФК: удобрения марки 16:12:24 с содержанием В, Си и S, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, комплексного бесхлорного органоминерального гранулированного удобрения для картофеля с содержанием макро-, микроэлементов и регулятором роста производимое в России, а также комплексных удобрений для некорневой подкормки израильского удобрения Нутривант Плюс (картофельный), белорусского жидкого комплексного удобрения МикроСтим В, Си и нанопрепарат в виде коллоидного раствора на основе наночастиц нерастворимых соединений микроэлементов микроудобрение Наноплант на урожайность, качество и вынос элементов питания картофелем. Применение двукратной некорневой подкормке комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ в среднем за 2014–2016 гг. повышала урожайность клубней среднераннего сорта Манифест на 9,1 т/га, способствовала получению максимальной урожайности картофеля – 50,0 т/га, увеличивала выход крупной фракции клубней до 36,0 %, товарность клубней картофеля до 97,7 %, усиливало разваримость клубней, не способствовало потемнению мякоти клубней картофеля после варки. Более высокая урожайность клубней у сорта Вектар в среднем за три года исследований была получена при некорневой подкормке Нутривантом плюс на фоне высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ и сочетании внесения 40 т/га навоза с $N_{90}P_{68}K_{135}$, которая составила 41,8 и 40,4 т/га соответственно.

Ключевые слова: картофель, удобрения, сорт, дерново-подзолистая почва, урожай, качество.

Potato varieties, due to their genetic characteristics, use a different amount of nutrients to form a yield of tubers. It is very important to correctly balance the nutrition of potatoes with macro- and microelements taking into account the fertility of soils and the biological characteristics of varieties. This requires further study on the system of application of fertilizers for new varieties of potatoes in order to obtain high yields and good quality of tubers. For the first time on sward-podzolic light loamy soils of the north-eastern part of Belarus, we conducted research into the influence of new forms of complex fertilizers for the main application of fertilizer of the grade 16:12:24 with B, Cu and S contents, developed at the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, complex chlorine-free organic-mineral granular fertilizer for potatoes containing macro- and microelements and a growth regulator produced in Russia, as well as complex fertilizers for foliar fertilizing, Israeli fertilizer Nutrivant Plus (for potato), Belarusian liquid complex fertilizer MicroStim B, Cu and nanopreparation in the form of a colloidal solution based on nanoparticles of insoluble trace element compounds, and micro-fertilizer Nanoplant on the yield and quality of potatoes and the output of nutrients with it. Application of two-time foliar fertilizing with complex fertilizer Nutrivant plus against the background of $N_{120}P_{70}K_{130}$ on average for 2014–2016 increased the yield of tubers of the mid-early Manifest variety by 9.1 t / ha, helped to get the maximum yield of potatoes – 50.0 t / ha, increased the yield of coarse fraction of tubers to 36.0%, the marketability of potato tubers to 97.7%, increased the cooking property of tubers, did not contribute to the darkening of pulp of potato tubers after cooking. The higher yield of tubers in the Vektar variety, on average over three years of research, was obtained with foliar top dressing by Nutrivant plus against the background of high doses of fertilizers of $N_{130}P_{90}K_{150}$ and the combination of 40 t / ha of manure and $N_{90}P_{68}K_{135}$, and amounted to 41.8 and 40.4 t / ha, respectively.

Key words: potatoes, fertilizers, variety, sward-podzolic soil, yield, quality.

Введение

Одним из основных путей повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества растениеводческой продукции является применение удобрений [1]. Применение удобрений в сельскохозяйственном производстве должно использоваться на строго научной основе. При создании оптимальных условий питания растений все вопросы являются первостепенными. Недооценка того или иного фактора в питании растений неминуемо приводит к снижению эффективности всех агрохимических мероприятий [2].

В последнее время создано много новых высокопродуктивных сортов картофеля, значительно различающихся по реакции на климатические условия, уровень плодородия почвы, дозы и соотношения минеральных удобрений. Поэтому система удобрения, предусматривающая создание оп-

тимальных условий для полной реализации потенциальных возможностей картофеля, должна учитывать не только почвенно-климатические условия, но и биологические особенности сорта [3,4].

В настоящее время разработаны новые формы комплексных удобрений, содержащие микроэлементы и регуляторы роста, которые требуют изучения при возделывании картофеля, особенно новых сортов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Исследования проводили в 2014–2016 гг. на территории УНЦ «Опытные поля Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемым с глубины около 1 м моренным суглинком. В качестве объекта выступали два сорта картофеля белорусской селекции выведены в РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»: среднеранний сорт Манифест, внесен в Госреестр Республики Беларусь в 2014 г. и среднепоздний сорт Вектар, внесен в Госреестр Республики Беларусь по всем областям в 2013 г.

Предшественником картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки 25,2 м², учетной 16,8 м², повторность в опыте четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Посадку картофеля проводили в 2014 г. 12 мая и в 2015 и 2016 гг. – 6 мая четырехрядной картофелепосажалкой КСМ – 4, семенными клубнями 35–55 мм. Густота посадки 47,6 тыс. клубней на 1 га. Глубина посадки 8–10 см. Способ посадки гребневой.

Весной согласно схеме опыта вносили навоз КРС в дозе 40 т/га с содержанием по годам исследований N 0,48–0,52 %, P₂O₅ 0,20–0,22 %, K₂O 0,55–0,59 %. Под культивацию использовали стандартные формы минеральных удобрений, а также новые формы комплексных удобрений для основного внесения в эквивалентных дозах по азоту, фосфору и калию (N₉₀P₆₈K₁₃₅).

В опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O). Из комплексных удобрений для основного внесения использовали азотно-фосфорно-калийное (АФК) удобрение марки N:P:K (16:12:24) с содержанием 0,12 % B, 0,15 % Cu и 4,0 % S, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, а также комплексное бесхлорное органоминеральное гранулированное удобрение для картофеля с содержанием макро- и микроэлементов и регулятором роста (N – 6,0 %, P₂O₅ – 8,0 %, K₂O – 9,0 %, MgO – 2,0 %, Fe – 0,07 %, Mn – 0,1 %, Cu – 0,01 %, B – 0,025 %, массовая доля гуминовых соединений – 2,0 %), производимое в России.

Для некорневой подкормки использовали израильское комплексное водорастворимое 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 Манифест в дозах по 2,5 кг/га в фазе смыкания ботвы и в фазе бутонизации–конец цветения, а у сорта Вектар по 2,0 кг/га в фазе смыкания ботвы, в фазе бутонизации и в фазе клубнеобразования. В опытах применяли белорусское жидкое комплексное удобрение МикроСтим В, Cu включающее (N – 65 г/л, B – 40 г/л, Cu – 40 г/л, гуминовые вещества 0,6–6,0 мг/л) в дозе 1,3 л/га в фазе начала бутонизации, регулятор роста Экосил в дозе 200 мл/га в начале цветения; при массовом цветении; через 7 дней после последней обработки, а также нанопрепарат в виде коллоидного раствора на основе наночастиц нерастворимых соединений микроэлементов микроудобрение Наноплант, включающее Co – не менее 0,36 г/л, Mn – не менее 0,36 г/л, Cu – не менее 0,43 г/л, Fe – не менее 0,60 г/л, в дозе 100 мл/га при высоте растений картофеля 15–20 см; в фазе начала бутонизации и в фазе клубнеобразования.

Агротехника возделывания картофеля общепринятая для условий Могилевской области. Анализы почвы и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками [5].

Учет урожая проводили сплошным поделяночным методом. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [6].

Максимальная продуктивность картофеля (50,0 т/га) в среднем за три года исследований была получена у сорта Манифест от некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ (табл. 1). В этом варианте опыта прибавка урожайности к фону составила 9,1 т/га, а окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней 76 кг.

Внесение до посадки бесхлорного АФК удобрения и хлорсодержащего по действию на урожайность клубней было равнозначным и повышало урожайность по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий (N₉₀P₆₈K₁₃₅) в форме стандартных удобрений, на 10,3 и 8,9 т/га. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней при внесении бесхлорного и хлорсодержащего АФК удобрения по сравнению с применением стандартных удобрений возросла на 35 и 30 кг. Обработка посадок комплексным удобрением МикроСтим В, Cu на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ по

действию уступала применению Нутриванта плюс. В этом варианте опыта прибавка от внесения МикроСтива В, Си составила к фону 3,5 т/га, при окупаемости 1 кг NPK кг клубней 59 кг. Использование регулятор роста Экосил на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ увеличивало урожайность картофеля на 4,3 т/га, при окупаемости 1 кг NPK кг клубней 61 кг. При использовании в 2015–2016 гг. микроудобрения МикроСтим В, Си с внесением до посадки картофеля 40 т/га навоза на фоне N₉₀P₆₈K₁₃₅ в среднем за два года исследований у сорта МанIFEST повышала урожайность клубней к фону на 5,4 т/га (с 40,7 до 46,1). Обработка посадок картофеля Наноплантом на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ способствовало возрастанию урожайности клубней в среднем за два года на 3,4 т/га (с 39,2 до 42,6).

Анализ структуры урожая показывает, что применение новых форм удобрений и регуляторов роста положительное оказывает влияние на фракционный состав клубней.

У сорта МанIFEST самый минимальный выход клубней крупной фракции размером более 60 мм (9,2 %) в структуре урожая было отмечено в контрольном варианте.

Максимальная урожайность в варианте с применением Нутриванта плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ была получена за счет увеличения выхода крупной фракции клубней более 60 мм и составила 36,0 %, что на 16,4 % превышало фон и на 26,8 % контрольный вариант. Несколько меньше доля клубней крупной фракции была отмечена в варианте с внесением 40 т/га навоза на фоне N₉₀P₆₈K₁₃₅ (30,7 %). Некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне повышенных доз удобрений N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ снижала крупную фракцию клубней картофеля на 8,8 % по сравнению с применением Нутриванта плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀.

Таблица 1. Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на урожайность, фракционный состав и качество клубней картофеля сорта МанIFEST (среднее за 2014–2016 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Товарность, %	Масса клубней по фракциям, г/куст/% от общей массы		Сухое вещество, %	Сырой протеин, % на сухое вещество	Растворимые углеводы, %
			30–60 мм	более 60 мм			
1. Без удобрений	25,6 23,5*	91,4	531,6/82,2	64,1/9,2	23,8	5,20	0,52
2. N ₉₀ P ₆₈	32,4	93,5	623,3/76,3	143,1/17,2	22,7	6,51	0,39
3. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ Фон – 1	35,3	95,7	710,4/79,7	146,3/16,0	22,8	7,86	0,52
4. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее удобрение)	44,2	95,9	810,8/73,8	244,6/22,1	23,8	7,36	0,51
5. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – бесхлорное удобрение)	45,6	97,8	876,5/76,3	247,3/21,5	25,1	6,90	0,49
6. N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₃₀ Фон – 2	40,9 39,2*	95,1 96,4*	775,6/75,5 712,2*/77,0*	201,0/19,6 177,2*/19,4*	23,8 24,4*	8,12 7,53*	0,45 0,65*
7. Фон 2 + МикроСтим В, Си	44,4	94,9	805,2/72,2	264,2/22,7	23,8	7,51	0,34
8. Фон 2 + Нутривант плюс	50,0	97,7	803,6/61,7	46,7/0/36,0	24,4	7,21	0,50
9. Фон 2 + Экосил	45,2	96,3	918,0/79,6	191,2/16,7	22,7	9,04	0,34
10. N ₁₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Нутривант плюс	45,9	96,7	810,1/69,5	300,9/27,2	23,5	8,47	0,39
11. Фон 1 + Навоз 40 т/га	43,6 40,7*	96,3 94,9*	755,8/65,6 527,3*/54,5*	309,2/30,7 386,3*/40,5*	22,7 23,3*	8,43 8,88*	0,32 0,46*
12. Фон 1 + Навоз 40 т/га + МикроСтим В, Си	46,1*	97,7*	855,2*/77,3*	223,7*/20,4*	24,6*	6,56*	0,42*
13. Фон 2 + Наноплант	42,6*	96,3*	805,9*/79,4*	172,9*/16,9*	24,0*	6,74*	0,51*
НСР ₀₅	1,4 1,9*	–	–	–	1,0 0,6*	0,3 0,4*	0,05 0,09*

* – среднее за 2015–2016 гг.

Обработка посадок картофеля Экосилом способствовала повышению средней фракции клубней (30–60 мм) до 79,6 %, что превышало фон N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ на 4,1 %. Наиболее высокая товарность клубней картофеля в среднем за три года исследований наблюдалась при применении бесхлорного АФК удобрения (97,8 %) и Нутриванта плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ (97,7 %). При использовании в

2015–2016 гг. МикроСтива В, Си с внесением 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ товарность клубней составляла (97,7 %), а с применением Нанопланта на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ товарность клубней снижалась до 96,3 %. При возделывании картофеля кроме урожайности важным значением эффективности применяемых новых форм удобрений придается качеству клубней. Наибольшее содержание сухого вещества в клубнях картофеля в среднем за три года исследований у сорта Манифест было получено при внесении бесхлорного АФК удобрения (25,1 %), что выше фона, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 2,3 %. Обработка растений картофеля МикроСтимом В, Си на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ с внесением 40 т/га навоза в среднем за два года исследований повышала содержание сухого вещества к фону по сравнению с вариантом, где данное комплексное микроудобрение не применялось, на 1,3 %. При использовании МикроСтива В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ также снижалось содержание растворимых углеводов к фону на 0,11 %.

Некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ увеличивала содержание сырого протеина по сравнению с применением Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 1,26 %. Внесение 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ снижало количество растворимых углеводов к фону на 0,2 % и повышало содержание сырого протеина на 0,57 %.

В исследованиях с картофелем сорта Вектар в среднем за 2014–2016 гг. применение азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) повышало урожайность клубней картофеля по сравнению с недобренным контролем на 5,5 т/га. Внесение калийных удобрений (K_{135}) в форме хлористого калия на фоне $N_{90}P_{68}$ способствовало возрастанию урожайности клубней также на 5,5 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Влияние комплексных удобрений и регуляторов роста на урожайность, фракционный состав и качество клубней картофеля сорта Вектар (среднее за 2014–2016 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Товарность, %	Масса клубней по фракциям, г/куст/% от общей массы		Сухое вещество, %	Сырой протеин, % на сухое вещество	Растворимые углеводы, %
			30–60 мм	более 60 мм			
1. Без удобрений	21,6 21,7*	91,4	380,1/69,3	119,4/22,1	25,9	6,61	0,39
2. $N_{90}P_{68}$	27,1	95,4	465,2/67,9	188,0/27,5	27,0	8,47	0,41
3. $N_{90}P_{68}K_{135}$ Фон – 1	32,6	97,2	532,4/64,1	267,9/33,1	25,5	8,11	0,53
4. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК – хлорсодержащее удобрение)	38,9	97,9	652,0/66,9	300,7/30,9	26,0	7,52	0,64
5. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК – бесхлорное удобрение)	39,7	97,2	629,6/63,4	331,7/33,8	25,2	8,22	0,51
6. $N_{120}P_{70}K_{130}$ Фон – 2	35,6 39,9*	97,2 97,9*	515,9/58,0 501,1*/51,0*	349,1/39,2 434,6*/46,9*	25,7 26,0*	7,63 7,24*	0,60 0,27*
7. Фон 2 + МикроСтим В, Си	39,6	97,5	700,7/71,2	267,2/26,3	25,2	8,36	0,57
8. Фон 2 + Нутривант плюс	39,9	97,7	595,5/59,7	385,2/38,0	26,4	8,17	0,58
9. Фон 2 + Эко-сил	39,0	97,0	575,5/60,0	357,2/37,0	25,6	8,20	0,31
10. $N_{130}P_{90}K_{150}$ + Нутривант плюс	41,8	97,7	702,0/67,1	316,8/30,6	22,9	8,43	0,48
11. Фон 1 + Навоз 40 т/га	40,4 40,5*	97,3 97,7*	572,7/55,2 560,4*/56,3*	408,5/42,1 366,8*/41,4*	22,7 24,2*	7,73 7,12*	0,36 0,34*
12. Фон 1 + Навоз 40 т/га + МикроСтим В, Си	44,5*	96,8*	578,1*/55,0*	425,6*/41,8*	25,3*	8,54*	0,38*
13. Фон 2 + Наноплант	41,8*	98,2*	635,5*/62,8*	348,2*/35,4*	23,8*	7,76*	0,34*
НСР ₀₅	1,2 1,7*	–	–	–	0,5 0,6*	0,37 0,29*	0,03 0,05*

* – среднее за 2015–2016 гг.

Максимальная продуктивность картофеля (41,8 т/га) в среднем за три года исследований была получена от некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне более высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$. Внесение до посадки картофеля 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ способствовало возрастанию урожайности клубней картофеля на 7,8 т/га. Минимальная доля мелких клубней в ис-

следованиях получена при применении хлорсодержащего АФК удобрения (2,2 %), Нутриванта плюс, как на фоне $N_{130}P_{90}K_{150}$ (2,3 %), так и на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ (2,3 %). Внесение до посадки картофеля бесхлорного АФК удобрения способствовало увеличению крупной фракции клубней более 60 мм до 33,8 %, что на 2,9 % превышало вариант с использованием хлорсодержащего АФК удобрения. В варианте с максимальной урожайностью ($N_{130}P_{90}K_{150}$ + Нутривант плюс) выход крупной фракции клубней более 60 мм составил 30,6 %. Анализ данных показывает, что в целом в вариантах с применением удобрений и регуляторов роста товарность клубней сорта Вектар составляла 95,4–98,2 %. Наибольшее содержание сухого вещества было получено при внесении до посадки картофеля азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) – 27,0 %. Использование Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ содержание сухого вещества в клубнях повышало к фону на 0,7 %, а сырого протеина – на 0,54 %.

Некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ в среднем за три года исследований снижала содержание сухого вещества по сравнению с применением его на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 3,5 %. Внесение 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ уменьшало количество сухого вещества на 2,8 % соответственно. Применение азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) повышало содержание сырого протеина на 1,86 % по сравнению с неудобренным контролем. Использование МикроСтива В, Си и Экосила к фону $N_{120}P_{70}K_{130}$ увеличивало количество сырого протеина на 0,73 и 0,57 %. Обработка посадок картофеля МикроСтимом В, Си на фоне 40 т/га навоза + $N_{90}P_{68}K_{135}$, у сорта Вектар в среднем за 2015-2016 гг. увеличивало количество сухого вещества на 1,1 %, а сырого протеина на 1,42 % по сравнению с фоном, где данное микроудобрение не применялось.

В зрелом картофеле сахаров немного (0,5–1,3 %), но они могут накапливаться до 6 % и более или исчезать полностью в процессе хранения. Повышение содержания сахаров отрицательно сказывается на качестве картофеля (при варке он темнеет за счет образования меланоидинов, приобретает сладкий вкус и др.) [7]. Внесение 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ снижало количество растворимых углеводов в клубнях на 0,17 %.

В наших исследованиях мы также проводили дегустационную оценку клубней картофеля по вкусовым качествам, разваримости клубней, ферментативному и неферментативному потемнению мякоти. В зависимости от сортовых особенностей, вносимых удобрений, погодных условий данные показатели имели некоторые различия по годам. Сорт Манифест характеризовался хорошими и удовлетворительными вкусовыми качествами. Лучшая оценка 7 баллов в среднем за три года исследований была получена в вариантах без применения удобрений и с внесением азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) (табл. 3).

13. Фон 2 + Нано-плант	6,0*	6,0*	6,0*	7,0*	7,0*	6,0*	9,0*	8,0*
------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

* – среднее за 2015–2016 гг.

Внесение калийных удобрений (K_{135}) в форме хлористого калия на фоне $N_{90}P_{68}$ способствовало снижению вкусовых качеств до 6,7 баллов. Использование МикроСтива В, Си улучшило вкус картофеля к фону ($N_{120}P_{70}K_{130}$) с 5,3 до 6,0 баллов. Варианты с применением Нутриванта плюс как на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$, так и на повышенных дозах удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$, регулятора роста Экосил на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$, характеризовались удовлетворительными вкусовыми качествами картофеля (5,3; 5,7 и 5,0 баллов соответственно). Обработка растений Наноплантом в среднем за 2015–2016 гг. улучшала вкус картофеля к фону ($N_{120}P_{70}K_{130}$) с 5,5 до 6,0 баллов. Как показали исследования, на разваримость клубней и ферментативное потемнение мякоти у сорта Манифест значительное влияние оказывали погодные условия.

Самая высокая разваримость клубней (9–7 баллов) и умеренное ферментативное потемнение (5 баллов) было отмечено в 2015 г., когда как в 2014 и 2016 гг. разваримость снижалась (до 5–1 балла), а ферментативное потемнение мякоти клубней уменьшалось (до 7 баллов) или отсутствовала (9 баллов). Ферментативному потемнению мякоти в 2015 г. способствовало также увеличение содержания растворимых углеводов в клубнях картофеля.

Сорт картофеля Манифест за годы исследований по всем вариантам опыта характеризовался, как среднеразваримый и оценивался в (4,3–6,0 баллов). Усиливала разваримость клубней некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ до 5,7 баллов. Внесение 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ несколько снижало разваримость клубней до 4,3 баллов. В среднем за два года исследований использование Нанопланта усиливало разваримость клубней к фону ($N_{120}P_{70}K_{130}$) с 5,0 до 6,0 баллов. К отрицательным показателям качества клубней картофеля относятся появление темной окраски мякоти сырых клубней (ферментативное потемнение), а также потемнение в процессе варки (неферментативное потемнение). Картофель Манифест в среднем за три года исследований, как в варианте без удобрений, так и с применением удобрений по потемнению мякоти в сыром виде относится к слабо темнеющему (7–8 баллов) по девятибалльной шкале. Только внесение азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) с исключением из системы удобрения калия способствовало ферментативному потемнению клубней до 6,3 баллов. Незначительное потемнение мякоти клубней картофеля после варки (7,7–8,3 баллов) было отмечено лишь с внесением азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$), калийных удобрений (K_{135}) в форме хлористого калия на фоне $N_{90}P_{68}$, хлорсодержащего АФК удобрения, а также с использованием МикроСтива В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$.

По мнению многих исследователей, вкус картофеля – относительно постоянный сортовой признак. Однако П. С. Теслюк, М. Я. Молоцкий и другие считают, что вкус – признак переменный и зависит не только от сорта, но и условий выращивания. Следует отметить, что значительное влияние на вкусовые качества картофеля сорта Вектар оказывали новые формы удобрений и регуляторы роста (табл. 3), [8, 9].

Клубни картофеля с лучшими вкусовыми качествами 7,7 и 8,0 баллов по девятибалльной шкале были получены от применения некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$, а также повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$. Клубни картофеля в вариантах опыта без применения удобрений и с внесением $N_{90}P_{68}$, также были оценены по вкусовым качествам в 7,7 баллов. Внесение до посадки бесхлорного АФК удобрения и хлорсодержащего способствовало улучшению вкусовых качеств по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений до 7,0 баллов и характеризовались хорошими вкусовыми качествами. В среднем за два года исследований применение Нанопланта на фоне стандартных форм удобрений ($N_{120}P_{70}K_{130}$) улучшало вкусовые качества картофеля к фону с 5,0 до 6,0 баллов. По развариваемости сорт Вектар за годы исследований характеризуется как сильно разваримый (7 баллов). Только использование $N_{120}P_{70}K_{130}$, Экосила на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ и сочетание 40 т/га навоза с $N_{90}P_{68}K_{135}$ снижали развариваемость клубней до 6,3 баллов.

По потемнению мякоти в сыром виде данный сорт картофеля относится к средне темнеющему 4,3–6,3 баллов по девятибалльной шкале. Внесение азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) с исключением из системы удобрения калия способствовало повышению ферментативного потемнения клубней до 4,3 баллов. А внесение 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ снижало потемнение клубней до 7,0 баллов (темнеют слабо). Не было отмечено потемнения мякоти клубней картофеля после варки в среднем за три года исследований с использованием бесхлорного АФК удобрения, Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ и в варианте с внесением 40 т/га навоза + $N_{90}P_{68}K_{135}$. 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, общего и удельного их выноса 1 тонной клубней и соответствующим количеством ботвы под влиянием новых форм удобрений и регуляторов роста в зависимости от сортовых особенностей культуры.

В среднем за 2014–2016 гг. исследований у сорта Манифест только от применения МикроСти-ма В, Си, Нутриванта плюс и регулятора роста Экосил на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ содержание азота в ботве увеличивалось к фону на 0,1; 0,08 и 0,06 % соответственно. Применение новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок и регулятора роста Экосила не способствовало достоверному увеличению содержания калия и фосфора в ботве картофеля. Некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ повышала содержание азота и калия в клубнях по сравнению с применением Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 0,21 и 0,17 %. Внесение до посадки хлорсодержащего АФК удобрения с микроэлементами увеличивало содержание калия в клубнях картофеля по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 0,29 %. Регулятор роста Экосил на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышал содержание азота и калия в клубнях на 0,16 и 0,27 %. У сорта Манифест варианты с применением до посадки картофеля бесхлорного АФК удобрения и хлорсодержащего по общему выносу азота в среднем за три года исследований существенно не различались (152,4 и 156,2 кг/га), но способствовали увеличению выноса этого элемента по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 19,5 и 23,3 кг/га. Данные новые формы удобрений для основного внесения также увеличивали общий вынос по фосфору и калию на 13,8; 8,7 и 91,5; 127,6 кг/га соответственно.

Применение Нутриванта плюс и регулятора роста Экосил на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ увеличивало общий вынос по азоту на 19,0 и 33,4 кг/га, по фосфору на 10,5 и 7,5 кг/га и по калию на 110,3 и 73,7 кг/га соответственно. Удельный вынос по азоту и фосфору в вариантах с применением удобрений значительно не изменялся. При исследовании химического состава ботвы и клубней среднепозднего сорта Вектар были также проанализированы растительные образцы на содержание азота, фосфора, калия.

В среднем за три года исследований по накоплению азота в ботве картофеля максимальное значение (1,68 %) от некорневой подкормки было получено с применением Нутриванта плюс на фоне более высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$. Применение МикроСти-ма В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$, а также с внесением 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ увеличивало содержание калия в ботве на 0,41 и 0,25 %.

Внесение бесхлорного АФК удобрения у сорта Вектар увеличивало содержание калия в клубнях картофеля по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 0,12 %.

Применение комплексного удобрения МикроСтим В, Си увеличивало содержание азота и калия в клубнях к фону $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 0,12 и 0,11 %. Использование Нанопланта на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ в среднем за два года исследований увеличило содержание азота в ботве и в клубнях картофеля на 0,11 и 0,08 %.

У сорта Вектар внесение до посадки картофеля хлорсодержащего АФК удобрения и бесхлорного в среднем за 2014–2016 гг. увеличивали общий вынос по азоту на 9,7 и 26,3 кг/га, по фосфору на 4,7 и 5,1 кг/га и по калию на 58,9 и 79,9 кг/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений. Однако удельный вынос 1 тонной клубней и соответствующим количеством ботвы в данных вариантах значительно не изменялся. Значительное влияние на вынос элементов питания оказала некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$, где в среднем за три года он был максимальным и составил по азоту 172,9 кг/га, по фосфору 52,2 кг/га и по калию 700,5 кг/га и превышал по сравнению с применением Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ по азоту на 17,8 кг/га, по фосфору на 6,3 кг/га и по калию на 325,8 кг/га. Внесение 40 т/га навоза на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ увеличивало общий вынос по азоту, фосфору и калию к фону на 26,4; 12,4 и 91,3 кг/га соответственно. Обработка растений комплексным микроудобрением МикроСтимом В, Си на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ с внесением 40 т/га навоза в среднем за два года исследований повысила общий вынос по азоту на 41,2 кг/га, по фосфору на 7,2 кг/га, по калию на 46,5 кг/га. Удельный вынос возрастал по азоту на 0,6 кг. Применение Нанопланта на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ также способствовало увеличению общего выноса по азоту на 18,4 кг/га и по фосфору на 1,9 кг/га. Удельный вынос 1 тонной

клубней и соответствующим количеством ботвы по азоту, фосфору и калию в данном варианте находился на уровне фона.

Заключение

1. Двукратная некорневая подкормка комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ в среднем за 2014–2016 гг. повышала урожайность клубней среднераннего сорта Манифест на 9,1 т/га, способствовала получению максимальной урожайности картофеля – 50,0 т/га, увеличивала выход крупной фракции клубней до 36,0 %, товарность клубней картофеля до 97,7 %, усиливала разваримость клубней, не способствовала потемнению мякоти клубней картофеля после варки.

2. Более высокая урожайность клубней у сорта Вектар в среднем за три года исследований была получена при некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ и сочетании внесения 40 т/га навоза с $N_{90}P_{68}K_{135}$, которая составила 41,8 и 40,4 т/га соответственно.

3. Внесение нового комплексного хлорсодержащего удобрения для картофеля с В, Си и S, разработанного РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» и комплексного органоминерального бесхлорного удобрения для картофеля российского производства по действию на урожайность клубней было равнозначным и по сравнению с использованием в эквивалентных дозах ($N_{90}P_{68}K_{135}$) карбамида, аммофоса и хлористого калия повышало урожайность клубней сорта Манифест с 35,3 т/га до 44,2 и 45,6 т/га соответственно.

4. Обработка посадок картофеля МикроСтимом В, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ повышала урожайность клубней у сорта Манифест к фону на 3,5 т/га (с 40,9 до 44,4) и увеличивала выход крупной фракции клубней на 3,1 %.

5. Применение МикроСтима В, Си и регулятора роста Экосила на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ у сорта Вектар повышало урожайность клубней к фону на 4,0 и 3,4 т/га (с 35,6 т/га до 39,6 и 39,0 т/га соответственно), увеличивало содержание сырого протеина на 0,73 и 0,57 %. Некорневая подкормка Нутривантом плюс на том же фоне повышала урожайность картофеля на 4,3 т/га (с 35,6 до 39,9), увеличивала выход крупной фракции клубней до 38,0 %, товарность клубней картофеля до 97,7 %, содержание сухого вещества на 0,7 %, сырого протеина на 0,54 %.

6. В среднем за два года исследований некорневая подкормка микроудобрением МикроСтим В, Си на фоне $N_{90}P_{68}K_{135}$ с внесением до посадки картофеля 40 т/га навоза по действию на урожайность клубней по сортам была равнозначной и повышала урожайность клубней у сорта Манифест к фону на 5,4 т/га (с 40,7 до 46,1), у сорта Вектар на 4,0 т/га (с 40,5 до 44,5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
2. Агрохимия / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск, 1995. – 316 с.
3. Котиков, М. В. Влияние различных видов удобрений на урожайность и качество картофеля / М. В. Котиков, Ю. Ю. Васин // Агрохимический вестник – 2007. – № 1. С. 17–18.
4. Подлужный, Г. И. Удобрения, сорт и качество клубней картофеля / Г. И. Подлужный, А. И. Кусков // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1 (34). – С. 284.
5. Агрохимия. Практикум: учеб. Пособие для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос. 1985. – 416 с.
7. Власенко, Н. Е. Удобрение картофеля / Н. Е. Власенко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 219 с.
8. Писарев, Б. А. О качестве продовольственного картофеля / Б. А. Писарев // Картофель и овощи. – М.: Колос, 1979. – № 6 – С. 15–17.
9. Теслюк, П. С. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на урожайность и качество картофеля / П. С. Теслюк, С. А. Клець // Картофелеводство: межвед. темат. науч. сб. – 1987. – Вып. 18. – С. 47–49.