

11. Friedberg E. C. DNA repair and mutagenesis / E. C. Friedberg, G. C. Walker, W. Siede, R. D. Wood, R. A. Schultz, T. Ellenberger. – part 3. Washington: ASM Press. – 2006. 2nd ed.
12. Shy, Q. Y. Mutation techniques for gene discovery and crop improvement / Q. Y. Shy, P. J. Logoda // Molecular Plant breeding. – 2007. – Vol. 5. – P. 193-198.

УДК 631.8:631.559:635.21(476-18)

## **НОВЫЕ ФОРМЫ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

**И. Р. Вильдфлуш, Е. Л. Ионас**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь  
(Республика Беларусь, 213407, г. Горки, Мичурина, 5  
e-mail: eliaai@rambler.ru)

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

***Аннотация.** 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- и микроэлементов и регулятором роста, производимого в России, а также комплексных удобрений для некорневой подкормки Нутривант плюс (картофельный) израильского производства, белорусского жидкого комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим В, Си на урожайность, структуру урожая и качество клубней картофеля.*

## **USING OF KAPPA-CASEIN GENE IN CATTLE SELECTION**

**I. R. Vildflush, E. L. Ionas**

Belarusian State Agricultural Academy  
Gorki, Mogilev region, Republic of Belarus  
(Republic of Belarus, 213407, Gorki, Michurina, 5  
E-mail: eliaai@rambler.ru)

***Key words:** potatoes, fertilizer, sod-podzolic soil, yield, quality, brand.*

***Summary.** For the first time at the sod-podzolic light loamy soils of the north-eastern part of Belarus studied the impact of new forms of complex fertilizers for the*

*main application (AFC) brand fertilizer 16:12:24 containing B, Cu, and S, developed at the Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the NAS of Belarus, chlorine-free complex granulated organic-fertilizer for potatoes containing macro -and micronutrients and growth regulator produced in Russia, as well as complex fertilizers for foliar fertilizer Israeli Nutrivant Plus (potato), Belarusian liquid complex microfertilizer with growth regulator MikroStim B, Cu on the yield and quality of potato tubers.*

*(Поступила в редакцию 31.05.2017 г.)*

**Введение.** Для укрепления экономики Республики Беларусь, рационального использования государственных и др. инвестиций в аграрно-промышленных предприятиях важнейшее значение имеет совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и применение удобрений, сохранение и повышение плодородия почв [1]. В настоящее время большое внимание уделяется внедрению энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Одним из приемов снижения энергетических затрат и повышения экономической эффективности применения удобрений является использование комплексных минеральных удобрений со сбалансированным соотношением элементов питания для конкретных сельскохозяйственных культур. Большой интерес представляет использование комплексных микроудобрений с регуляторами роста растений, полученных в последнее время, эффективность которых слабо изучена на основных сельскохозяйственных культурах, в том числе и на картофеле [2].

**Цель работы:** разработка рациональной системы удобрения для картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси, обеспечивающей высокую продуктивность и качество клубней, с применением новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, комплексного микроудобрения с регулятором роста.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводили в 2014-2016 гг. на территории УНЦ «Опытные поля Белорусской государственной сельскохозяйственной академии». В качестве объекта выступал новый среднепоздний сорт картофеля Вектар, внесен в Госреестр РБ в 2013 г. Предшественником картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки – 25,2 м<sup>2</sup>, учетной – 16,8 м<sup>2</sup>, повторность в опыте – четырёхкратная, расположение делянок рендомизированое. Посадку картофеля проводили в 2014 г. 12 мая, в 2015 и 2016 годах – 6 мая, четырехрядной картофелесажалкой КСМ-4, семенными клубнями 35-55 мм. Глубина посадки 8-10 см. Способ посадки – гребневой.

Почва опытного участка имела низкое и среднее содержание гумуса (1,2-1,7%), кислую и слабокислую реакцию почвенной среды ( $pH_{\text{кел}}$  5,1-5,8), высокое содержание подвижных форм фосфора (262-318 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (173,3–214,5 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,54-2,13 мг/кг), среднее содержание подвижного цинка (3,06-4,52 мг/кг), среднее и высокое содержание подвижного бора (0,54-0,77 мг/кг).

Под культивацию использовали стандартные формы минеральных удобрений, а также новые формы комплексных удобрений для основного внесения в эквивалентных дозах по азоту, фосфору и калию ( $N_{90}P_{68}K_{135}$ ). В опытах применяли карбамид (46% N), аммофос (12% N, 52%  $P_2O_5$ ), хлористый калий (60%  $K_2O$ ). 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%,  $P_2O_5$  – 8,0%,  $K_2O$  – 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 ( $N_0+P_{43}+K_{28}+Mg_2+B_{0,5}+Mn_{0,2}+Zn_{0,2}$ +фертивант), которое вносили по вегетирующим растениям в дозах по 2,0 кг/га в фазу смыкания ботвы, в фазу бутонизации и в фазу клубнеобразования. В опытах применяли белорусское жидкое комплексное микроудобрение с регулятором роста 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. Агротехника возделывания картофеля – общепринятая для условий Могилевской области. Анализы почвы и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками. В течение вегетации проводили фенологические, биометрические наблюдения и учеты в соответствии с методикой исследований по культуре картофеля [3]. Учет урожая проводили сплошным поделочным методом. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [4]. Расчет экономической эффективности проводили в соответствии с «Методикой определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений» [5].

Уход за посадками картофеля состоял из трёхкратных междурядных обработок культиватором-окучкой с интервалом 10 дней. За

период вегетации картофеля были внесены гербициды до всходов и по всходам культуры, а также проводились фунгицидные и инсектицидные обработки.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Применение азотных и фосфорных удобрений ( $N_{90}P_{68}$ ) увеличивало урожайность клубней картофеля сорта Вектар по сравнению с неудобренным 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 (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние новых форм комплексных удобрений на урожайность картофеля сорта Вектар

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожая, т/га		Окупаемость 1 кг д.в. NPK удобрений урожаем клубней, кг
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	к контролю	к фону	
1. Без удобрений (контроль)	21,3	22,8	20,6	21,6	-		-
2. $N_{90}P_{68}$	25,3	28,8	27,3	27,1	5,5		35
3. $N_{90}P_{68}K_{135}$ <b>Фон-1</b>	31,0	35,1	31,8	32,6	11,0		38
4. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК – хлорсодержащее удобрение)	33,2	43,2	40,3	38,9	17,3		59
5. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК - бесхлорное удобрение)	34,5	43,6	40,9	39,7	18,1		62
6. $N_{120}P_{70}K_{130}$ <b>Фон-2</b>	27,0	43,1	36,7	35,6	14,0		44
7. Фон 2 + Микро-СтимВ, Сu	28,9	47,9	41,9	39,6	18,0	4,0	56
8. Фон 2 + Нутривант плюс	30,5	48,7	40,6	39,9	18,3	4,3	57
9. $N_{130}P_{90}K_{150}$ + Нутривант плюс	33,3	49,5	42,6	41,8	20,2		55
НСР <sub>05</sub>	1,6	2,4	2,3	1,2	-	-	-

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 ( $N_{90}P_{68}K_{135}$ ) в форме стандартных удобрений, на 7,1 и 6,3 т/га. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней при внесении бесхлорного и хлорсодержащего АФК удобрения составила 62 и 59 кг, что по сравнению с применением стандартных удобрений выше на 24 и 21 кг соответственно.

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<sub>130</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub>. В этом варианте окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней составила 55 кг.

При использовании Нутриванта плюс и МикроСтива В, Си на фоне N<sub>120</sub>P<sub>70</sub>K<sub>130</sub> прибавка урожайности картофеля к фону составила 4,3 и 4,0 т/га при окупаемости 1 кг NPK кг клубней 57 и 56 кг соответственно.

Применение новых форм комплексных удобрений оказывало положительное влияние на структуру урожая картофеля (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние новых форм удобрений на фракционный состав и качество клубней картофеля сорта Вектар (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Масса клубней по фракциям, г/куст/% от общей массы			Товарность, %	Содержание крахмала, %	Выход крахмала, т/га	Витамин С мг %
	менее 30 мм	30-60 мм	более 60 мм				
1. Без удобрений (контроль)	49,2/8,6	380,1/69,3	119,4/22,1	91,4	18,5	4,0	17,6
2. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub>	32,4/4,6	465,2/67,9	188,0/27,5	95,4	19,1	5,2	20,2
3. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> <b>Фон-1</b>	24,0/2,8	532,4/64,1	267,9/33,1	97,2	18,3	6,0	18,7
4. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> (АФК – хлорсодержащее удобрение)	20,7/2,2	652,0/66,9	300,7/30,9	97,9	18,7	7,3	16,7
5. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> (АФК-бесхлорное удобрение)	27,8/2,8	629,6/63,4	331,7/33,8	97,2	18,2	7,2	18,9
6. N <sub>120</sub> P <sub>70</sub> K <sub>130</sub> <b>Фон-2</b>	24,7/2,8	515,9/58,0	349,1/39,2	97,2	18,4	6,6	18,5
7. Фон 2 + МикроСтив В, Си	24,3/2,5	700,7/71,2	267,2/26,3	97,5	18,0	7,1	17,3
8. Фон 2 + Нутривант плюс	22,3/2,3	595,5/59,7	385,2/38,0	97,7	18,8	7,5	18,0
9. N <sub>130</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> + Нутривант плюс	23,9/2,3	702,0/67,1	316,8/30,6	97,7	17,8	7,4	16,8
НСР <sub>05</sub>	-	-	-	-	0,4	-	0,6

Самый большой выход мелкой фракции клубней менее 30 мм (8,6%) в структуре урожая был отмечен в контрольном варианте.

Минимальное количество мелких клубней в исследованиях получено при применении хлорсодержащего АФК удобрения (2,2%) и Нут-

риванта плюс, как на фоне  $N_{130}P_{90}K_{150}$  (2,3%), так и на фоне  $N_{120}P_{70}K_{130}$  (2,3%).

Использование МикроСтива В, Си способствовало увеличению средней фракции клубней 30-60 мм до 71,2%, что на 13,2% превышало фон ( $N_{90}P_{68}K_{135}$ ) по сравнению с внесением в эквивалентной дозе по азоту, фосфору и калию карбамида, аммофоса и хлористого калия.

Применение Нутриванта плюс на фоне  $N_{120}P_{70}K_{130}$  снижало выход средней фракции клубней картофеля 30-60 мм до 59,7%, но увеличивало крупную фракцию клубней (более 60 мм) до 38,0%.

В варианте с максимальной урожайностью ( $N_{130}P_{90}K_{150}$  + Нутривант плюс) выход крупной фракции клубней (более 60 мм) составил 30,6%.

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.

Наиболее высокая товарность клубней картофеля наблюдалась при применении хлорсодержащего АФК удобрения (97,9%) Нутриванта плюс как на фоне  $N_{130}P_{90}K_{150}$  (97,7%), так и на фоне  $N_{120}P_{70}K_{130}$  (97,7%). Несколько ниже товарность клубней была получена от использования МикроСтива В, Си (97,5%).

Наиболее высокое содержание крахмала в среднем за три года исследований было отмечено в варианте с внесением до посадки картофеля азотных и фосфорных удобрений ( $N_{90}P_{68}$ ) – 19,1%.

Применение Нутриванта плюс по сравнению с фоном  $N_{120}P_{70}K_{130}$  повышало содержание крахмала в клубнях картофеля на 0,4%. Выход крахмала в этом варианте был максимальным и составил 7,5 т/га.

Внесение хлорсодержащего АФК удобрения с микроэлементами и серой незначительно повышало содержание крахмала 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. Выход крахмала в этом варианте возрос по сравнению с вариантом, где в эквивалентных по NPK дозах внесены карбамид, аммофос и хлористый калий, на 1,3 т/га.

Использование бесхлорного АФК удобрения существенно не влияло на содержание крахмала 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. Выход крахмала в этом варианте составил 7,2 т/га и возрос по сравнению с вариантом, где в эквивалентных по NPK внесены карбамид, аммофос и хлористый калий, на 1,2 т/га в связи с возрастанием урожайности.

Использование МикроСтим В, Су не изменяло содержание крахмала в клубнях картофеля по сравнению с фоном N<sub>120</sub>P<sub>70</sub>K<sub>130</sub>, но увеличивало выход крахмала на 0,5 т/га.

Наибольшее содержание витамина С (20,2 мг/%) в клубнях картофеля у сорта Вектар было получено в варианте с внесением до посадки картофеля азотных и фосфорных удобрений (N<sub>90</sub>P<sub>68</sub>).

Расчет экономической эффективности применения удобрений показал, что в удобряемых вариантах получена прибыль при рентабельности от 169 до 541% (таблица 3).

Максимальная прибыль (2049,6 USD/га) при рентабельности 494% была получена при применении Нутриванта плюс на фоне повышенных доз удобрений N<sub>130</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub>. Достаточно высокая прибыль (1857,4 USD/га) при рентабельности 495% была в варианте с использованием Нутриванта плюс на фоне N<sub>120</sub>P<sub>70</sub>K<sub>130</sub>, а также (1853,4 USD/га) при рентабельности 541% с применением МикроСтива В, Су.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения новых форм комплексных удобрений при возделывании картофеля сорта Вектар (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант опыта	Прибавка к контролю, т/га	Стоимость прибавки урожая, USD /га	Всего затрат, USD /га	Прибыль, USD /га	Рентабельность, %
1. Без удобрений (контроль)	-	-	-	-	-
2. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub>	5,5	671,0	128,3	542,7	423
3. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> <b>Фон-1</b>	11,0	1342,0	223,4	1118,6	501
4. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> (АФК – хлорсодержащее удобрение)	17,3	2110,6	357,2	1753,4	491
5. N <sub>90</sub> P <sub>68</sub> K <sub>135</sub> (АФК – бесхлорное удобрение)	18,1	2208,2	822,5	1385,7	169
6. N <sub>120</sub> P <sub>70</sub> K <sub>130</sub> <b>Фон-2</b>	14,0	1708,0	274,4	1433,6	522
7. Фон 2 + МикроСтимВ, Су	18,0	2196	342,6	1853,4	541
8. Фон 2 + Нутривант плюс	18,3	2232,6	375,2	1857,4	495
9. N <sub>130</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> + Нутривант плюс	20,2	2464,4	414,8	2049,6	494

В вариантах с внесением до посадки бесхлорного и хлорсодержащего АФК удобрения прибыль составила 1385,7 и 1753,4 USD/га при рентабельности 169 и 491% соответственно.

**Закключение.** 1. Внесение нового комплексного хлорсодержащего удобрения для картофеля с В, Су и S, разработанного РУП «Институ-

том почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» и комплексного органоминерального бесхлорного удобрения для картофеля российского производства с микроэлементами и регулятором роста увеличивало урожайность клубней на 7,1 и 6,3 т/га. Окупаемость 1 кг NPK кг клубней составила 62 и 59 кг, что по сравнению с применением стандартных удобрений выше на 24 и 21 кг соответственно.

2. Внесение хлорсодержащего АФК удобрения с микроэлементами и серой незначительно повышало содержание крахмала 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. Выход крахмала в этом варианте возрос по сравнению с вариантом, где в эквивалентных по NPK внесены карбамид, аммофос и хлористый калий, на 1,3 т/га, а также была отмечена наиболее высокая товарность клубней – 97,9%.

3. Максимальная продуктивность картофеля (41,8 т/га) в среднем за три года исследований была получена от трехкратной некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне более высоких доз удобрений  $N_{130}P_{90}K_{150}$  с выходом товарных клубней 97,7% и с максимальной прибылью (2049,6 USD/га) при рентабельности 494%.

4. Применение Нутриванта плюс по сравнению с фоном  $N_{120}P_{70}K_{130}$  повышало урожайность картофеля на 4,3 т/га (с 35,6 до 39,9 т/га). В этом варианте наблюдалось максимальное увеличение крупной фракции клубней картофеля (более 60 мм) до 38,0% с товарностью 97,7%, выход крахмала на 0,9 т/га и обеспечивает прибыль (1857,4 USD/га) при рентабельности 495%.

5. Обработка посадок картофеля МикроСтимом В, Си на фоне  $N_{120}P_{70}K_{130}$  повышает урожайность клубней на 4,0 т/га (с 35,6 до 39,6 т/га), окупаемость 1 кг NPK кг клубней на 12 кг, выход крахмала на 0,6 т/га и обеспечивает прибыль (1853,4 USD/га) при рентабельности 541%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Семененко, Н. Н. Совершенствование системы применения удобрений – важнейшее условие повышения эффективности земледелия / Н. Н. Семененко // Земляробства і ахова раслін. – 2007. - № 2. – С. 11-13.
2. 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.
3. Методика исследований по культуре картофеля / НИИ картофельного хозяйства; Ред. кол. Н. С. Бачанов [и др.] – М., 1967. - 265 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М.: Колос. 1985. – 416 с.
5. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич. [и др.]. / РУП Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 24 с.