

# Современный агрохимикат от ФосАгро эффективен на картофеле в Нечерноземной зоне

Подобрана оптимальная концентрация кремнийсодержащего агрохимиката с содержанием 31,5% аморфного диоксида кремния, повышающая не только общую урожайность, товарность и качество семенного картофеля, но также и содержание ценных питательных компонентов в клубнях.

**К**ремний повышает фотосинтетическую активность листьев и укрепляет стенки стеблей за счет улучшения метаболических процессов, протекающих в растениях. Центр инноваций ФосАгро совместно с агрономической службой АО «Апатит» поставили цель: установить биологическую эффективность опрыскивания картофеля различными дозами кремнийсодержащего агрохимиката в фазу бутонизации – начала цветения на Экспериментальной опытной базе «Коренево» ВНИИКХ имени А.Г. Лорха в Люберецком районе Московской области (пос. Коренево).

Исследования проводили в полевом опыте на среднеспелом сорте картофеля Голубизна (I репродукция) в 2019 году.

Почва опытного поля – дерново-подзолистая супесчаная со среднекислой реакцией среды ( $pH_{KCl}$  5,0); относительно низкой гумусированностью (1,9%); низкой суммой поглощенных оснований и степени насыщенности ими ( $S = 3,4$  ммоль (экв)/100 г почвы;  $V = 51\%$ ); очень высоким содержанием подвижного фосфора (269 мг/кг почвы) и повышенным содержанием подвижного калия (128 мг/кг почвы).

Метеорологические условия вегетационного периода 2019 года в целом были благоприятными для роста, развития и получения высокой продуктивности картофеля. Погода в мае была в основном теплой. Среднесуточная температура воздуха составила 16,3 °С, что

на 3,3 °С выше климатической нормы. Количество осадков за месяц было на 12,1 мм больше среднемесячных показателей и составило 64,4 мм. При этом около 60% из них выпало во второй декаде. ГТК составил 1,32 (влажные условия).

Погода в июне была в основном жаркая и очень сухая. Среднесуточная температура воздуха была выше климатической нормы на 3,0 °С и составила 20,3 °С. Осадков за месяц выпало 59,6 мм при норме 65,2 мм. При этом более 90% из них выпало за последние пять дней месяца (53,8 мм). ГТК за месяц составил 0,98 (засушливые условия).

Погода в июле была теплая и влажная. Среднесуточная температура воздуха была ниже климатической нормы на 2,4 °С – 16,9 °С. За месяц выпало 112,6 мм, что практически в 1,5 раза больше нормы, составляющей 79,3 мм. При этом более 70% осадков выпало во второй декаде – 81,4 мм. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) за месяц составила 525 °С.

Погода в августе была теплая и влажная. Среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 1,1 °С и составила 16,2 °С. Осадков за месяц выпало на 11,8 мм меньше относительно среднемесячных данных – 55,7 мм. При этом 60% из них выпало в первой декаде, а остальные – во второй декаде месяца. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 502 °С. ГТК был равен 1,11 (влажные условия).

Средняя температура воздуха за вегетационный период составила 17,4 °С при среднемесячной величине за аналогичный период, равной 16,5 °С. Всего осадков за вегетационный период выпало 292,3 мм или на 12% выше среднемесячного показателя. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 2126,18 °С. ГТК равнялся 1,39 (влажные условия).

Схема опыта включала восемь вариантов, заложенных в четырехкратной повторности. Площадь опытной делянки составляла 100 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 25 м<sup>2</sup>.

Агрохимикат, состоящий в основном из аморфной формы кремнезема и воды, с содержанием 31,5% SiO<sub>2</sub>. ФосАгро планирует начать выпуск этого кремнийсодержащего продукта для растениеводства.

Схема опыта

1. Без удобрений (контроль)
2. N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>135</sub> (фон)
3. Фон + 100 г/га
4. Фон + 200 г/га
5. Фон + 400 г/га
6. Фон + 600 г/га
7. Фон + 800 г/га
8. Фон + 1000 г/га

*Примечание: растения опрыскивали препаратом в фазу бутонизации – начала цветения при расходе рабочего раствора 300 л/га, с увеличением концентрации агрохимиката с 100 г/га (вариант 3), до 1000 г/га (вариант 8).*

В опыте проводили: фенологические наблюдения, определение фракционного состава клубней

Таблица 1. Урожайность и биохимические показатели картофеля, 2019 год

№	Вариант опыта	Общая урожайность, т/га	Прибавка урожайности к фону		Товарность, %	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг на 1 кг клубней
			т/га	%					
1	Контроль	28,2			94,9	26,6	20,7	19,9	33
2	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> – фон	40,4	-	-	94,5	24,6	18,8	18,0	50
3	Фон + 100 г/га	41,0	0,6	-	96,1	25,3	19,5	19,3	43
4	Фон + 200 г/га	41,4	1,0	-	97,1	24,3	18,5	20,5	45
5	Фон + 400 г/га	44,0	3,6	8,9	96,3	25,2	19,4	18,6	60
6	Фон + 600 г/га	44,9	4,5	11,1	94,5	24,3	18,5	18,3	55
7	Фон + 800 г/га	45,3	4,9	12,1	94,3	25,9	20,1	18,4	61
8	Фон + 1000 г/га	43,9	3,5	8,7	93,6	25,9	20,2	18,8	65
НСР <sub>05</sub>		1,3	-	-	2,2	1,7	1,4	1,2	15

Таблица 2. Влияние агрохимиката на структуру урожая картофеля, 2019 год

№	Вариант опыта	Масса клубней (кг) с 20 кустов				Фракционный состав по массе, %			
		всего	> 60 мм	мм	<30 мм	всего	> 60 мм	мм	<30 мм
1	Контроль	12,80	0,80	11,34	0,66	100	6,3	88,6	5,1
2	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> – фон	18,37	0,90	16,46	1,01	100	4,9	89,6	5,5
3	Фон + 100 г/га	18,62	3,00	14,90	0,72	100	16,1	80,0	3,9
4	Фон + 200 г/га	18,82	2,72	15,54	0,56	100	14,5	82,6	2,9
5	Фон + 400 г/га	20,00	3,18	16,08	0,74	100	15,9	80,4	3,7
6	Фон + 600 г/га	20,40	2,86	16,42	1,12	100	14,0	80,5	5,5
7	Фон + 800 г/га	20,58	2,72	16,70	1,16	100	13,2	81,1	5,7
8	Фон + 1000 г/га	19,96	2,68	16,60	0,68	100	13,4	80,2	6,4

Таблица 3. Количество и масса клубней в расчете на один куст, 2019 год

№	Вариант опыта	Количество клубней, шт/один куст				Средняя масса клубня > 60 мм, г	Средняя масса клубня (30-60 мм), г
		всего	> 60 мм	мм	< 30 мм		
1	Контроль	13,0	0,4	9,4	3,2	109	60
2	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> – фон	16,1	0,4	12,7	3,6	111	66
3	Фон + 100 г/га	15,5	1,0	11,5	3,0	147	65
4	Фон + 200 г/га	16,3	0,9	12,3	3,1	143	63
5	Фон + 400 г/га	16,7	1,0	12,3	3,4	165	66
6	Фон + 600 г/га	15,8	0,9	12,3	2,6	160	67
7	Фон + 800 г/га	18,1	0,9	13,2	4,0	147	62
8	Фон + 1000 г/га	17,0	0,8	12,9	3,3	151	62
НСР <sub>05</sub>		1,3	0,6	0,9	0,3	18	7

Таблица 4. Выход питательно-ценных компонентов картофеля с единицы площади в зависимости от возрастающих доз препарата, 2019 год

№	Вариант опыта	Урожай фракций больше 30 мм, т/га	Выход сухого вещества, т/га	Выход крахмала, т/га	Выход витамина С, кг/га
1	Контроль	26,8	7,1	5,6	5,3
2	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> – фон	38,2	9,4	7,2	6,9
3	Фон + 100 г/га	39,4	10,0	7,7	7,6
4	Фон + 200 г/га	40,2	9,8	7,4	8,2
5	Фон + 400 г/га	42,4	10,7	8,2	7,9
6	Фон + 600 г/га	42,4	10,3	7,8	7,7
7	Фон + 800 г/га	42,7	11,1	8,6	7,9
8	Фон + 1000 г/га	41,1	10,6	8,3	7,7
НСР <sub>05</sub>		1,3	0,5	0,2	0,5

и биохимических показателей (содержание сухого вещества, крахмала, витамина С и нитратов).

Уход за посадками картофеля – общепринятый для зоны возделывания. Система питания стандартная: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>135</sub>.

Высаживали картофель клоновой сажалкой СН-4БК 7 мая 2019 года в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75 × 30 см, густота стояния растений – 44000 шт/га. Опрыскивали растения агрохимикатом согласно схеме опыта в третьей декаде июня в фазу бутонизации – начала цветения. Уборка – вручную 28 августа 2019 года.

Полевые исследования влияния изучаемого агрохимиката на продуктивность и качество картофеля, дисперсионный анализ осуществляли в полном соответствии со стандартными методиками [1, 2, 3].

Структуру урожая клубней картофеля определяли, взвешивая фракции с каждой деланки с учетом поперечного диаметра: мелкая фракция – меньше 30 мм; семенная – от 30 до 60 мм; продовольственная – клубни более 60 мм.

В условиях относительно благоприятного 2019 года урожайность картофеля среднеспелого сорта Голубизна коле-

балась от 28,2 до 45,3 т/га, прибавка урожайности от применения различных доз агрохимиката в фазу бутонизации составила 3,5–4,9 т/га или 8,7–12,1% к фону (**табл. 1**).

Существенный скачок роста урожайности получен в 5 варианте с дозой 400 г/га: 2,6 т/га или 6,3% к уровню 4 варианта с дозой 200 г/га. При дальнейшем увеличении доз (400 г/га → 600 г/га → 800 г/га → 1000 г/га) наблюдалась тенденция к плавному нарастанию продуктивности картофеля с угасающим эффектом: 0,9 т/га → 0,4 т/га → – 1,4 т/га.

Наибольшая урожайность 45,3 т/га получена в 7 варианте (фон + 800 г/га), в котором прибавка к фону составила 4,9 т/га или 12,1%. Дальнейшее увеличение дозы препарата с 800 до 1000 г/га не привело к росту урожайности.

Влияние удобрений на качество клубней картофеля в значительной степени определяется погодными условиями вегетационного периода, биологическими особенностями сорта, гранулометрическим составом почвы, дозами внесения и формами удобрений, технологией возделывания и другими факторами. Картофель в опыте выращивали на семенные цели, однако интересно рассмотреть, как обработки агрохимикатом на основе кремния повлияли на показатели качества клубней. Уровень нитратов в продукции в целом по опыту – 33–65 мг/кг – был ниже допустимой концентрации (ПДК=250 мг/кг сырых клубней), при этом наблюдалась тенденция его снижения в вариантах с применением минимальных доз (100 и 200 г/га) на 5–7 мг/кг по сравнению с фоном, и повышения на 5–10 мг/кг в вариантах с дозой 400, 600 и 800 г/га, однако, концентрация нитратов существенно увеличилась (на 15 мг/кг) только в одном варианте – с максимальной дозой.

Наибольшее количество витамина С в клубнях было в варианте 4 (200 г/га) и составило 20,5 мг%. С увеличением концентрации не было замечено существенных изменений в накоплении сухого вещества в клубнях. Содержание крахмала в клубнях достоверно повышалось при внесении максимальной дозы (1000 г/га) относительно фона.

В вариантах с применением агрохимиката в возрастающих концентрациях (100 г/га → 200 г/га → 400 г/га) отмечена высокая товарность клубней (сумма двух фракций: > 60 мм и 30–60 мм) – 96,1–97,1%

против 94,5% в фоновом варианте с (**табл. 1**). В 6 и 7 вариантах с дозой 600 и 800 г/га товарность была ниже – 94,5 и 94,3%, что на уровне минерального фона. В 8 варианте с максимальной концентрацией препарата (1000 г/га) получена наименьшая товарность урожая – 93,6% и наибольшая доля мелких клубней – 6,4% по массе (**табл. 2**).

Оптимальная структура урожая по массе сформировалась в 4, 5 и 6 вариантах с дозами 200, 400 и 600 г/га соответственно. Доля крупной фракции составляла 14,0–15,9%, семенной фракции – 80,4–82,6%, мелкой фракции – 2,9–3,7% – в 4–5 вариантах и 5,5% – в 6 варианте.

Под действием опрыскивания различными дозами препарата изменялось общее количество клубней в расчете на один куст, количество и масса клубней крупной и средней фракции (**табл. 3**).

Под действием минеральных удобрений в фоновом варианте ( $N_{90}P_{90}K_{135}$ ) количество клубней на один куст выросло до 16,1 шт. против 13,0 шт. в варианте без удобрений. В вариантах с дозой от 100 г/га (3 вариант) до 600 г/га (6 вариант) общее количество клубней находилось на одном уровне – от 15,5 до 16,7 шт/куст, не изменялось количество клубней средней фракции (от 11,5 до 12,3 шт/куст), при этом снизилось количество клубней мелкой фракции до 2,6 шт/куст (6 вариант) и увеличилась масса продовольственного клубня (до 160–165 г), без увеличения массы семенного клубня.

В 7 и 8 вариантах (800 и 1000 г/га) наблюдалось увеличение общего количества клубней до 18,1 и 17,0 шт/куст, семенной фракции до 12,9–13,2 шт/куст и мелкой фракций до 3,3–4,0 шт/куст при одновременной тенденции к снижению массы продовольственных и семенных клубней.

В современных условиях для промышленной переработки картофеля важны такие показатели, как высокая урожайность и выход биологически ценных веществ с единицы площади. В результате повышения урожайности и содержания питательно-ценных компонентов в клубнях (крахмала, витамина С) в вариантах с применением кремнийсодержащего удобрения повышался выход питательно-ценных компонентов (**табл. 4**).

Максимальный выход сухого вещества и крахмала получен в 7 варианте (фон + 800 г/га): 11,1 т/га сухого вещества и 8,6 т/га крахмала, что

на 17,6% и 19,5% выше соответствующих значений фонового варианта. Выход витамина С в вариантах с применением препарата колебался от 7,6 до 8,2 кг/га, что выше уровня фона на 10,1–18,8%.

Таким образом, обработка растений картофеля, выращиваемого на семенные цели, кремнийсодержащим агрохимикатом в фазу бутонизации – начала цветения существенно увеличивала общую и товарную урожайность клубней, а также выход сухого вещества и крахмала с гектара. Рекомендуемая доза внесения кремнийсодержащего агрохимиката, согласно результатам исследований, составляет от 400 до 800 г/га путем опрыскивания растений в фазу бутонизации.

#### **Библиографический список**

1. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 262 с.
2. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

**Пэлий Александр Федорович**,  
специалист агрономической службы  
АО «Апатит».  
E-mail: APeliy@phosagro.ru

**Дубровских Лидия Николаевна**,  
начальник агрономической службы  
АО «Апатит».  
E-mail: LDubrovskikh@phosagro.ru

**Байкова Алина Олеговна**,  
руководитель инновационных  
проектов АО «Апатит».  
E-mail: ABaykova@phosagro.ru

**Стеркин Михаил Владимирович**,  
директор по маркетингу и развитию  
АО «Апатит».  
E-mail: MSterkin@phosagro.ru