

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА КАРТОФЕЛЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С АМИНОКИСЛОТАМИ В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ

© 2019 г. О. А. Шаповал^{1,*}, И. П. Можарова¹, Л. С. Федотова^{2,**}

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха
140051 Московская обл., Люберецкий р-н, п. Красково, ул. Лорха, 23, литер В, Россия*

**E-mail: elgen@mail.ru*

***E-mail: fedotova@vniikh.com*

Поступила в редакцию 09.07.2018 г.

После доработки 24.07.2018 г.

Принята к публикации 10.04.2019 г.

Представлены результаты регистрационных испытаний на картофеле полифункциональных удобрений на основе комплекса аминокислот с макро- и мезоэлементами. Показано, что их применение для подкормки растений в период вегетации способствовало повышению устойчивости к неблагоприятным факторам среды, увеличению урожайности и улучшению качества клубней. Прибавка урожая картофеля в зависимости от вида удобрения составила 7.9–27.9% в Московской обл. и 1.4–22.1% – в Воронежской обл.

Ключевые слова: картофель, эффективность некорневого применения, полифункциональные удобрения с аминокислотами, стрессовые условия.

DOI: 10.1134/S0002188119070123

ВВЕДЕНИЕ

Применение некорневых подкормок в современных условиях является высоко эффективным. Погодные аномалии становятся нормой, и возникает необходимость компенсировать агротехническими приемами неблагоприятные условия выращивания растений. Как показали научные исследования и практический опыт в нашей стране и за рубежом, своевременные некорневые подкормки комплексными полифункциональными удобрениями дают возможность сбалансировать уровень питания растений в критические периоды их развития. Исследованиями доказано, что такие обработки гарантируют эффективное поглощение листьями питательных элементов и их быстрое включение в процессы метаболизма, усвоение этих удобрений составляет 80–90%, тогда как при внесении в почву – 15–20% [1, 2]. Особенно некорневые подкормки эффективны, когда отмечают низкий уровень питательных элементов в почве, верхний слой почвы пересушен, корневая активность растений понижена [3–6]. Сельскохозяйственная наука ищет новые биотехнологические решения для более эффективного

использования питательных веществ как из почвы, так и из традиционных химически синтезированных продуктов без негативного влияния на урожайность и качество получаемой продукции. Современные технологии растениеводства предполагают расширение определения понятия “удобрение” от традиционной модели N–P–K до комплексных, интегрированных подходов к питанию растений, с включением стимуляторов роста [7].

Применение аминокислот в комплексных удобрениях является в настоящее время одним из самых перспективных способов повысить полифункциональность удобрений, придать им комплекс биостимулирующих возможностей, которыми они обладают. Последние исследования, которые проведены во многих странах, доказывают их высокую активность как регуляторов роста растений: они повышают биометрические показатели роста, непосредственно участвуют в синтезе белковых и ростовых веществ, являются строительным материалом для формирования клеток, повышают эффективность фотосинтеза. Ряд исследователей рассматривает аминокисло-

ты как “метаболические усилители” [8]; часть из них является предшественниками или активаторами фитогормонов, основных ферментов. Они также активизируют антиоксиданты, что определяет их высокий статус для обеспечения адаптации к стрессам, как механизма защиты растений от неблагоприятных факторов [9, 10].

Особенно важны такие разработки, которые находятся на пике научного прогресса при выращивании основных, стратегически важных продуктов питания. Использование комплексных водорастворимых удобрений дополняет традиционные схемы минерального питания с применением основных удобрений при выращивании картофеля и позволяет получить максимальный эффект и улучшение качественных характеристик урожая [11].

Одной из основных задач в проведении государственных регистрационных испытаний в РФ является определение биологической эффективности предлагаемых новых форм полифункциональных удобрений. Результаты регистрационных испытаний полифункциональных удобрений с аминокислотами в 2016–2017 гг. подтвердили их высокую эффективность на различных сельскохозяйственных культурах в неблагоприятных стрессовых условиях. Например, на зерновых культурах прибавка урожая в зависимости от вида удобрения составляла от 2.5 до 50%, содержания белка и клейковины – от 1 до 6 и от 1 до 13% соответственно.

В данной статье приведены результаты регистрационных испытаний удобрений на основе комплекса аминокислот с макро- и мезоэлементами, проведенных в 2016–2017 гг. на картофеле в Московской и Воронежской обл.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В условиях Московской обл. испытывали следующие удобрения для некорневой подкормки:

– делфан Плюс (N – 9, аминокислоты – 24%), изготовитель – Трэйд Корпорэйшэн Интернэшнэл, С.А. (Испания);

– органо-минеральное удобрение мастер Грин К (N – 5, аминокислоты – 10%), изготовители: “Пекин Лейли Агрохимия Ко.ЛТД”, Китайский университет океанографии и организмов, “Циндао Брайт Мун Сивид Групп Ко., Лтд.”, “Циндао Джилинг океан технолоджи Ко., Лтд.” (Китай) и “Эсфера Эко Юроп” (Испания);

– жидкое органо-минеральное удобрение полидон Амино Плюс (N – 15, аминокислоты и пеп-

тиды – 20%), изготовитель – ООО “ПОЛИДОН Агро” (Россия).

Исследования проводили в полевом опыте (Московская обл.) на картофеле среднераннем сорта Гала. Почва участка, на котором располагались опыты, обладала высокой обменной и гидrolитической кислотностью (pH_{KCl} 4.7, H_T – 3.5 мг-экв/100 г почвы), низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими (S – 4.1 мг-экв/100 г почвы, V – 53.9%), высоким содержанием подвижного фосфора (356 мг/кг почвы) и средним содержанием обменного калия (131 мг/кг почвы), типичной гумусированностью для дерново-подзолистых почв Центрального региона РФ.

Посадку картофеля проводили клоновой сажалкой СН-4БК в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75×30 см, густота стояния растений – 44000 шт./га. Удобрение – НАФК (N60P60K60). Уход за посадками картофеля – общепринятый для зоны возделывания: 2 довсходовых боронования, 2 после всходовых и одно окучивание перед смыканием ботвы. Во время вегетации растений картофеля проводили обработки ботвы инсектицидами и фунгицидами: против личинок колорадского жука – препарат регент в норме 20 г/га и против фитофтороза – препараты манкоцеб 1.0 кг/га и ридомил Голд 1.5 кг/га. Посадки картофеля в опыте также обрабатывали гербицидами: до всходов картофеля – гербицидами зенкор 400 г/га + маис 30 г/га, по всходам – гербицидом избирательного действия маис 20 г/га. Уборку клубней провели 26.08.2017 г.

Схема опыта с органо-минеральным удобрением мастер Грин К, варианты: 1 – контроль (фон NPK), 2 – фон NPK + мастер Грин К (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, норма расхода – 0.3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 3 – фон NPK + мастер Грин К (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, норма расхода – 0.6 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 4 – фон NPK + мастер Грин К (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, норма расхода – 1.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

Схема опыта с жидким органо-минеральным удобрением полидон Амино Плюс, варианты: 1 – контроль (фон NPK), 2 – фон NPK + полидон Амино Плюс (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, норма расхода – 1.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 3 – фон NPK + полидон Амино Плюс (некорневая подкормка растений:

1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, норма расхода – 2.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 4 – фон NPK + полидон Амино Плюс (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, норма расхода – 3.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

Схема опыта с удобрением делфан Плюс, варианты: 1 – контроль (фон NPK), 2 – фон NPK + делфан Плюс (некорневая подкормка растений: 1-я в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 1.5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 3 – фон NPK + делфан Плюс (некорневая подкормка растений: 1-я в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 3.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 4 – фон NPK + делфан Плюс (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 4.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

В условиях Воронежской обл. (Каменная Степь) испытывали следующие удобрения: аминотал марки Семена (N – 1, P₂O₅ – 6, K₂O – 7, полисахариды – 20, аминокислоты – 6%), изготовитель – “Франсиско Р. Артал С.Л.” (Испания); мегафол (N – 3, K₂O – 8, органическое вещество (в т.ч. аминокислоты), в пересчете на углерод (C) – 9.0%), изготовитель – “Валагро С. п. А.” (Италия); текамин Плюс Брикс П (K₂O – 18, В – 0.2, органическое вещество – 20, экстракт из морских водорослей – 10%), изготовитель – “АгриТекно Фертилизантес С.Л.” (Испания).

Исследования проводили на картофеле сорта Крона. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднегумусный тяжелосуглинистого гранулометрического состава со следующей агрохимической характеристикой: гумус – 5.4%, рН_{KCl} – 6.3, гидролитическая кислотность – 1.7 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 27.1 мг-экв/100 г почвы.

Предшественник – пшеница озимая. После озимой пшеницы проведено дискование в 2 следа на глубину 10–12 см и внесено удобрение – НАФК (N60P60K60). Схема посадки картофеля – 80 × 45 см. Перед посадкой клубни обрабатывали препаратом табу. Уход за посадками картофеля – общепринятый для зоны возделывания: 2 довсходовых боронования, 2 после всходов окучевания перед смыканием ботвы. Полив осуществляли через системы капельного полива.

Схема опыта с удобрением аминотал марки Семена, варианты: 1 – контроль (фон NPK), 2 –

фон NPK + аминотал марки Семена (предпосевная обработка клубней, норма расхода – 0.5 л/т, расход рабочего раствора – 10 л/т; некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 0.5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 3 – фон NPK + аминотал марки Семена (предпосевная обработка клубней, норма расхода – 0.5 л/т, расход рабочего раствора – 10 л/т; некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 1.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 4 – фон NPK + аминотал марки Семена (предпосевная обработка клубней, норма расхода – 0.5 л/т, расход рабочего раствора – 10 л/т; некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 1.5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

Схема опыта с удобрением мегафол, варианты: 1 – контроль (фон NPK), 2 – фон NPK + мегафол (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, норма расхода – 2.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 3 – фон NPK + мегафол (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, норма расхода – 3.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 4 – фон NPK + мегафол (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, норма расхода – 5.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

Схема опыта с удобрением текамин Плюс Брикс П, варианты: 1 – контроль (фон NPK), 2 – фон NPK + текамин Плюс Брикс П (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 0.5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 3 – фон NPK + текамин Плюс Брикс П (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 1.0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га), 4 – фон NPK + текамин Плюс Брикс П (некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации, 3-я – после цветения, норма расхода – 1.5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га).

Закладку опытов, фенологические наблюдения, биометрические измерения проводили в соответствии со стандартными методиками, изложенными в [12–14].

Перед закладкой опыта определяли агрохимические показатели пахотного слоя почвы опытно-

Таблица 1. Урожайность и качество картофеля сорта Гала при применении полифункционального удобрения мастер Грин К (2016 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности к фону		Товарность	Сухое вещество	Крахмал	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг сырых клубней
		т/га	%					
НРК (фон)	40.1	—	—	88.9	17.3	11.6	16.5	52
Фон + мастер Грин К, 0.3 л/га	43.4	3.3	8.2	89.8	17.1	11.3	16.4	116
Фон + мастер Грин К, 0.6 л/га	44.0	3.9	9.7	90.6	17.2	11.5	16.4	102
Фон + мастер Грин К, 1.0 л/га	46.8	6.7	16.7	92.0	17.0	11.2	15.0	118
<i>HCP</i> ₀₅	1.9	1.9	—	1.7	0.7	0.5	1.1	23

го участка: гумус – по Тюрину [15], содержание P_2O_5 и K_2O – по Кирсанову [16], pH_{KCl} – потенциометрическим методом [17], гидролитическую кислотность – по Каппену в модификации ЦИНАО [18], сумму поглощенных оснований – по Каппену–Гильковицу [19], степень насыщенности почвы основаниями – расчетным способом. Учет и структуру урожая клубней картофеля проводили для каждой делянки, взвешивая фракции отдельно: мелкая фракция – клубни по поперечному диаметру <25–30 мм, семенная – от 30 до 60 мм по поперечному диаметру, продовольственная – клубни по поперечному диаметру >60 мм. В убранных клубнях определяли: содержание крахмала и сухого вещества – весовым методом [20, 21], содержание витамина С – по Мурри [22], содержание нитратов – ион-селективным методом [23], потребительские качества (вкус, развариваемость, потемнение мякоти) – по 9-балльной шкале [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Московской обл. погодные условия 2016 г. для выращивания картофеля сложились благоприятно: средняя температура воздуха за вегетационный период составила 18.6°C, что на 2.1°C выше нормы (16.5°C), осадков выпало 471 мм или 181% от нормы (260.5 мм). Сумма эффективных температур >10°C (СЭТ) составила 2258°C, что больше климатической нормы (1900–2100°C) на 12.9%. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 2.1 (очень влажный) при климатической норме 1.3–1.4.

Урожайность картофеля в среднем в опытах изменялась в пределах 38.2–46.8 т/га. Использование удобрений с аминокислотами при выращивании картофеля обеспечило стабильную прибавку

урожая и повышение качества клубней. Например, применение органо-минерального удобрения мастер Грин К для некорневых подкормок растений способствовало снижению доли мелких клубней (<30 мм) с 11.4 (в контроле) до 8.0–10.2% и увеличению выхода клубней товарной фракции (>60 мм) с 0.4 в контроле до 1.1–4.1% (табл. 1). Прибавка валового урожая составила 3.3–6.7 т/га или 8.2–16.7% при урожайности в контроле 40.1 т/га, товарность урожая повысилась на 1.0–3.1%.

Содержание витамина С, крахмала и сухого вещества в клубнях оставались на уровне контрольных показателей, однако за счет увеличения урожая возростал выход питательно ценных компонентов: сухого вещества – на 5.1–11.7 ц/га (или на 8.3–19.0%), крахмала – на 2.8–7.0 ц/га (или на 6.8–16.9%), витамина С – на 0.5–0.6 кг/га (или на 8.5–10.2%). Во всех вариантах отмечено ослабление потемнения мякоти сырого картофеля, что можно объяснить положительными биохимическими изменениями в тканях клубней. Наибольшая прибавка урожая лучшего качества была получена при применении органо-минерального удобрения мастер Грин К в норме 1.0 л/га.

Исследования в опыте с удобрением полидон Амино Плюс показали аналогичную тенденцию: выход клубней семенной и товарной фракций по сравнению с контролем увеличился на 4.7–5.6 и 1.1–2.0%. Прибавка валового урожая составила 1.6–4.7 т/га или 4.2–12.3% при урожайности в контроле 38.2 т/га (табл. 2).

Содержание витамина С в клубнях превышало контрольный показатель на 1.5–2.5 %, крахмала – на 1.0–1.3% и сухого вещества – на 1.0–1.4%. В условиях 2016 г. уровень нитратов в продукции в целом в опыте был в пределах допустимой концентрации – 146–184 мг/кг (ПДК – 250 мг/кг сырых клубней), влияние наименьшей дозы удобре-

Таблица 2. Урожайность и качество картофеля сорта Гала при применении полифункционального удобрения полидон Амино Плюс (2016 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности к фону		Товарность, %	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг %	Нитраты, мг/кг сырых клубней
		т/га	%					
НРК (фон)	38.2	—	—	82.4	16.0	10.3	16.9	184
Фон + полидон Амино Плюс, 1.0 л/га	41.6	3.4	8.9	89.1	17.4	11.6	19.4	146
Фон + полидон Амино Плюс, 2.0 л/га	42.9	4.7	12.3	89.1	17.0	11.3	18.4	169
Фон + полидон Амино Плюс, 3.0 л/га	39.8	1.6	4.2	89.5	17.0	11.3	18.4	183
<i>НСР₀₅</i>	1.6	1.6	—	1.2	0.5	0.3	0.5	23

ния полидон Амино Плюс (1.0 л/га двукратно) на снижение концентрации нитратов в сырых клубнях было статистически достоверным. Картофель, выращенный на делянках с применением удобрения, характеризовался отличным вкусом, отсутствием потемнения вареной мякоти, слабым потемнением сырой мякоти. Наибольшая прибавка урожая была получена при применении удобрения полидон Амино Плюс в дозах 1.0 и 2.0 л/га.

В 2017 г. погодные условия в Московской обл. для выращивания картофеля сложились крайне неблагоприятными. Затяжные заморозки в мае, их повторение в июне и высокое количество выпавших осадков затормозили появление всходов картофеля и негативно отразились на прохождении вегетации вплоть до конца июля. Средняя температура воздуха за вегетационный период составила 16.2°C, при норме 16.5°C, (в 2016 г. – 18.6°C, в 2015 г. – 17.5°C, в 2012–2014 гг. – 18.3–18.7°C). Всего осадков за вегетационный период выпало 378.4 мм или 145% от нормы (260.5 мм). Сумма эффективных температур >10°C (СЭТ) составила 1833°C, (климатическая норма – 1900–2100°C). Гидротермический коэффициент (ГТК₂₀₁₇) составил 2.31 (очень влажный год).

Поэтому урожайность картофеля в целом оказалась меньше в среднем в вариантах опыта, чем в 2016 г., однако прибавки урожая были больше. Это соответствовало результатам исследований других авторов (1–3, 6), о высокой эффективности некорневых подкормок полифункциональными удобрениями именно в неблагоприятных, стрессовых условиях.

Применение удобрения делфан Плюс для некорневых подкормок растений картофеля сорта Гала способствовало снижению доли мелких клубней (<30 мм) с 11.3% в контроле до 4.2–4.8% и увеличению выхода клубней фракций 30–60 мм и >60 мм с 88.7% в контроле до 91.9–94.6% и с 0% в контроле до 1.2–3.7% соответственно.

Прибавка валового урожая составила 7.2–8.3 т/га или 22.9–27.9% при урожайности в контроле 29.7 т/га. Товарность урожая повысилась на 6% (табл. 3).

Под действием удобрения повышалось качество урожая. Увеличился выход питательно ценных компонентов: сухого вещества – на 30–35%, крахмала – на 28–38%, витамина С – на 29–42%. Применение делфан Плюс положительно влияло на вкус вареного картофеля. Наибольшая прибавка урожая картофеля лучшего качества была получена при применении этого удобрения в дозах 1.5 и 3.0 л/га.

Воронежская обл. занимает центральное положение в Черноземной зоне европейской части России. Климат Каменной Степи, где проводили исследования, континентальный, с относительно холодной зимой, жарким, нередко засушливым летом. Сумма среднесуточных температур >10°C составляет 2020–3540°C, среднегодовое количество атмосферных осадков – 450–460 мм.

Однако и в этих условиях применение полифункциональных удобрений, так же как и в предыдущих опытах, повышало продуктивный потенциал растений картофеля. Применение удобрения агрифил Плюс М40 П для некорневых подкормок картофеля способствовало повыше-

Таблица 3. Урожайность и качество картофеля сорта Гала при применении полифункционального удобрения делфан Плюс (2017 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности к фону		Товарность	Сухое вещество	Крахмал	Витамин С, мг %	Нитраты, мг на 1 кг клубней
		т/га	%					
НРК (фон)	29.7	—	—	88.7	19.7	13.9	16.6	188
Фон + делфан Плюс, 1.5 л/га	36.9	7.2	24.2	95.2	19.2	13.4	16.0	140
Фон + делфан Плюс, 3.0 л/га	38.0	8.3	27.9	95.8	18.6	12.9	17.0	156
Фон + делфан Плюс, 4.0 л/га	36.5	6.8	22.9	95.6	20.1	14.4	17.6	82
<i>НСР</i> ₀₅	1.7	1.7	—	1.1	0.5	0.3	0.5	33

Таблица 4. Урожайность и качество картофеля сорта Крона при применении полифункционального удобрения агрифул Плюс М40 П (2017 г.) (Воронежская обл.)

Вариант	Урожайность т/га	Прибавка урожайности		Крахмал	Витамин С, мг %	NO ₃ ⁻ , мг/кг сырых клубней
		т/га	%			
Контроль	44.4	—	—	12.5	13.7	28.9
Агрифул Плюс М40 П, 1.5 л/га	46.0	1.6	3.6	12.9	14.0	27.9
Агрифул Плюс М40 П, 3.0 л/га	54.0	9.6	21.6	13.5	14.1	28.2
Агрифул Плюс М40 П, 5.0 л/га	54.2	9.8	22.1	13.8	13.9	28.7
<i>НСР</i> ₀₅		3.9				

Таблица 5. Урожайность и качество картофеля сорта Крона при применении полифункционального удобрения аминотал марки Семена (2017 г.)

Вариант	Урожайность т/га	Прибавка урожайности		Крахмал	Витамин С, мг %	NO ₃ ⁻ , мг/кг
		т/га	%			
Контроль	44.4	—	—	12.5	13.7	28.9
Аминотал марка Семена, 0.5 л/га	45.0	6.0	1.4	12.7	14.1	28.9
Аминотал марки Семена, 1.0 л/га	46.0	1.6	3.6	13.0	14.1	28.5
Аминотал марки Семена, 1.5 л/га	48.0	3.6	8.1	13.0	14.2	28.7
<i>НСР</i> ₀₅		1.9				

нию продуктивности растений. Прибавка валового урожая составила 9.6–9.8 т/га или 21.6–22.1% при урожайности в контроле – 44.4 т/га. Наибольшая прибавка урожая была получена при применении этого удобрения в дозе 5.0 л/га.

Содержание крахмала в клубнях повысилось на 0.4–1.3%. Наибольшее накопление витамина

С отмечено в варианте, где применяли удобрение агрифул Плюс М40 П в дозе 3.0 л/га. Содержание нитратного азота в клубнях картофеля изменялось от 27.9 до 28.9 мг/кг. В контрольном варианте этот показатель был максимальным. Существенных различий вкусовых качеств картофеля в опытных вариантах не выявлено (табл. 4).

Таблица 6. Урожайность и качество картофеля сорта Крона при применении полифункционального удобрения мегафол (2017 г.)

Вариант	Урожайность	Прибавка урожайности		Крахмал	Витамин С,	NO ₃ ⁻ , мг/кг сырых клубней
	т/га	%		мг %		
Контроль	44.4	—	—	12.5	13.7	28.9
Мегафол, 2.0 л/га	45.0	6.0	1.4	13.9	14.1	28.9
Мегафол, 3.0 л/га	45.5	1.1	2.5	13.4	14.3	28.5
Мегафол, 5.0 л/га	47.0	2.6	5.6	13.8	14.9	28.3
<i>HCP</i> ₀₅		1.2				

В опыте с удобрением аминотал марки Семена также отмечено положительное влияние на продуктивность растений (табл. 5). Прибавка урожая составила 1.6–3.6 т/га (3.6–8.1%) при урожайности в контроле 44.4 т/га. Содержание крахмала и витамина С в клубнях оставалось на уровне контроля. Содержание нитратного азота в клубнях картофеля изменялось от 28.5 до 28.9 мг/кг. Наибольшая эффективность была отмечена при применении удобрения в дозах 0.5 л/т и 1.5 л/га.

Применение удобрения мегафол для некорневых подкормок растений картофеля сорта Крона способствовало повышению урожая клубней на 2.6 т/га (5.6%), при урожайности в контроле 44.4 т/га. Содержание крахмала в клубнях увеличилось на 0.9–1.4%. Наибольший положительный эффект от применения мегафола был получен при нормах расхода 3.0 и 5.0 л/га (табл. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, все исследованные полифункциональные удобрения, независимо от климатической зоны выращивания и погодных условий вегетационного периода оказывали положительное влияние на продуктивность картофеля и качество выращенной продукции. Прибавка валового урожая изменялась от 7.9 до 27.9% при урожайности в контроле 29.7–40.1 т/га в Московской обл. и от 1.4 до 22.1% при урожайности в контроле 44.4 т/га в Воронежской обл. Полученные результаты возможно использовать в дальнейшем для включения в технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврин Д.С., Бартенев И.И., Нечаева О.М. Применение современных форм микроудобрений в семеноводстве сахарной свеклы // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. Белгород, 2015. № 72. С. 20–24.
2. Технологии дополнительного питания. Теория и практика // Сахарная свекла. 2011. № 9. С. 20–21.
3. Ерлыков С.Б., Нехорошев А.Н., Иванова М.И., Енгальцев Д.И. Российские аминоксидные удобрения серии Агровин на капусте белокочанной // Вестн. Марий. гос. ун-та. Сер. "Сел.-хоз. науки. Эконом. науки". Йошкар-Ола, 2017. Т. 3 № 2(10). С. 22–28.
4. Едемская Н.Л., Лебедева Л.А., Арзамасова А.В. Научные принципы системы удобрения с основами экологической агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2010. 320 с.
5. Минеев В.Г. Агрохимия. М.: Изд-во МГУ, 2010. 720 с.
6. Anburani A., Manivannan K. Effect of integrated nutrient management on growth in brinjal (*Solanum melongena* L.) cv. Annamalai // South Indian Horticulture. 2002. V. 50(4–6). P. 377–386.
7. Shishir Sinha, Pant K.K., Govil J.N. Advances in fertilizers technology II biofertilizers. New Delhi: STUDIUM PRESS LLC, 2014.
8. Laëtitia Jannin, Mustapha Arkoun, Philippe Etienne, Philippe Laine, Didier Goux, Maria Garnica, Marta Fuentes, Sara San Francisco. Brassica napus growth is promoted by *Ascophyllum nodosum* (L.) seaweed extract: Microarray analysis and physiological characterization of N, C, and S metabolisms // J. Plant Growth Regul. 2013. Stringer. V. 32. № 1. P. 31–52.
9. Intedhar Abbas Marhoon, Majeed Kadhim Abbas. Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum annum* L.) cultivars // Inter. J. Res. Stud. Agricult. Sci. (IJRSAS). 2015. V. 1. Is. 1. P. 35–44.
10. Аминокислоты для подкормки урожая. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroperspectiva.com.ua/ru/aminokisloty-dlja-podkormki-urozhaja/>
11. Котиков М.В., Богомаз М.А., Ториков В.Е. Урожайность сортов картофеля при применении водорастворимых удобрений Террафлекс // Пробл. агрохим. и экол. 2011. № 2. С. 58–60.
12. Методика исследований по культуре картофеля. М., 1967. 262 с.
13. Методика физиолого-биохимических исследований по культуре картофеля. М., 1989. 142 с.
14. Методика исследований по защите картофеля от болезней, сорняков и иммунитета // сост. А.С. Воловик, Л.Н. Трофимец, А.Б. Долягин, В.М. Глез. М.: ВНИИКС, РАСХН, 1995. 107 с.

15. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.
16. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
17. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО.
18. ГОСТ 26212-91 Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
19. ГОСТ 27821-88 Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.
20. ГОСТ 7194-81 Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества (с изменениями № 1, 2, 3).
21. ГОСТ 31640-2012 Корма. Методы определения содержания сухого вещества (с поправкой).
22. Р 4.1.1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище.
23. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.
24. Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И., Мальцев С.В., Чулков Б.А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению, изд. 2-е, перераб. и доп. М.: ВНИИКХ, 2008. 39 с.

Efficiency of Application of Fertilizers with Polyfunctional Amino Acids on Potato in Stressful Conditions

O. A. Shapoval^{a,#}, I. P. Mozharova^a, and H. P. Fedotova^{b,##}

^a *All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named D.N. Pryanishnikov
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow 127550, Russia*

^b *Russian Research Institute of Potato Farming named A.G. Lorch
ul. Lorkha 23, liter V, Moscow region, Lyubertsy district, p. Kraskovo 140051, Russia*

[#] *E-mail: elgen@mail.ru*

^{##} *E-mail: fedotova@vniikh.com*

The results of the registration trials on potatoes multifunctional fertilizers on the basis of a complex of amino acids with macro- and mesoelements was present. It was shown that their use for fertilizing plants during the growing season contributed to increasing resistance to adverse environmental factors, increasing yields and improving the quality of tubers. Potato yield increase depending on the type of fertilizer was 7.9–27.9% in the Moscow region and 1.4–22.1% in the Voronezh region.

Key words: potato, efficiency of foliar application, multifunctional fertilizers with amino acids, stress conditions.