

A.A. Alferov

Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Sciences,  
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

A large body of experimental data has been generalized, and a relationship between the agrochemical properties of soddy-podzolic soils, the weather conditions of vegetation, and the efficiency of biopreparations for spring wheat has been revealed. A stochastic few-component model has been developed for predicting the gain in yield of spring wheat grain after inoculation with microbial preparations based on rhizosphere-associative diazotrophs. The model can estimate the efficiency of the biopreparation depending on the content of humus in the soil, soil solution reaction, and meteorological conditions of the vegetation period.

Keywords: biopreparations, rhizosphere-associative diazotrophs, grain yield gain, spring wheat, humus, soil solution reaction, hydrothermal coefficient.

УДК

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

А.Ю. Шатохин, О.А. Шаповал, д.с.-х.н., ВНИИА

Показано, что применение новых форм микроудобрений при обработке клубней перед посадкой и вегетирующих растений двукратно (в фазах полных всходов и бутонизации) способствовало повышению урожайности и выхода товарного картофеля. Наиболее высокие результаты получены при применении удобрения на основе аминокислот (расход при обработке клубней – 1,0 и 0,5 л/т, при обработке растений – 3,0 и 1,5 л/га соответственно) и комплекса аминокислот и микроэлементов (1,0 л/т и 3,0 л/га). Прибавка урожая составила 31,6, 27,9 и 24,2 %, при урожайности на контроле 19,0 т/га. Выход крупной фракции (> 80 г) картофеля в указанных вариантах возрос на 68,6, 49,0 и 29,4 %.

Ключевые слова: комплекс, микроудобрения, аминокислоты, картофель, урожайность, товарность.

В Астраханской области более 360 тыс. га посевных площадей, из них свыше 10 тыс. га используется под картофель. Рост посевных площадей и наращивание производства картофеля начались в начале 90-х годов. Если по Российской Федерации площади под картофель сокращаются, то в Астраханской области наблюдается тенденция к росту. Основное производство сельскохозяйственной продукции осуществляется на орошаемых землях. Капельное орошение имеет почти универсальное применение, в частности там, где другие способы полива использовать невозможно или неэффективно, и наблюдается недостаток воды. Прибавка урожая при капельном орошении в сравнении с дождеванием достигает на овощных культурах 50-80% и более, при этом созревание овощей происходит на 5-10 дней раньше обычного срока.

В целях увеличения производства картофеля большое внимание уделяют как поиску новых технологий, форм удобрений так и требованиям к их применению.

Кроме основных элементов, для роста растений картофеля необходим целый ряд микроэлементов. Микроэлементы входят в состав важнейших физиологически активных веществ; участвуют в процессах синтеза белков, углеводов, витаминов; повышают устойчивость к неблагоприятным факторам атмосферной и почвенной засухи, пониженным и повышенным температурам, поражению вредителями и болезнями.

В мировой практике все больше внимания уделяют хелатным формам макро- и микроудобрений. Разработан ряд новых форм одно- и многокомпонентных микроудобрений

в хелатной и органоминеральной форме, эффективность которых существенно выше, чем простых солей микроэлементов. В последнее время стали производить многокомпонентные микроудобрения, эффективность которых недостаточно изучена.

В последние годы появилось новое поколение удобрений для некорневой подкормки – жидкие биостимулирующие удобрения на основе аминокислот. Они различаются по исходному сырью: животного или растительного происхождения, способу извлечения аминокислот и составу макро- и микроэлементов.

Аминокислоты участвуют в биосинтезе белков и ферментов, поддерживают водный баланс клеток, стимулируют процесс фотосинтеза. Действие аминокислот стимулирует метаболизм растений. В результате более развитое, здоровое растение имеет повышенную стрессоустойчивость. Кроме того, использование аминокислот способствует лучшему усвоению растениями питательных элементов, в том числе из почвы.

Наши исследования направлены на изучение возможности использования инновационных удобрений на основе аминокислот и комплекса аминокислот с микроэлементами на картофеле при капельном орошении в условиях Астраханской области.

Цель исследований – установить влияние составов и доз новых форм микроудобрений на урожайность и товарность картофеля, выращиваемого с использованием капельного полива в условиях Астраханской области.

**Методика.** Полевые опыты по теме исследований закладывали на участке ИП КФХ «Прелов А.А.» в п. Верхне-Калиново Камызякского района Астраханской области. Учетная площадь делянки – 22,4 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Объект исследования – раннеспелый сорт картофеля Ред Скарлетт. Схема посадки 140 × 30 см. Посадку картофеля проводили 29 марта 2016 г., уборку – 23 июня 2016 г.

Климатические условия района характеризуют его как зону повышенного риска: лето жаркое и засушливое, зима – малоснежная. Самая высокая средняя температура (34–37 °С) в июле. Уборку исследуемого сорта проводили в июне.

Почвы опытного участка – аллювиальные луговые среднесуглинистые, с низким содержанием гумуса (1,27 %), уровнем рН, близким к нейтральному (рН 7,2).

В опыте были использованы:

*комплекс аминокислот и микроэлементов (%)* – органическое вещество – 40, аминокислоты – 10, в т.ч. свободные аминокислоты – 8, общий азот (N) – 5, цинк (Zn) – 0,75, марганец (Mn) – 0,5, бор (B) – 0,1, медь (Cu) – 0,1, молибден (Mo) – 0,02;

*аминокислоты (%)* – органическое вещество – 60, азот (N) – 7, аминокислоты – 14,4, в т.ч. свободные аминокислоты – 12;

*\*смесь микроэлементов (хелаты) (%)* – Этидот (дисульфид октаборат тетрагидрат) – бор (B) – 20, Рексолин Cu 15 – медь (Cu) – 15, Рексолин Mn 13 марганец (Mn) – 13, Рексолин Zn 15 цинк (Zn) – 15, молибдат аммония (Mo) – молибден (Mo) – 52;

*\*смесь микроэлементов (неорганические соли) (%)* – борная кислота – бор (B) – 17,5, цинк серноокислый – цинк (Zn) – 25, медь серноокислая – медь (Cu) – 25, марганец серноокислый – марганец (Mn) – 32,5, молибдат аммония (Mo) молибден (Mo) – 52.

*\*Содержание микроэлементов в составе смесей равно содержанию их в составе комплекса аминокислот с микроэлементами.*

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль – без обработок;
2. Комплекс аминокислот и микроэлементов – обработка клубней перед посадкой (расход – 0,5 л/т, расход рабочего раствора – 10 л/т) + некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации (расход – 1,5 л/га, расход рабочего раствора – 200 л/га);
3. Комплекс аминокислот и микроэлементов – обработка клубней перед посадкой (расход – 1,0 л/т, расход рабочего раствора 10 л/т) + некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации (расход – 3,0 л/га, расход рабочего раствора – 200 л/га);
4. Аминокислоты – обработка клубней перед посадкой (расход – 0,5 л/т, рабочего раствора 10 л/т) + некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации (расход – 1,5 л/га, рабочего раствора – 200 л/га);
5. Аминокислоты – обработка клубней перед посадкой (расход – 1,0 л/т, расход рабочего раствора 10 л/т) + некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в фазе бутонизации (расход – 1,0 л/га, рабочего раствора – 200 л/га);
6. Смесь микроэлементов (хелаты) – обработка клубней перед посадкой (расход – 50,2 мг/т, рабочего раствора 10,0 л/т) + 2-кратная некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – период бутонизации (расход агрохимиката – 150,6 мг/га, рабочего раствора – 200 л/га);
7. Смесь микроэлементов (хелаты) – обработка клубней перед посадкой (расход – 100,4 мг/т, рабочего раствора 10,0 л/т) + 2-кратная некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в период бутонизации (расход агрохимиката – 301,2 мг/га, рабочего раствора – 200 л/га);
8. Смесь микроэлементов (неорганические соли) – обработка клубней перед посадкой (расход – 27,5 мг/т, рабочего раствора 10,0 л/т) + 2-кратная некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в период бутонизации (расход – 82,6 мг/га, рабочего раствора – 200 л/га);

9. Смесь микроэлементов (неорганические соли) – обработка клубней перед посадкой (расход – 55 мг/т, рабочего раствора 10,0 л/т) + 2-кратная некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в период бутонизации (расход – 165,2 мг/га, рабочего раствора – 200 л/га).

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания: два довсходовых боронования, два после всходов и одно окучивание перед смыканием ботвы. Против сорняков посадки картофеля в опыте обрабатывали гербицидом Лазурит (1,5 л/га) до появления всходов и по всходам – гербицидом Титус (50 г/га); против личинок колорадского жука – инсектицидом Регент (20 г/га) и против фитофтороза – фунгицидом Сектин Феномен (1,0 кг/га). В период вегетации картофеля через систему капельного орошения проведено 20 поливов нормой 400 м<sup>3</sup>/га, общий расход воды – 8000 м<sup>3</sup>/га.

Уборку картофеля осуществляли вручную, одновременно с этим – учет и структуру урожая, разделение клубней по фракциям (мелкая – менее 40 г, средняя – 40-80, крупная – более 80 г). В средних пробах (с каждого варианта) клубней картофеля определяли содержание сахара и крахмала (ГОСТ 26176-91), сухого вещества (ГОСТ 28561-90) и нитратов (методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства 5048-89).

Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

**Результаты и их обсуждение.** Обработка клубней перед посадкой опытными удобрениями активизировала процесс их прорастания и пробуждение большинства глазков, которые в дальнейшем сформировали многостебельные хорошо развитые кусты. Последовательная двукратная некорневая подкормка растений (1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в период бутонизации) усилила рост растений в высоту, нарастание вегетативной массы.

Представленные в таблице 1 данные указывают, что применение в технологии возделывания картофеля новых удобрений на основе микроэлементов и аминокислот усиливает ростовые процессы. При этом эффект в значительной степени зависел как от формы удобрения, так и от его дозы.

Так, при применении аминокислот, комплекса аминокислот и микроэлементов, смеси микроэлементов (хелатов), абсолютные значения представленных в таблице 1 показателей роста существенно превосходили таковые контрольного варианта. Причем, с увеличением дозы этих удобрений значения всех показателей возрастали. Что же касается смеси микроэлементов в виде неорганических солей, то при применении ее в более низких дозах (27,5 мг/т, 82,6 мг/га), превышение значений выше рассматриваемых показателей по отношению к контролю было существенным. При увеличении дозы удобрения наблюдается некоторое ингибирование роста.

Из данных таблицы 1 видно, что обработка клубней перед посадкой и проведение некорневых подкормок растений (1-я – в фазе полных всходов, 2-я – в период бутонизации) удобрениями, применяемыми в опыте, усилила процесс нарастания листьев, обусловивший существенное повышение площади листьев. При этом, с увеличением дозы удобрений число и площадь листьев возрастали.

**1. Влияние разных форм удобрений на рост растений картофеля и нарастание листового аппарата**

Вариант опыта	Высота растений, см	Число побегов	Масса ботвы, г/растение		Число листьев	Площадь листьев, см <sup>2</sup>
			сырая	сухая		
Контроль – без обработки	36,0	3,5	44,28	12,22	12,9	386,2
Комплекс аминокислот и микроэлементов (0,5 л/т, 1,5 л/га)	43,5	4,1	56,63	15,63	15,0	438,0
Комплекс аминокислот и микроэлементов (1,0 л/т, 3,0 л/га)	45,5	4,4	64,19	16,43	15,6	473,0
Аминокислоты (0,5 л/т, 1,5 л/га)	45,0	4,4	62,08	16,08	15,4	451,2
Аминокислоты (1,0 л/т, 3,0 л/га)	45,0	4,4	68,37	17,76	15,8	493,4
Смесь микроэлементов (хелаты) (50,2 мг/т, 150,6 мг/га)	40,0	3,7	54,06	15,08	14,3	411,6
Смесь микроэлементов (хелаты) (100,4 мг/т, 301,2 мг/га)	45,0	4,2	60,22	15,72	15,1	445,5
Смесь микроэлементов (неорганические соли) (27,5 мг/т, 82,6 мг/га)	44,0	4,1	58,17	15,47	14,7	416,1
Смесь микроэлементов (неорганические соли) (55 мг/т, 165,2 мг/га)	35,5	3,6	46,02	12,67	13,4	400,7
НСР <sub>05</sub>	1,9	0,2	2,76	0,73	0,6	21,1

Исключение составил вариант с применением на клубнях и растениях смеси микроэлементов в виде неорганических солей в более высоких дозах (55 мг/т, 165,2 мг/га), в котором превышение значений рассматриваемых показателей по отношению к контролю было несущественным.

Наиболее мощные кусты по высоте, облиственности, числу стеблей, биомассе и массе надземных органов формировались в варианте с применением аминокислот в более высокой дозе (1,0 л/т, 3,0 л/га).

Формирование первичной продукции более активно у растений, имеющих высокий фотосинтетический потенциал, создаваемый большим числом листьев и более высоким содержанием в них хлорофилла.

Представленные в таблице 2 данные указывают на тот факт, что применение новых форм удобрений в технологии возделывания картофеля (на семенах и двукратно на растениях) усиливает синтез пигментов в листьях (содержание хлорофилла а + b – 3,71-4,39, на контроле – 3,67 мг/г сыр. в-ва; каротин – 1,21-1,40, на контроле – 1,19 мг/г сыр. в-ва) и повышает продуктивность работы листьев (3,5-3,7 г/дм<sup>2</sup>, на контроле – 3,2 г/дм<sup>2</sup>). Последнее обусловлено тем, что испытываемые удобрения активизируют жизнеспособность листьев, продляют срок их жизни и повышают фотосинтетическую деятельность.

Урожай и качество клубней определяют, с одной стороны, качество посадочного материала, с другой, обеспеченность растений элементами питания и почвенной влагой.

Как отмечено ранее, росту урожайности и улучшению качества клубней способствуют не только предпосевное и припосевное удобрение, усиливающее питание растений в начальный период роста, но и подкормки, обеспечивающие дополнительное питание растений картофеля в ответственный период развития – начала клубнеобразования (Вендило, Миканаев, Петриченко и др., 1986).

Растения картофеля больше всего потребляют калия, меньше – азота и фосфора. Наибольшие прибавки получены при внесении азотных и фосфорных удобрений. Однако для нормального роста и развития растениям картофеля необходимы также кальций, магний, сера, железо, бор и др.

Обработка клубней перед посадкой и последующие обработки растений (1-я в фазе полных всходов, 2-я – бутонизации) микроудобрениями, усиливая пищевой режим, способствовали существенному повышению урожайности – на 1,5-6,1 т/га (см. табл. 2). При этом величина превышения урожайности клубней в опытных вариантах, по отношению к контролю, в значительной степени зависела от формы и дозы удобрения. Для всех испытываемых форм микроудобрений характерно возрастание урожайности с повышением их дозы.

**2. Влияние разных форм удобрений на продуктивность работы листьев, содержание в них пигментов и урожайность картофеля**

Вариант опыта	Продуктивность работы листьев, г/дм <sup>2</sup>	Содержание в листьях пигментов, мг/г сырого вещества		Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		хлорофилл а+b	каротин		т/га	%
Контроль – без обработки	3,2	3,67	1,19	16,7	-	-
Комплекс аминокислот и микроэлементов (0,5 л/т, 1,5 л/га)	3,6	3,83	1,29	19,7	3,0	18,0
Комплекс аминокислот и микроэлементов (1,0 л/т, 3,0 л/га)	3,5	4,14	1,38	21,2	4,5	26,9
Аминокислоты (0,5 л/т, 1,5 л/га)	3,6	3,97	1,35	22,0	5,3	31,7
Аминокислоты (1,0 л/т, 3,0 л/га)	3,6	4,39	1,40	22,8	6,1	36,5
Смесь микроэлементов (хелаты) (50,2 мг/т, 150,6 мг/га)	3,7	3,76	1,23	18,8	2,1	12,6
Смесь микроэлементов (хелаты) (100,4 мг/т, 301,2 мг/га)	3,5	3,86	1,31	19,6	2,9	17,4
Смесь микроэлементов (неорганические соли) (27,5 мг/т, 82,6 мг/га)	3,7	3,79	1,25	17,7	1,0	6,0
Смесь микроэлементов (неорганические соли) (55 мг/т, 165,2 мг/га)	3,2	3,71	1,21	18,2	1,5	9,0
НСР <sub>05</sub>				0,9		

Наиболее высокая прибавка урожая получена при применении в технологии возделывания картофеля комплекса аминокислот в более высоких дозах (1,0 л/т, 3,0 л/га). При внесении этого удобрения в меньших дозах прибавка урожая была ниже. Обработка клубней и растений комплексом аминокислот и микроэлементов способствовала также формированию высокого урожая.

Для получения раннего урожая картофеля большое значение имеет предпосадочная подготовка клубней. Собранный урожай клубней сортируют на фракции: массой 40-80 г – на семена, более 80 г – на продовольственные цели.

Сортировка убранных клубней по фракциям (табл. 3) показала, что микроудобрения оказали существен-

ное влияние на выход товарного картофеля (крупной фракции – > 80 г), особенно при применении аминокислот (71,7-74,5%, на контроле – 60,7 %) и комплекса аминокислот и микроэлементов (71,1-71,7 %). При этом, с увеличением дозы удобрения возрастал выход крупной фракции. Более того, в указанных вариантах формировались более крупные клубни с большей массой в контрольном варианте. Увеличение большего числа клубней с куста и массы одного клубня обусловило значительное повышение общей массы клубней с куста. Максимальная масса товарных клубней отмечена в варианте с применением комплекса аминокислот на семенах в дозе 1,0 л/т и на растениях в дозе 3,0 л/га.

**3. Влияние различных форм микроудобрений на фракционный состав клубней картофеля**

Вариант опыта	<40 г			40-80 г			>80 г		
	Число клуб./куст	Масса, г/куст	Масса 1 клубня, г	Число клуб./куст	Масса, г/куст	Масса 1 клубня, г	Число клуб./куст	Масса, г/куст	Масса 1 клубня, г
Контроль – без обработки	1,5	22,0	14,7	1,8	93,0	51,7	5,1	667,1	130,8
Комплекс аминокислот и микроэлементов (0,5 л/т, 1,5 л/га)	0,6	15,0	25,0	2,0	139,6	66,8	6,4	904,3	145,6
Комплекс аминокислот и микроэлементов (1,0 л/т, 3,0 л/га)	0,6	15,6	26,0	2,0	144,0	69,8	6,6	1026,6	155,1
Аминокислоты (0,5 л/т, 1,5 л/га)	1,0	18,3	18,3	2,0	120,6	69,8	7,6	1037,8	161,5
Аминокислоты (1,0 л/т, 3,0 л/га)	0,6	14,0	23,3	2,3	153,6	72,0	8,6	1129,3	179,6
Смесь микроэлементов (хелаты) (50,2 мг/т, 150,6 мг/га)	0,9	14,0	15,6	2,0	103,3	59,7	5,6	880,0	136,7
Смесь микроэлементов (хелаты) (100,4 мг/т, 301,2 мг/га)	0,6	13,3	22,2	2,3	125,8	60,3	6,0	898,0	137,5
Смесь микроэлементов (неорганические соли) (27,5 мг/т, 82,6 мг/га)	1,0	15,3	15,3	2,3	137,3	51,7	5,0	765,6	131,3
Смесь микроэлементов (неорганические соли) (55 мг/т, 165,2 мг/га)	0,6	14,0	23,3	2,0	139,6	54,7	5,6	873,3	136,6
НСР <sub>05</sub>	0,04	0,6	1,1	0,08	6,5	3,2	0,3	43,3	7,6

Что касается выхода средней (40-80 г) фракции, то если по числу клубней с куста значительной разницы не наблюдалось, то по крупности (массе одного клубня) она была существенной, как и общая масса средней фракции клубней с куста.

Питательная ценность картофеля определяется в первую очередь содержанием в клубнях крахмала, на долю которого приходится от 8 до 29 % основной массы сухого вещества. Общее содержание сухих веществ в клубнях составляет 25 %, на долю воды приходится 75 %. Клубни с высоким содержанием сухого вещества и крахмала обычно вкусные. Высокое содержание сахара (больше 2 %) в клубнях снижает их столовые качества, они становятся неприятно сладкими на вкус (Давоян, 2005).

Исследуемые формы микроудобрений по-разному влияют на накопление сухого вещества клубнями картофеля и интенсивность протекания в них углеводного обмена. Одни из них усиливают эти процессы, что приводит к повышению содержания в клубнях сухого вещества, сахара и крахмала; другие – ослабляют эти процессы, в результате чего снижается содержание указанных веществ в клубнях. Специфичность действия микроудобрений на обменные процессы, протекающие в клубнях картофеля, обусловлены их химическим составом.

Максимальное содержание крахмала в клубнях картофеля (24,4 и 24,1 %, на контроле 22,6 %) отмечено в

вариантах с применением удобрения на основе аминокислот (1,0 л/т, 3,0 л/га) и комплекса аминокислот и микроэлементов (0,5 л/т, 1,5 л/га) соответственно. В указанных вариантах содержание сухого вещества в клубнях картофеля было также максимальным (17,4 и 16,9 %, на контроле – 15,8 %).

Учитывая, что с повышением содержания в клубнях сахара столовые качества картофеля ухудшаются, можно с уверенностью отметить, что наиболее вкусные клубни с высокими пищевыми и вкусовыми качествами формировались в варианте с применением комплекса аминокислот (1,0 л/т, 3,0 л/га). В клубнях картофеля этого варианта содержание сахара было минимальным (0,8 %), а сухого вещества и крахмала – максимальным (17,4 и 24,4 %).

**Заключение.** Результаты исследований показали, что из микроудобрений, применяемых в опыте на картофеле, наиболее эффективным было удобрение на основе аминокислот, содержащее органическое вещество – 60%, азот (N) – 7, аминокислоты – 14,4%, в т.ч. свободные аминокислоты – 12%. Обработка этим удобрением клубней перед посадкой (1,0 л/т) и двукратно вегетирующих растений – в фазе полных всходов и в бутонизацию (3,0 л/га) обеспечила получение максимальной прибавки урожая клубней картофеля высокого качества – 36,5 % при урожайности на контроле 16,7 т/га.

#### Литература

1. ГОСТ 26176-91
2. ГОСТ 28561-90
3. Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства 5048-89.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985.
5. Настольная книга овощевода: справочник / Е.С. Каратаев, Б.Г. Русанов, А.В. Бешанов и др.; сост. Е.С. Каратаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 288 с.
6. Яшина И.М. Картофель / И.М. Яшина, Н.П. Столярова. – М.: ЗАО «Фитон», 2000. – 128 с.
7. Барчукова А.Я. Патент на изобретение RU 2331999 от 21.06.2006 / А.Я. Барчукова, Т.П. Косулина, Н.В. Чернышева, Я.К. Тосунов, Д.Ю. Косулина, С.В. Маслов, Т.В. Воскобойникова, В.Г. Калашникова.
8. Барчукова А.Я. Применение препарата Мелафен в растениеводстве / А.Я. Барчукова, Н.В. Чернышева, Я.К. Тосунов // В сб: Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань, 2014. – С. 177-208.
9. Тосунов Я.К. Эффективность препарата Атоник Плюс на картофеле / Я.К. Тосунов, А.Я. Барчукова // Труды КубГАУ. – 2014. – № 48. – С. 102-105.
10. Тосунов Я.К. Эффективность применения препарата Гидрогумин на картофеле / Я.К. Тосунов, А.Я. Барчукова, В.В. Дирин // Труды КубГАУ. – 2016. – № 58. – С. 167-170.
11. Вендило Г.Г. Удобрение овощных культур / Г.Г. Вендило, Т.А. Миканаев, В.Н. Петриченко, А.А. Скаржинский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 206 с.
12. Давоян Э.Н. Картофель / Э.Н. Давоян // В кн.: «Энциклопедия овощеводства». – Краснодар: Советская Кубань, 2005. – С. 88-123.

## EFFICIENCY OF NEW MICROFERTILIZERS FOR POTATO CULTIVATION TECHNOLOGY

A.Yu. Shatokhin, O.A. Shapoval

Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Sciences,  
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

*It has been shown that the application of new microfertilizers for the treatment of tubers before planting and vegetating plants at the stages of complete emergence and budding increased the yield of commercial potato tubers. The best results were obtained at the application of an amino acid fertilizer at rates of 1.0 and 0.5 L/t for tubers and 3.0 and 1.5 L/ha for plants, as well as a complex of amino acids and microelements (1.0 L/t and 3.0 L/ha). The yield gain was 31.6, 27.9, and 24.2%, respectively, the control yield being 19.0 t/ha. The yield of the coarse potato fraction (>80 g) increased by 68.6, 49.0, and 29.4%, respectively.*

*Keywords: complex, microfertilizers, amino acids, potato, yield, marketable value.*

УДК 631.82 : 631.416.1 : 631.445.4

## ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ АЗОТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Л.Б. Сайфуллина, к.с.-х.н., М.П. Чуб, д.с.-х.н., В.В. Пронько, д.с.-х.н., НПО «Сила жизни»,  
Т.М. Ярошенко, к.с.-х.н., Н.Ф. Климова, к.с.-х.н., Д.Ю. Журавлев, к.с.-х.н., НИИСХ Юго-Востока

*В длительном стационарном опыте на черноземе южном в Поволжье за 42 года наблюдений отмечено снижение запасов общего азота как в пахотном слое, так и в почвенном профиле 0-100 см. Убыль азота происходит в контрольном варианте и в варианте с разными дозами минеральных удобрений. Наиболее заметным изменением подвержена легкогидролизуемая фракция почвенного азота, определяемая по методу Шконде-Королевой. В вариантах без внесения удобрений, а также при внесении высоких доз азота ( $N_{57}$  кг д.в. на 1 га севооборотной площади) отмечена активная гидролизация негидролизуемых соединений данного элемента. Сохранение стабильной структуры азотистых соединений в пахотном слое почвы обеспечило внесение  $N_{39}$  на 1 га севооборотной площади.*

*Ключевые слова: чернозем южный, минеральные удобрения, общий азот почвы, легкогидролизуемые, трудногидролизуемые и негидролизуемые фракции азота.*

Систематическое внесение минеральных удобрений на почвах степного Поволжья оказывает существенное влияние не только на урожайность сельскохозяйственных культур, но и на их агрохимические свойства [1]. Ранее уже публиковались данные о трансформации запасов органического вещества [2, 3], а также валовых форм фосфора [4] и азота [3, 5] на разноудобренных фонах.

Однако определение только одних валовых соединений элементов питания не позволяет судить об особенностях их превращений в почве и, соответственно, ли-

шает возможности дать обоснованные прогнозные оценки изменения пищевого режима почв после внесения удобрений. Так, при анализе экспериментального материала за пять ротаций шестипольного севооборота установлено, что в неудобренной почве потери общего азота за 30 лет почти в 2 раза превышали дефицит его баланса за этот же период [5]. Эти результаты свидетельствуют, что запасы азота в почве формируются не только как следствие выноса с урожаем основной и побочной продукции. Немаловажное значение имеют и процессы гидролиза соединений азота почвы, а также его накопления, денитрификации и миграции вниз по почвенному профилю [6, 7].

Цель исследований – изучить влияние длительного применения минеральных удобрений на структуру азотистых соединений чернозема южного и процессы их гидролиза.

**Методика.** Исследования проводили в длительном стационарном опыте с удобрениями, заложенном в 1969-1971 гг. в опытном хозяйстве НИИСХ Юго-Востока близ Саратова. До 1992 г. исследования велись в шестипольном зернопаропропашном севообороте, а с 1992 г. – в зернопаровом. Опыт развернут во времени на трех полях с последовательным вхождением первого поля севооборота. В 2012–2014 гг. в опыте завершена седьмая ротация севооборота со следующим чередованием культур: 1 – пар черный; 2 – озимая пшеница; 3 – яровая пшеница; 4 – просо; 5 – ячмень; 6 – овес.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднемогучный тяжелосуглинистый. Исходная