

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ВКЛЮЧЕНИЕМ АМИНОКИСЛОТ НА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ

О.А. Шаповал, д.с.-х.н., И.П. Можарова, к.с.-х.н., А.С. Пономарева, ВНИИА
127550, Россия, Москва, ул. Прянишникова, 31А
e-mail: elgen@mail.ru e-mail: elgen@mail.ru e-mail: elgen@mail.ru

Показано, что применение новых форм полифункциональных удобрений с включением аминокислот для некорневых подкормок посевов пшеницы яровой в разных почвенно-климатических условиях способствовало повышению урожайности и качества зерна. Прибавка урожая колебалась от 31,5 до 52,5% – в Московской области, от 8,7 до 15,1% в Ульяновской области и от 2,4 до 9,6% в Курганской области.

Ключевые слова: полифункциональные удобрения, аминокислоты, пшеница, урожайность, качество.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.08

Стабилизация продуктивности зерновых культур, повышение устойчивости к неблагоприятным климатическим факторам – одни из самых перспективных и трудных задач, поставленных перед научным сообществом. Их решение позволит ослабить одни из самых острых проблем – обеспечение населения высококачественными продуктами питания, кормами для животных, сырьем для перерабатывающей промышленности, снижение дефицита белка.

Производственный опыт показывает, что современные сорта и гибриды интенсивного типа более чувствительны к стрессовым факторам [1]. Основными причинами, определяющими физиологическую депрессию являются температурный, водный, световой и солевой (почвенный), пестицидный стрессы. Поэтому в последнее время возрос интерес к комплексным полифункциональным удобрениям, в состав которых входят аминокислоты. Научными исследованиями доказано, что обработка культур аминокислотами – пролином, аргинином, аспаргиновой, глутаминовой, янтарной кислотами, а также олигосахаридами, моно- и дисахаридами и другими биологически активными веществами усиливает защиту сельскохозяйственных культур от фитострессов.

В растении синтезируются 20 протеиногенных аминокислот, функции остальных 200 изучены мало, однако известно, что они легко подвергаются метаболизму и служат источником ионов аммония для синтеза белка. Из хорошо исследованных функций непротеиногенных аминокислот в растениях можно выделить их транспортную форму азота в растение, основную запасную форму азота в семени и быструю эффективную регуляцию количества доступного NH_4^{++} для растения [2].

Ряд исследователей считает, что часть аминокислот является предшественниками или активаторами фитогормонов, основных ферментов, они активизируют антиоксиданты, что обуславливает высокий статус для обеспечения адаптации к стрессам, как механизма защиты растений от неблагоприятных факторов [3]. Использование таких полифункциональных удобрений, которые находятся на пике научного прогресса, особенно важно при выращивании основных, стратегически важных культур. Комплексные водорастворимые удобрения дополняют традиционные схемы минерального питания с применением основных удобрений при

выращивании зерновых культур и позволяют получить максимальный эффект и улучшить качественные характеристики [4].

Производителю сельскохозяйственной продукции порой сложно разобраться в преимуществах новых инновационных удобрений. Проведение государственных независимых регистрационных испытаний по определению биологической эффективности инновационных удобрений в РФ, которые осуществляют во всех почвенно-климатических зонах, помогает, в том числе, определить их влияние на биометрические показатели растений, устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, и как следствие на урожайность и качество продукции.

Методика. Регистрационные испытания удобрений на основе комплекса аминокислот с макро- и мезоэлементами, проводились в 2016–2017 гг. на зерновых культурах в Московской, Ульяновской и Курганской областях. В условиях Московской области испытывали удобрение *Хербагрин флуизан* (сухое вещество – 53,4%, зола – 12,0, белок – 12,9, сахара – 8,5%, азот аммонийный (N-NH_4) – 2,6, азот нитратный (N-NO_3) – 3,4, фосфор (P_2O_5) – 0,09, калий (K_2O) – 4,6%), изготовитель – Сановита Продуктионс – унд Фертрибс ГмбХ (Германия).

Исследования проводили в полевом опыте на яровой пшенице сорта Любава. Почва опытного участка дерново-подзолистая на покровном суглинке. Мощность пахотного слоя 27-29 см при содержании гумуса до 2,2%, $\text{pH}_{\text{сол}}$ около 5,7-5,8, подвижного фосфора 145-155 мг/кг и обменного калия 100-115 мг/кг почвы.

Предшественник – озимая пшеница. Перед посевом вносили азофоску в дозе $\text{N}_{64}\text{P}_{64}\text{K}_{64}$. Посевы пшеницы в опыте также обрабатывали средствами защиты растений: гербицидом Линтур в норме 175,0 г/га, инсектицидом БИ – 58 Новый – 0,5 л/га, фунгицидом Альто Супер – 0,5 л/га.

Схема опыта:

1. Контроль. Фон $\text{N}_{64}\text{P}_{64}\text{K}_{64}$
2. Фон $(\text{NPK})_{64}$ + Хербагрин флуизан. Некорневая подкормка растений: 1-я в фазе полных всходов, 2-я в фазе кущения; расход агрохимиката – 0,1 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
3. Фон $(\text{NPK})_{64}$ + Хербагрин флуизан. Некорневая подкормка растений: 1-я в фазе полных всходов, 2-я в

фазе кушения; расход агрохимиката – 0,2 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон (НРК)₆₄ + Хербегрин флуизан. Некорневая подкормка растений: 1-я в фазе полных всходов, 2-я в фазе кушения; расход агрохимиката – 0,3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Площадь опытных делянок 100 м², учётная площадь – 50 м². Повторность – четырёхкратная.

Исследования удобрения *Фербиа* проведены в 2016 г. в условиях Курганской области. Состав удобрения: (азот (N) – 3,0, фосфор (P₂O₅) – 3,0, калий (K₂O) – 3,0, магний (MgO) – 1,0, свободные аминокислоты – 4,0%); изготовитель – Акционерное общество «Фербиа» (Япония).

Испытания проводили на яровой мягкой пшенице сорта Исеть 45. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный маломощный среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое (0-20 см) – 4,31 %; рН_{H2O} 6,64, содержание подвижного P₂O₅ (по Чирикову) – 98 мг/кг почвы, обменного K₂O – 323, нитратного азота N-NO₃ – 8,9 мг/кг почвы. Содержание микроэлементов: медь 0,1 мг/кг (низкое), цинк 0,56 (низкое), марганец 17,6 (среднее), кобальт 0,1 (низкое), бор 1,34 мг/кг (высокое).

Предшественник – чистый пар. Перед посевом вносили аммофос (N₆P₁₅). В фазе кушения (16 июня) посева обрабатывали баковой смесью гербицидов (Эстерон, 0,5 л/га + Магнум, 5 + Ластик экстра, 1 + Гумимакс, 0,5 л/га). После цветения пшеницы проведено опрыскивание посевов против листовых фитопатогенов фунгицидом Колосаль (0,5 л/га).

Схема опыта:

1. Контроль. Фон НРК.

2. Фон НРК + Фербиа. Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 35 мл/т семян, расход рабочего раствора – 10,0 л/т. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кушения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 0,2 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

3. Фон НРК + Фербиа. Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 100 мл/т семян, расход рабочего раствора – 10,0 л/т. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кушения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 0,2 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон НРК + Фербиа. Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 100 мл/т семян, расход рабочего раствора – 10,0 л/т. Некорневая подкормка растений в фазе кушения, расход агрохимиката – 0,3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

В 2017 г., также в условиях Курганской области, на яровой мягкой пшенице сорта Арка проводили испытания удобрения *Реновация марка Комплекс* – (азот (N) – 1,1%, фосфор (P₂O₅) – 3,6, калий (K₂O) – 5,0, свободные аминокислоты – 8,5%); изготовитель – Агролабораториос Нутрисионалес, С.А. (Испания).

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое (0-20 см) – 3,47 %; рН_{H2O} 5,99; содержание подвижного P₂O₅ (по Чирикову) – 86 мг/кг почвы, обменного K₂O – 180, нитратного азота N-NO₃ – 13,5 мг/кг почвы.

Предшественник – чистый пар. В качестве фона вносили аммофос в дозе 0,5 ц/га (N₁₂P₅₂). В фазе кушения проводили обработку посевов баковой смесью гербицидов (Балерина, 0,3 л/га + Ларен, 10 г/га + Ластик экстра, 1 л/га) с добавлением фунгицида

Фалькон 0,6 л/га. Опрыскивание посевов фунгицидом системного действия (Фалькон 0,6 л/га) против листовых фитопатогенов проведено в фазе колошения пшеницы.

Схема опыта:

1. Контроль. Фон НРК.

2. Фон НРК + Реновация марка Комплекс. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кушения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

3. Фон НРК + Реновация марка Комплекс. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кушения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 2,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

4. Фон НРК + Реновация марка Комплекс. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кушения, 2-я – в фазе колошения, расход агрохимиката – 3,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Фенологические наблюдения, учет густоты всходов, определение структуры урожая проводили по [5]. В растительных образцах определяли содержание сухого вещества, азота – по [6]. Содержание белка в зерне устанавливали путем умножения содержания общего азота на коэффициент 5,7 [7]; качество зерна (массу 1000 зерен по [8], содержание клейковины по [9, 10]) в аналитической лаборатории; учет урожайности путем сплошного обмолота всей массы с учетной делянки комбайном САМПО – 500. Данные по учету приводились к 100 %-ной чистоте и 14 %-ной влажности [11]. Количество клейковины определяли по [6], количество белка по [12]. Полученные результаты исследований подвергали математической обработке методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов [13]. Статистическая оценка достоверности полученных результатов проведена на основе дисперсионного анализа при 95%-ном уровне значимости с использованием программы AGROS версия 2.06.

Результаты и их обсуждение. В Московской области весенне-летний период 2016 г. заметно отличался от среднееголетних. В апреле среднемесячная температура составила 8,0°C против 5,9°C среднееголетних, аналогичная картина наблюдалась и по количеству выпавших за месяц осадков – 44,0 мм, относительно среднееголетних – 35,4 мм. В мае осадков выпало 73,1 мм, относительно многолетних – 52,4 мм, при среднемесячной температуре 15,2°C, против 12,6°C по среднееголетним. В июне в среднем за месяц температура превышала среднееголетние на 5,3°C и составила 22,3°C, при этом осадков выпало 74,5 мм, что на 1,4 мм ниже среднееголетней. В июле превышение температурного режима составило 2,9°C, а по выпавшим осадкам – на 69,5 мм при среднееголетних данных 85,8 мм, в августе температура превышала среднееголетние данные на 2,9°C, а по осадкам – на 92,1 мм.

В сложившихся погодных условиях вегетационного периода некорневые подкормки пшеницы яровой сорта Любава агрохимикатом Хербегрин флуизан способствовали повышению основных показателей структуры урожая. Количество продуктивных стеблей, относительно контроля (326 шт/м²) увеличилось – на 7,1-39,8%, длина главного колоса – на 3,3-18,9% (контроль – 9,0 см), масса зерна с главного колоса – на 6,7-8,0%. Двукратная некорневая подкормка пшеницы яровой в ранних фазах роста и развития повлияла в дальнейшем на состояние выполненности зерна, что заметно отра-

зилось на массе 1000 зёрен, которая увеличилась на 5,7-12,1%.

Самая высокая урожайность пшеницы яровой сорта Любава в исследованиях получена при применении удобрения Хербагрин флуизан в дозе 0,3 л/га (табл. 1).

1. Урожайность и качество яровой пшеницы сорта Любава при применении удобрения Хербагрин флуизан (2017 г.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зёрен, г	Белок (N 5,7) % с.в.	Клейковина
		т/га	%			
Контроль (без обработки)	3,58	-	-	41,86	10,93	19,4
Хербагрин флуизан, 0,1 л/га	4,71	1,13	31,5	44,23	11,97	23,9
Хербагрин флуизан, 0,2 л/га	5,31	1,73	48,3	46,01	11,84	23,6
Хербагрин флуизан, 0,3 л/га	5,46	1,88	52,5	46,91	16,00	33,3
НСР _{0,05}	0,45	-	-	-	-	-

Под действием удобрения повышалось качество урожая. Содержание белка и клейковины в зерне увеличилось – на 0,9-5,1 и 4,2-13,9% соответственно.

Вегетационный период 2016 г. в Курганской области характеризовался неравномерным распределением гидротермических ресурсов. Весенние запасы влаги в почве были хорошими благодаря снежной зиме. В мае выпало только 9,5 мм осадков (24 % от нормы), температурный режим в первые декады был чуть ниже нормы, в третьей декаде отмечалось значительное повышение температуры воздуха (+3,4⁰С к среднемноголетней). Июнь был благоприятным для роста и развития пшеницы с достаточным количеством влаги и несколько пониженным температурным режимом. Всходы появились дружно, и последующее кушение проходило в комфортных условиях среды. Применение агрохимиката Фербия для обработки семян способствовало повышению полевой всхожести семян на 4-8%. Некорневая подкормка посевов в фазе кушения положительно сказалась на продуктивном стеблестое, количество продуктивных стеблей в опытных вариантах превышало контрольный показатель на 1,5-4,6%. В июле прошли проливные дожди (+318% к норме). Обилие влаги и температура 19,6⁰С, чередование солнечных дней и дней с дождливой погодой способствовали массовому распространению листовых инфекций.

Поражение растений яровой пшеницы корневыми гнилями составило 5,3 % при распространенности болезни 72%. Также наблюдалось поражение мучнистой росой (19,4 %), первичное проявление инфекции отмечено в начале июля (фаза флаг-листа) в основном на нижних ярусах листьев. Несколько позже листья поразились бурой листовой ржавчиной, которая интенсивно развивалась при благоприятных погодных условиях среды, особенно сильно были поражены флаговые листья. Поражение данным патогеном составило 11,2 % в целом по растению и 0,4 по флаг-листу, распространенность – 84 %. Поэтому фактор поражения болезнями был в 2016 г. одним из основных лимитирующих. Однако и в этих условиях за счет использования удобрения Фербия были получены достоверные прибавки урожая яровой пшеницы (табл.2).

Кроме продуктивности культуры учитывали качество зерна по содержанию сырой клейковины и количеству белка. Содержание сырой клейковины в зерне увеличилось на 1,0-1,6 % относительно контроля. Полученное зерно относилось ко II группе качества клейковины (75-80 ед. ИДК).

2. Урожайность и качество яровой пшеницы сорта Исеть при применении агрохимиката Фербия (2017 г.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зёрен, г	Белок	Клейковина
		ц/га	%			
Контроль	24,0	-	-	31,7	9,9	21,0
Фербия, 35 мл/т + 0,2 л/га кушение + 0,2 л/га колошение	25,4	1,4	5,8	33,0	10,4	22,6
Фербия, 100 мл/т + 0,2 л/га кушение + 0,2 л/га колошение	26,3	2,3	9,6	32,7	10,1	22,0
Фербия, 100 мл/т + 0,3 л/га кушение	25,9	1,9	7,9	31,4	9,8	20,7
НСР ₀₅	0,97	-	-	-	-	-

В 2017 г. в Курганской области погодные условия отчетного периода были благоприятны для роста и развития яровой пшеницы. Весенние запасы влаги в почве были хорошими благодаря снежной зиме. В мае выпало 58 мм осадков (176 % от нормы) дожди прошли в основном в третьей декаде. Температура в мае была на 0,5⁰С ниже нормы. Июнь характеризовался достаточным количеством влаги и температурным режимом в пределах 16-19,8⁰С. Кушение и начало стеблевания пшеницы проходили при достаточном увлажнении. Первые декады июля отличались недобором тепла. Увлажнение первой и третьей декад месяца было выше нормы, во второй декаде выпало 20 мм осадков, или 42% нормы. Обилие влаги способствовало формированию растений. Некорневые подкормки посевов удобрением Реновация марка Комплекс способствовали увеличению количества продуктивных стеблей на 1,0-4,5%, длины колоса – на 4,2-8,3, числа зерен в колосе – на 2,4-5,5%.

Погодные условия были благоприятны для развития и распространения листовых инфекций (мучнистая роса и бурая ржавчина). Поражение яровой пшеницы в фазе начала кушения обыкновенными корневыми гнилями составило 8,3% при распространенности болезни 47%, что находится в пределах порога вредоносности. В период вегетации культуры наблюдалось поражение мучнистой росой, первичное проявление инфекции отмечалось в фазе выхода в трубку, патоген питался в основном на нижних ярусах листьев (развитие 6,5%). Несколько позже отмечалось появление бурой листовой ржавчины (0,8%), которая интенсивно распространялась при благоприятных для патогена погодных условиях среды. Чтобы устранить поражение болезнями была проведена повторная обработка фунгицидом Фалькон, 0,6 л/га в фазе колошения пшеницы.

В результате некорневая подкормка растений удобрением Реновация марка Комплекс в фазы кушения и колошения пшеницы обеспечила получение достоверной прибавки урожая яровой пшеницы от 1,3 до 1,9 ц/га (3,2-4,6%) (табл.3).

3. Урожайность и качество яровой пшеницы сорта Арка при применении удобрения Реновация марка Комплекс, 2017 г.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Масса 1000 зёрен, г	Белок	Клейковина
		ц/га	%			
Контроль	40,8	-	-	34,4	9,8	20,3
Реновация марка Комплекс, 1,0 л/га кушение + 1,0 л/га колошение	42,7	1,9	4,6	34,0	9,9	20,9
Реновация марка Комплекс, 2,0 л/га кушение + 2,0 л/га колошение	41,8	1,0	2,4	34,0	10,0	20,9
Реновация марка Комплекс, 3,0 л/га кушение + 3,0 л/га колошение	42,1	1,3	3,2	34,1	9,5	19,9
НСР ₀₅	1,26	-	-	-	-	-

Содержание сырого протеина (белка) и клейковины в зерне оставалось на уровне контроля. Наилучшие результаты получены в варианте с двукратной некорневой подкормкой в дозе 1,0 л/га.

Заключение. По результатам исследований в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации были определены оптимальные концентрации и нормы расхода удобрений на основе комплекса аминокислот.

Все исследуемые удобрения оказали положительное влияние на продуктивность растений и качество выращенной продукции. Прибавка валового урожая колебалась от 31,5 до 52,5% при урожайности на контроле 3,58 т/га в Московской области, от 8,7 до 15,1% при

урожайности на контроле 34,5 ц/га в Ульяновской области, от 2,4 до 9,6% при урожайности на контроле 24-42,7 ц/га в Курганской области.

Полученные результаты возможно использовать в дальнейшем для включения в технологии выращивания зерновых культур.

Литература

1. *Аминокислоты* для подкормки урожая. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroperspectiva.com.ua/ru/aminokisloty-dlja-podkormki-urozhaja/>
2. *Швартау В., Михальска Л.* Некорневое питание растений азотными удобрениями. [Электронный ресурс]. URL: <http://propozitsiya.com/vnekornevoe-pitanie-rasteniy-azotnymi-udobreniyami/>
3. 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 Annuum* L.) cultivars // International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS), 2015, Vol. 1. Is. 1. PP 35-44.
4. *Котиков М.В., Богомаз М.А., Ториков В.Е.* Урожайность сортов картофеля при применении водорастворимых удобрений Тетрафлекс // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – №2. – С. 58-60.
5. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.* – М., 1985. – 263 с.
6. ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200024323> Дата обращения: 21.09.16.
7. *Практикум по агрохимии* (под ред. И. В. Пустового) – М.: Агропромиздат, 1985. – 308 с.
8. ГОСТ 28636-90 Семена малораспространенных кормовых культур. Сортные и посевные качества. Технические условия. <http://docs.cntd.ru/document/1200023678>
9. ГОСТ 3040-55 Зерно. Методы определения качества (с изменением N 4). <http://docs.cntd.ru/document/1200023834>
10. ГОСТ 9404-88 Мука и отруби. Метод определения влажности. <http://engengr.ru/gost-9404-88>
11. ГОСТ 27548-97 Корма растительные. Методы определения содержания влаги. <http://docs.cntd.ru/document/437012615>.
12. ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. <http://docs.cntd.ru/document/1200023864>
13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

EFFICIENCY FOR GRAIN CROPS CULTIVATION OF MULTIFUNCTIONAL FERTILIZERS WITH INCLUSION OF AMINO ACIDS

*O.A. Shapoval, I.P. Mozharova, A.S. Ponomareva
Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia*

It has been shown that the use of new forms of multifunctional fertilizers with the inclusion of amino acids for foliar applications of spring wheat in different soil and climatic conditions contributed to an increase in yield and grain quality. Value of additional yield fell between 31.5-52.5%, 8.7-15.1% and 2.4-9.6% for Moscow, Ulyanovsk and Kurgan regions respectfully.

Key words: multifunctional fertilizers, amino acids, yield, quality

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А.М. Алиев, д.с.-х.н., Е.Н. Старостина, Н.А. Кирпичников, д.с.-х.н., Г.А. Ивашенков, ВНИИА

Работа выполнена по госзаданию № 0572-2014-0013

Показано влияние длительного применения удобрений и других средств химизации на урожайность зерна и энергетическую эффективность возделывания озимой пшеницы в полевом севообороте ЦРНЗ Российской Федерации. Длительное применение комплекса средств химизации обеспечивает получение 7-8 т/га зерна озимой пшеницы и значительно повышает энергетическую эффективность технологии её возделывания.

Ключевые слова: минеральные удобрения, севооборот, урожайность, свойства почвы, энергоёмкость энергетическая эффективность.