

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ ХЕЛАТОВ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И АМИНОКИСЛОТ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Т. Мухина, к.б.н., И.П. Можарова, к.с.-х.н., А.А. Кориунов, к.с.-х.н., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» 127550, Москва, ул. Прянишникова, 31А, Россия, elgen@mail.ru

Работа выполнена по госзаданию №0572-2019-0014

Изложены результаты исследований применения трех комплексов: хелатов микроэлементов, микроэлементов с аминокислотами и аминокислот в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Нижегородской области за 2018-2019 гг. Показано, что максимальная продуктивность получена при применении удобрений, содержащих хелатные формы микроэлементов и комплекс аминокислот с микроэлементами, которые способствовали существенному увеличению массы 1000 зёрен на 2,8-3,4 г (6,3-7,6%). Установлено, что максимальная прибавка урожая в 2018 г. была при применении комплекса микроэлементов с аминокислотами в дозе 1,5 л/га, что на 17,8 % выше контрольного варианта (25,9 ц/га), а в 2019 г. при применении двойной дозы комплекса аминокислот с микроэлементами – на 2,1 ц/га (5,6 %) выше контрольного варианта (37,3 ц/га).

Ключевые слова: комплекс микроэлементов с аминокислотами, комплекс хелатов микроэлементов, пшеница озимая, удобрения, урожайность, структура урожая, качество зерна.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.04

Зерновые культуры – стратегический продукт питания, поэтому разработка новых инновационных удобрений и введение их в технологию выращивания особенно важны. Один из способов эффективного использования минеральных удобрений, позволяющий увеличить урожайность зерна и повысить его качество, а также сократить затраты материальных ресурсов, – некорневые подкормки. В последние годы все большее распространение получают хелатные микроудобрения. Они обладают высокой биологической активностью, позволяют регулировать биохимические процессы, происходящие в растениях. Хелатные микроудобрения хорошо сочетаются с другими формами удобрений и пестицидами, что позволяет применять их в баковых смесях при проведении подкормок и мероприятий по защите растений. Кроме того, они подобны естественным формам нахождения микроэлементов в растениях, что способствует быстрому поглощению и более эффективному усвоению [1, 2]. Одним из наиболее эффективных приемов в современных интенсивных технологиях возделывания зерновых культур становятся некорневые подкормки специальными водорастворимыми комплексами удобрений, содержащих микроэлементы с аминокислотами – аминокислотами. Такие подкормки особенно эффективны в критические периоды развития растения, когда потребность его в питательных элементах высока.

Одни из самых активных участников метаболизма – аминокислоты, как компоненты самых разнообразных биохимических процессов, синтеза белковых и ростовых веществ, определяющие скорость и интенсивность роста растения. Введение аминокислот в состав комплексных удобрений является в настоящее время одним из самых перспективных способов повысить полифункциональность удобрений, придать им свойства биостимулирующего потенциала, которыми они обладают. Использование полифункциональных удобрений дополняет традиционные схемы минерального питания и позволяет получить максимальное повышение продуктивности растений и улучшение качественных характеристик продукции [3, 4].

В 2018-2019 гг. на базе Нижегородского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ проводили исследования разных форм удобрений.

Цель исследований – определить эффективность разных форм удобрений на озимой пшенице.

В ходе лабораторных, скрининговых и модельных опытов были выявлены и научно обоснованы оптимальные дозы удобрений, использованные в полевых исследованиях.

Методика. Исследования проводили на опытном поле Нижегородского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, расположенном в Кстовском районе Нижегородской области. В качестве объекта исследования был выбран сорт озимой пшеницы Московская 39.

Для соблюдения принципа единственного различия для исследований подобрали: хелатный комплекс микроэлементов на основе ЭДТА, комплекс на основе микроэлементов с аминокислотами и аминокислоты. В состав этих комплексов входит одинаковый набор с единым соотношением микроэлементов:

- **комплекс хелатов микроэлементов:** [борэтанолламин (В – 17 %) – 8,8 г + хелат цинка (Zn -15%) – 75,3 г + хелат марганца (Mn – 13%) – 57,7 г + хелат меди (Cu -15%) – 10 г + молибдат аммония (Mo –52%) – 0,6 г – *одинарная доза*; (борэтанолламин – 17,6 г + хелат цинка (Zn -15%) – 150,6 г + хелат марганца (Mn – 13%) – 115,4 г + хелат меди (Cu -15%) – 20 г + молибдат аммония (Mo –52%) – 1,2 г – *двойная доза*].

- **комплекс микроэлементов с аминокислотами:** [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% – *1,5 л/га*; 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% – *3,0 л/га*].

- **аминокислоты:** [органическое вещество – 60,0%, азот (N) – 7%, аминокислоты – 14,4%, в т.ч. свободные

аминокислоты – 12% – 1,0 л/га; органическое вещество – 60,0%, азот (N) – 7%, аминокислоты – 14,4%, в т.ч. свободные аминокислоты – 12% – 2,0 л/га].

Почва опытного участка – светло-серая лесная среднесуглинистая. Она обладает низким содержанием органического вещества (1,6%), средним – подвижного калия (108 мг/кг) и высоким – подвижного фосфора (231 мг/кг). Почва нуждается в известковании, поскольку характеризуется сильнокислой реакцией почвенной среды pH (4,2), средней степенью насыщенности основаниями (67%) и суммой поглощенных оснований (13,2 мг-экв/100 г).

В первый год исследования предшественником озимой пшеницы был клевер 1-го года пользования. Летом 2017 г. после первого укоса предшественника было проведено двукратное дискование с последующей вспашкой. Перед посевом проведены двукратная культивация, прикатывание посевов. Посев осуществлен 4

сентября 2017 г. При посеве внесено сложное минеральное удобрение (NPK 15:15:15) в дозе 100 кг/га физической массы, весной в фазе отрастания культуры внесена аммиачная селитра в дозе 100 кг/га физической массы. Норма высева озимой пшеницы составила 6,0 млн всхожих семян на 1 га. Во второй год предшественником был чистый пар. Летом 2018 г. провели культивацию с последующей вспашкой. Перед посевом проведены двукратная культивация, прикатывание посевов. Посев был 1 сентября 2018 г. При посеве внесено сложное минеральное удобрение (NPK 15:15:15) в дозе 50 кг/га физической массы, весной в фазе кущения внесли аммиачную селитру в дозе 100 кг/га физической массы. Норма высева пшеницы озимой составила 5,0 млн всхожих семян на 1 га. В течение вегетации каждый год проводили обработку посевов баковой смесью гербицидов Примадонна, СЭ и Гранилин, ВДГ. Схема опыта представлена в таблице 1.

1. Схема полевого опыта

№ вар.	Полное название варианта	Сокращенное название варианта
1	Контроль – фон NPK	Фон NPK
2	Фон NPK + комплекс хелатов микроэлементов, некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кущения – выхода в трубку; 2-я – в фазе цветения – начала колошения, одинарная доза, расход рабочего раствора 300 л/га	Фон NPK + комплекс ХМЭ, одинарная доза
3	Фон NPK + комплекс хелатов микроэлементов, некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кущения – выхода в трубку; 2-я – в фазе цветения – начала колошения, двойная доза, расход рабочего раствора 300 л/га	Фон NPK + комплекс ХМЭ, двойная доза
4	Фон NPK + комплекс аминокислот с микроэлементами, некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кущения – выхода в трубку; 2-я – в фазе цветения – начала колошения, расход – 1,5 л/га, расход рабочего раствора 300 л/га	Фон NPK + комплекс АМ+МЭ, 1,5 л/га
5	Фон NPK + комплекс аминокислот с микроэлементами, некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кущения – выхода в трубку; 2-я – в фазе цветения – начала колошения, расход – 3,0 л/га, расход рабочего раствора 300 л/га	Фон NPK + комплекс АМ+МЭ, 3,0 л/га
6	Фон NPK + аминокислоты, некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кущения – выхода в трубку; 2-я – в фазе цветения – начала колошения, расход – 1,0 л/га, расход рабочего раствора 300 л/га	Фон NPK + комплекс АМ, 1,0 л/га
7	Фон NPK + аминокислоты, некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе кущения – выхода в трубку; 2-я – в фазе цветения – начала колошения, расход – 2,0 л/га, расход рабочего раствора 300 л/га	Фон NPK + комплекс АМ, 2,0 л/га

Общая площадь опытных делянок 100 м², площадь учетных делянок 50 м². Повторность – четырехкратная. Расположение делянок последовательное.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия обоих годов исследования в целом характеризовались как благоприятные, однако 2019 г. был несколько более засушливым по сравнению с 2018 г. Среднемесячная

температура первой половины лета обоих годов была несколько выше климатической нормы (табл. 2). Погодные условия осенне-зимних месяцев 2017-2018 гг. и 2018-2019 гг. обеспечили достаточно хорошую сохранность растений озимой пшеницы к началу вегетации. Количество выпавших во время вегетации растений было незначительным.

2. Метеорологические условия вегетационных периодов

	Апрель, 2018 г.	Май, 2018 г.	Июнь, 2018 г.	Июль, 2018 г.	Апрель, 2019 г.	Май, 2019 г.	Июнь, 2019 г.	Июль, 2019 г.
<i>Температура воздуха, °C</i>								
Средняя многолетняя	3,1	11,4	16,5	18,6	5,4	12,8	16,3	19,1
Текущего года	6,0	15,1	16,5	21,0	7,0	16,0	18,5	17,1
Отклонение от нормы, °C	2,9	3,7	0	2,4	1,6	3,2	2,2	-2
<i>Осадки, мм</i>								
Средняя многолетняя	26	38	53	62	30	52	66	74
Текущего года	33,8	34	40	68	29,7	44	41,9	64,4
% к норме	130	90	75	110	99	85	63	87
ГТК за период	1,9	0,8	0,8	1,1	-	1	0,8	1,3

Наблюдения за наступлением фенологических фаз развития культуры показали, что проведение некорневых подкормок разными видами микроудобрений в изучаемых дозах не повлияло на скорость наступления основных фаз развития пшеницы озимой и на дату созревания культуры. Поражение растений корневыми

гнилями и листостеблевыми болезнями в текущем вегетационном сезоне не отмечено. Показатели элементов структуры урожая изменялись под воздействием изучаемых комплексов на фоне минерального питания (табл. 3).

3. Структура урожая пшеницы озимой сорта Московская 39

Вариант	Высота растений, см		Число продуктивных стеблей на 1 м ²		Длина колоса, см		Масса зерна в колосе, г		Масса 1000 зёрен, г	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Фон NPK	81,7	94,0	655	259	5,9	9,5	1,3	1,5	44,3	35,7
Фон NPK+ комплекс ХМЭ, одинарная доза	79,2	98,0	785	268	6,3	10,8	1,3	1,5	45,3	36,5
Фон NPK+ комплекс ХМЭ, двойная доза	80,7	90,1	746	287	6,0	9,4	1,5	1,4	47,7	35,5
Фон NPK+ комплекс АМ+МЭ, 1,5 л/га	85,3	85,0	805	273	6,5	9,7	1,4	1,4	47,1	36,7
Фон NPK+ комплекс АМ+МЭ, 3,0 л/га	79,4	92,7	696	285	6,2	8,1	1,4	1,4	47,1	35,2
Фон NPK+ комплекс АМ, 1,0 л/га	80,1	88,5	637	264	6,3	10,2	1,4	1,5	45,5	34,9
Фон NPK+ комплекс АМ, 2,0 л/га	82,2	97,8	824	265	5,7	10,4	1,6	1,4	46,1	35,1
НСР _{0,05}	8,2	7,90	189	23,1	0,7	1,4	0,3	0,2	1,9	2,0

Анализ данных таблицы 3 показал, что некорневая подкормка растений исследуемыми удобрениями на основе комплекса микроэлементов и аминокислот существенно влияет на формирование основных структурных элементов урожая.

Так, в 2018 г. повышались основные показатели структуры урожая: количество продуктивных стеблей – на 25,8 %, масса зерна в колосе – на 23,0 % при применении комплекса (Фон NPK + комплекс АМ, 2,0 л/га), длина колоса – на 10,1 % (Фон NPK+ комплекс АМ + МЭ, 1,5 л/га), масса 1000 зерен – на 2,2 – 7,6 %.

Аналогичная тенденция прослеживалась и в 2019 г. В результате применения комплекса хелатов микроэлементов и комплекса аминокислот количество продуктивных стеблей увеличилось на 2,3-10,8 %, длина колоса – на 13,6%. В результате, в варианте Фон NPK + комплекс АМ, 1,0 л/га масса зерна в колосе составила 1,5 г, что оказалось на уровне контроля, масса 1000 зерен возросла на 2,8 г в варианте Фон NPK + комплекс АМ+МЭ, 1,5 л/га.

Изменения показателей структуры урожая отразились на урожайности зерна в опыте. В 2018 г. в фоновом варианте она составила 25,9 ц/га. В опытных вариантах в этом же году урожайность зерна увеличилась на

1,9-4,6 ц/га. В вариантах, где отмечено существенное увеличение массы 1000 зерен, прибавка урожайности оказалась значительной. При проведении некорневых подкормок растений двойной дозой удобрений, содержащих хелатные формы микроэлементов, прирост урожайности составил 4,2 ц/га (16,2%). Некорневые подкормки комплексом аминокислот с микроэлементами в дозах 1,5 и 3,0 л/га обусловили урожайность 30,4-30,5 ц/га, что превысило фоновый вариант на 4,5-4,6 ц/га (17,4-17,8%). Несмотря на незначительные изменения в элементах структуры урожая, существенную прибавку урожайности зерна обеспечило также применение удобрения с аминокислотами в максимальной изучаемой дозе 2,0 л/га. Прибавка составила 4,4 ц/га (17%).

В 2019 г. в фоновом варианте урожайность зерна была 37,3 ц/га. В опытных вариантах она увеличилась на 0,6-2,1 ц/га. При проведении некорневых подкормок растений комплексом аминокислот с микроэлементами и хелатов микроэлементов в двойной дозе получена наибольшая прибавка урожая – 2,0-2,1 ц/га, что на 5,4 – 5,6 % выше контрольного варианта. Незначительная прибавка урожая получена при применении комплекса аминокислот в дозах 1,0 и 2,0 л/га, соответственно, 0,6 и 0,9 ц/га (1,6 и 2,4 %) (табл. 4).

4. Урожайность и качество озимой пшеницы сорта Московская 39

Вариант	Урожайность, ц/га		Прибавка к контролю				Белок, %		Клейковина, %	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.		2019 г.		2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
			ц/га	%	ц/га	%				
Фон NPK	25,9	37,3	-	-	-	-	17,4	13,3	34	22,6
Фон NPK+ комплекс ХМЭ, одинарная доза	28,1	38,5	2,2	8,5	1,2	3,2	17,5	13,5	34	24,0
Фон NPK+ комплекс ХМЭ, двойная доза	30,1	39,3	4,2	16,2	2,0	5,4	17,6	13,1	35	23,6
Фон NPK+ комплекс АМ+МЭ, 1,5 л/га	30,5	38,1	4,6	17,8	0,8	2,1	17,6	12,5	34	24,0
Фон NPK+ комплекс АМ+МЭ, 3,0 л/га	30,4	39,4	4,5	17,4	2,1	5,6	16,9	14,1	31	24,7
Фон NPK+ комплекс АМ, 1,0 л/га	27,8	37,9	1,9	7,3	0,6	1,6	17,8	13,2	33	24,7
Фон NPK+ комплекс АМ, 2,0 л/га	30,3	38,2	4,4	17,0	0,9	2,4	17,2	13,2	33	24,6
НСР _{0,05}	3,7	1,6								

Для зерна озимой пшеницы наиболее важными показателями, определяющими его качество, являются массовая доля сырой клейковины и содержание белка. В 2018 г. содержание сырой клейковины в зерне было высоким – 31-35%. Максимальное содержание (35%) обеспечили некорневые подкормки двойной дозой комплекса хелатов микроэлементов. Применение комплек-

са АМ + МЭ в дозе 3,0 л/га, напротив, способствовало снижению данного показателя на 3% относительно контрольного варианта и на 2-4% по сравнению с другими вариантами, где применялись различные виды микроудобрений. Количество белка в зерне озимой пшеницы в пересчёте на сухое вещество было высоким и изменялось от 16,9 до 17,8%. Минимальное содержание

(16,9%) получено при применении комплекса АМ + МЭ в дозе 3,0 л/га. По отношению к контрольному варианту снижение показателя равно 0,5 %. В 2019 г. содержание сырой клейковины в зерне составило 22,6-24,7%. Наибольшую прибавку по содержанию сырой клейковины показали варианты с применением Фон НРК + комплекс АМ + МЭ в дозе 3 л/га и Фон НРК + комплекс АМ в дозе 1,0 л/га – 9,3 % в сравнении с контролем.

Такая же тенденция установлена и в опытах с удобрениями на основе аминокислот, проводимых в рамках государственных регистрационных испытаний в различных агроклиматических зонах Российской Федерации.

В условиях Курганской области некорневые подкормки посевов пшеницы яровой сорта Арка удобрением Аминотал марки: Зерновой способствовали повышению урожая зерна на 3,7-5,4%, при урожайности на контроле 40,8 ц/га. В Нижегородской области удобрение Паверфол Амино Старт, КС на пшенице озимой сорта Московская 39 повысило урожайность зерна на 5,9-7%, при урожайности на контроле 27,2 ц/га. Прибавка урожая зерна пшеницы яровой сорта МиС (Владимирская обл.), под воздействием удобрения Мегафол-Протеин составила 10-17%, при урожайности на контроле 19,0 ц/га.

Заключение. В условиях Нижегородской области все исследованные комплексы оказали положительное

влияние на продуктивность растений озимой пшеницы и качество выращенной продукции. Максимальная продуктивность получена при применении удобрений, содержащих хелатные формы микроэлементов и комплекс аминокислот с микроэлементами, которые способствовали существенному увеличению массы 1000 зёрен – на 2,8-3,4 г (6,3-7,6%). В 2018 г. максимальная прибавка урожая была в варианте комплекс АМ + МЭ, 1,5 л/га и составила 4,6 ц/га, что на 17,8 % выше контрольного варианта (25,9 ц/га). В 2019 г. наибольшая прибавка отмечена при применении двойной дозы комплекса аминокислот с микроэлементами. Урожайность составила 39,4 ц/га, что на 2,1 ц/га (5,6 %) выше контрольного варианта.

Полученные результаты можно использовать в дальнейшем для включения в технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Котилов 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.
2. О механизме действия хелатных форм микроудобрений на клетки яровой пшеницы при некорневой обработке/В.М. Пахомова, Е.К. Бунтукова, И.А. Гайсин и др. // Вестник РАСХН. – 2005. – №3. – С. 26-28.
3. Аминокислоты для подкормки урожая. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agroperspectiva.com.ua/ru/aminokisloty-dlja-podkormki-urozhaja/>
4. Кошкин, Е.И., Хусейнов Г.Г. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур. Уч. пос. – М.: РГ-Пресс, 2020.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF FERTILIZERS BASED ON COMPLEXES OF CHELATES OF MICROELEMENTS AND AMINO ACIDS ON WINTER WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF NIZHNY NOVGOROD REGION

M.T. Mukhina, I.P. Mozharova, A.A. Korshunov

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: elgen@mail.ru

The results of research on the use of 3 complexes: chelates of trace elements, trace elements with amino acids and amino acids in the technology of winter wheat cultivation in the Nizhny Novgorod region for 2018-2019 are presented. It is shown that the maximum productivity indicators were obtained when using fertilizers containing chelated forms of trace elements and a complex of amino acids with trace elements, which contributed to a significant increase in the mass of 1000 grains by 2.8-3.4 g (6.3-7.6%). It is established that in 2018 the maximum yield increase was obtained with the application of a complex of trace elements with amino acids in the dose of 1.5 l/ha, which is 17.8% higher than the control group (25.9 kg/ha), and in 2019 the best results were obtained by applying a double-dose of complex chelated micronutrients, 2.0 t/ha (5.4 percent) above the control group (3.73 t/ha).

Keywords: complex of microelements with amino acids, complex of chelates of microelements, winter wheat, fertilizers, productivity, yield structure, grain quality.

УДК 539-022.532:633/635:631.46

УДОБРЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГРЕЧИХИ И МИКРОБИОЦЕНОЗ РАЗНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

Т.Ю. Мотина¹, к.б.н., И.А. Дегтярева^{1,2}, д.б.н.,

¹Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения – обособленное структурное подразделение ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, д. 20а, E-mail: niiaxp2@mail.ru

²Казанский национальный исследовательский технологический университет
Россия, 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68

Проведен сравнительный анализ развития гречихи в условиях вегетационных опытов на серой лесной почве и выщелоченном черноземе. Подтвержден положительный эффект применения комплексных удобрений нового поколения на основе консорциума микроорганизмов (*Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas brassicacearum*, *Sphingobacterium multivorum*, *Achromobacter xylosoxidans*) и минералов в нативном и наноструктурном виде. Плотность бактериальной суспензии $2,0 \cdot 10^9$ – $8,0 \cdot 10^9$ КОЕ/см³. Нативные агроминералы (глауконит, фосфорит, цеолит) применены в дозе 1,0 т/га, их наноструктурные аналоги (наноструктурные водно-глауконитная, фосфо-