

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНаВОДСТВА

УДК [633.14+633.11+633.112.9]«324»:631.842

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ¹, А. Р. ЦЫГАНОВ², М. А. ЛЕЩИНА¹, Э. М. БАТЫРШАЕВ³

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КАС С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМЫХ РЖИ, ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

²Президиум НАН Беларуси

³Институт почвоведения и агрохимии

(Поступила в редакцию 04.08.2010)

Для продовольственной безопасности страны необходимо обеспечить высокий уровень продуктивности сельскохозяйственных культур при оптимальном качестве продукции, сохранении или улучшении агроэкологических показателей окружающей среды, ориентируясь на экономические показатели данного производства.

Неблагоприятные климатические условия (длительные засушливые периоды, бесснежные морозные зимы) позволяют говорить о том, что возделывание озимой ржи, как культуры дающей в таких условиях высокие, стабильные урожаи, приобретает особую важность.

Озимая рожь в Беларуси – важнейшая продовольственная и кормовая культура. На почвах легкого гранулометрического состава ей принадлежит ведущая роль в группе зерновых культур. На долю озимой ржи в республике приходится 8,9% пашни, более 18% в валовых сборах и до 30% в государственных заготовках зерна [1].

Важной продовольственной культурой является озимая пшеница. В последнее время большой интерес представляет и озимая тритикале. Это обусловлено ее высокой продуктивностью и потенциальными возможностями. Озимая тритикале сочетает неприхотливость ржи в различных условиях развития и высокое качество зерна пшеницы. В настоящее время уже созданы сорта тритикале, которые в экстремальных условиях превосходят рожь и пшеницу.

Совмещение операций по внесению удобрений и средств защиты растений позволяет снизить количество проходов техники по посевам и, следовательно, сопутствующие затраты, тем самым повышая экономическую эффективность от применяемых средств [2].

Иногда ставится под сомнение положительное влияние некорневой подкормки удобрениями из-за малых доз внесения. Однако концентрация удобрений в почве при традиционном способе внесения, даже при больших дозах, меньше концентрации рабочих растворов при некорневой подкормке [3].

Наиболее распространенной формой азотных удобрений для проведения подкормки является КАС. Не следует обрабатывать КАС зерновые до стадии трех листьев, проростки, всходы, а также в случае повреждения средствами защиты растений, градом или при обнаженной корневой системе.

При проведении второй подкормки в фазе начала или середины трубкования растений (ДК 30–32), когда температура воздуха достигает + 16... + 18 °С и выше, доза удобрений не должна превышать 20–30 кг/га. Применение в таких условиях N₄₀ и более, особенно в солнечную погоду, может вызвать ожоги листьев и снижение урожайности. Поэтому при второй подкормке смесь целесообразно разбавить водой в соотношении 1 : 4 или 1 : 5 при тщательном перемешивании раствора.

Внесение КАС опрыскивателями с использованием технологической колеи позволяет распродлить азот по поверхности поля практически равномерно, чего нельзя добиться работая с твердыми формами удобрений и разбрасывателями центробежного типа [4].

Микроэлементы выполняют важнейшие функции в процессах жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы удобрения для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур [5].

Большой интерес представляет применение комплексных микроудобрений, содержащих микроэлементы в хелатной форме. Синтетические хелаты или комплексоны обладают определенной прочностью связи с микроэлементами и поступают в растения без изменений, и только в растении происходит их разрушение и переход микроэлементов в метаболиты растительных тканей. Применение микроэлементов в хелатной форме повышает их эффективность.

Цель исследований – разработка приемов совместного применения КАС с микроэлементами при возделывании озимых зерновых культур, определение их влияния на урожайность и качество зерна.

Материалы и методы исследования. Исследования с озимой тритикале сорта Дубрава, озимой пшеницей сорта Капылянка проводили в 2005–2007 гг. и с озимой рожью сорта Лота в 2008–2009 гг. на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Почва опытного участка имела низкое и недостаточное содержание гумуса (1,38–1,83%), повышенное и высокое содержание подвижных форм фосфора (240–324 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (185–240 мг/кг). Реакция почвенной среды была слабокислая и близкая к нейтральной (pH_{KCl} 5,9–6,4).

Предшественником озимой ржи была бобово-злаковая смесь. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 39,5 м², повторность – четырехкратная. Посев озимой ржи и пшеницы осуществлялся сеялкой RAU при норме высева 5, а озимой тритикале – 4,5 млн/га всхожих семян.

В опытах применяли мочевины (46% N), КАС (30% N), аммофос (10%N и 50% P₂O₅) и хлористый калий (60% K₂O).

В фазе начала выхода в трубку применялась некорневая подкормка озимых ржи, пшеницы и тритикале сульфатом меди в дозе 150 г/га и комплексным удобрением Витамар–3 стимулирующего действия в дозе 1 л/га ранцевым опрыскивателем. Объем рабочего раствора 300 л/га.

Комплексное микроудобрение Витамар–3 состоит из следующих компонентов: MgSO₄·7H₂O – 220 г, H₃BO₃ – 20 г, ZnSO₄·7H₂O – 20 г, MnSO₄·4H₂O – 120 г, CuSO₄·5H₂O – 260 г, (NH₄)₆Mo₇O₂₄ – 10 г, FeSO₄·7H₂O – 120 г, соль Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O – 10 г, гуматы – 50 мл на 1 л раствора. Также для некорневой подкормки озимой ржи применяли жидкое комплексное удобрение Эколист-3 в дозе 3 л/га (N – 10,5%, K₂O – 5,1, MgO – 2,5, B – 0,38, Cu – 0,45, Fe – 0,07, Mn – 0,05, Mo – 0,0016, Zn – 0,19%).

Агротехника возделывания озимых тритикале и ржи – общепринятая для условий Могилевской области. Учет урожая производили сплошным методом. Урожайные данные обработаны методом дисперсионного анализа [6].

Результаты и их обсуждение. Применение сернокислой меди в среднем за 2005–2007 гг. в фазу выхода в трубу способствовало на фоне N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС возрастанию урожайности зерна озимой пшеницы на 4,6 ц/га (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Эффективность комплексного применения КАС и микроудобрений при возделывании озимой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность зерна, ц/га				Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	средняя	
I. Без удобрений	27,0	25,9	24,4	25,8	–
II. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС	61,2	55,2	57,8	58,1	12,0
III. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Cu	65,3	60,3	62,6	62,7	13,7

Вариант опыта	Урожайность зерна, ц/га				Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	средняя	
IV. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ с Cu	65,6	59,2	63,1	62,6	13,7
V. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ + Витамар-3	65,2	60,6	65,0	63,6	14,1
VI. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ с Витамар-3	65,9	62,5	65,4	64,6	14,4
VII. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ + Cu + $N_{15}КАС$	69,9	63,0	67,3	66,7	14,4
НСР ₀₅	1,2	1,4	2,6		

В варианте с совмещением операций по внесению КАС и меди в дозе 150 г/га повышение урожайности зерна по сравнению с отдельным применением не наблюдалось, но при этом сокращалось количество проходов техники по полю и снижались расходы на использование средств химизации.

Применение комплексного удобрения стимулирующего действия Витамар-3 при отдельном внесении с КАС по сравнению с фоновым вариантом повышало урожайность зерна озимой пшеницы на 5,5 ц, а при совместном – на 6,5 ц/га. Таким образом, применение некорневых подкормок медью на почвах с низким и средним содержанием меди (1,4–1,5 мг/кг) и средним цинка (3,9–4,1 мг/кг) при возделывании озимой пшеницы по интенсивной технологии было весьма эффективным приемом. Несколько выше прибавка урожайности зерна была получена при использовании комплексного микроудобрения Витамар-3, содержащего микроэлементы в хелатной форме. Максимальная урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за 2005–2007 гг. (66,7 ц/га) достигалась при внесении меди и трехкратной подкормке озимой пшеницы азотными удобрениями (табл. 1). В вариантах с применением микроудобрений была высокой окупаемость 1 кг NPK кг зерна (13,7–14,4 кг), что на 1,7–2,4 кг выше по сравнению с фоном.

Некорневая подкормка сернокислой медью на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ в среднем за три года при отдельном внесении с КАС повышала содержание сырого белка в зерне и сырой клейковины на 0,6 и 1,1%, а при совместном – на 0,8 и 1,5% (табл. 2). Еще значительно улучшилось качество зерна озимой пшеницы при некорневых подкормках комплексным удобрением Витамар-3. При его применении отдельно с КАС содержание сырого белка и сырой клейковины по сравнению с фоновым вариантом возросло на 1,0 и 2,3%, а при совместном – на 1,2 и 2,9% соответственно.

Т а б л и ц а 2. Влияние некорневых подкормок микроудобрениями на качество урожая озимой пшеницы (среднее за 2005–2007 гг.)

Вариант опыта	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Сырая клейковина, %	Масса 1000 зерен, г
I. Без удобрения	9,8	2,2	21,5	40,2
II. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$	13,2	6,6	28,2	47,4
III. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ + Cu	13,8	7,4	29,3	48,6
IV. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ с Cu	14,0	7,5	29,7	48,7
V. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ + Витамар-3	14,2	7,8	30,5	48,8
VI. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ с Витамаром-3	14,4	8,0	31,1	49,1
VII. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ с Cu + N_{15}	14,7	8,4	31,9	48,5
НСР ₀₅	0,6		1,6	0,9

Наибольшее содержание сырого белка в зерне (14,7%) и сырой клейковины (31,9%) было в варианте VII, где применялась медь в сочетании с трехкратной подкормкой азотом ($N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$ с Cu + N_{15}). В этом же варианте был и максимальный выход сырого белка (8,4 ц/га).

По сравнению с фоновым вариантом ($N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}КАС$) применение меди отдельно или совместно с КАС увеличивало массу 1000 зерен озимой пшеницы на 1,4–1,5 г, а Витамара-3 – на 1,4–1,7 г.

Озимая тритикале сорта Дубрава на почвах со средним содержанием подвижной меди (1,6–1,7 мг/кг) и подвижного цинка (3,7–4,4 мг/кг) слабее отзывалась на применение микроэле-

ментов, чем пшеница. Некорневая подкормка медью в фазе начала выхода в трубку на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС при раздельном и совместном внесении с КАС в среднем за 2005–2007 гг. повышала урожайность зерна озимой тритикале на 1,9 ц и 2,8 ц/га соответственно (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние микроудобрений на урожайность зерна озимой тритикале

Вариант опыта	Урожайность зерна, ц/га				Окупаемость 1кг NPK, кг зерна
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	среднее	
I. Без удобрения	29,0	29,9	27,3	28,7	–
II. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС	59,0	60,0	61,4	60,2	11,7
III. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu	62,1	62,5	64,5	63,0	12,8
IV. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Cu	60,0	63,0	63,4	62,1	12,4
V. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	63,9	64,1	65,4	64,5	13,3
VI. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар-3	63,1	63,3	64,3	63,6	13,0
НСР ₀₅	1,7	1,8	2,0		

Некорневая подкормка озимой тритикале на фоновом варианте комплексным микроудобрением стимулирующего действия Витамар–3 при раздельном и совместном внесении увеличивала урожайность зерна на 3,4 и 4,3 ц/га.

Окупаемость 1кг NPK кг зерна при применении меди на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС при совместном внесении с КАС возрастала на 1,1 кг и совместном внесении с Витамаром–3 на 1,6 кг, что на 0,4 и 0,3 кг выше по сравнению с раздельным. Максимальная урожайность зерна озимой тритикале (64,5 ц/га) достигалась при совместном внесении КАС с Витамаром–3 на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС. Следует отметить, что урожайность зерна озимой тритикале в опытах была примерно на одном уровне с озимой пшеницей.

Некорневые подкормки медью и комплексным микроудобрением стимулирующего действия Витамар–3 способствовали повышению содержания сырого белка в зерне озимой тритикале (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Влияние микроудобрений на качество урожая озимой тритикале (среднее за 2005–2007 гг.)

Вариант опыта	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Обеспеченность 1к. ед. перевари-мым протеином, г
I. Без удобрения	10,1	2,5	34,7	59,9
II. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС	12,9	6,7	37,6	76,4
III. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Cu	13,5	7,2	37,8	80,0
IV. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu	13,4	7,3	38,0	79,4
V. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС+Витамар-3	13,8	7,5	38,8	81,8
VI. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	14,0	7,8	38,9	83,0
НСР ₀₅	0,6		1,0	

Применение меди на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС увеличивало содержание сырого белка в зерне озимой тритикале при раздельном внесении с КАС на 0,6%, а Витамара–3 при раздельном внесении с КАС – на 0,9%, а совместном – на 1,1%.

Некорневые подкормки микроудобрениями способствовали возрастанию выхода сырого белка с 1 га и обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином. Максимальный выход сырого белка (7,8 ц/га) и обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином (83 г) были отмечены в вариантах при совместном внесении КАС с Витамаром–3 на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС.

Применение Витамара–3 способствовало и возрастанию массы 1000 зерен озимой тритикале, которая по сравнению с фоновым вариантом выросла при раздельном внесении с КАС на 1,2 г, а при совместном – на 1,3 г.

Применение сернокислой меди на озимой ржи совместно с КАС в фазу выхода в трубу на фоне $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС способствовало возрастанию урожайности зерна озимой ржи на 4,7 ц/га (табл. 5).

По сравнению с фоновым вариантом $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС раздельное внесение Витама-3 повышало урожайность зерна озимой ржи на 3,3 ц/га, а совместное – на 4,6 ц/га.

Наибольшая окупаемость 1 кг NPK кг зерна отмечена в вариантах $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС с Cu – 12,9, $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС с Эколистом и с Витамаром-3 – 12,8 кг зерна озимой ржи. Это на 1,9 и 2,0 кг выше, чем в фоновом варианте.

Самая низкая масса 1000 зерен озимой ржи была в вариантах без применения удобрений и в варианте, где не проводились подкормки азотными удобрениями – $N_{16}P_{60}K_{90}$ (33,3 и 34,5 г соответственно).

Т а б л и ц а 5. Эффективность комплексного применения жидкого азотного удобрения КАС и микроудобрений при возделывании озимой ржи

Вариант опыта	Урожайность зерна, ц/га		Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1кг NPK, кг зерна	Масса 1000 зерен, г
	2008 г.	2009 г.				
I. Без удобрений	23,4	18,8	21,1			33,3
II. $N_{16}P_{60}K_{90}$	28,4	27,5	27,9	6,8	4,1	34,5
III. $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС	45,7	50,3	48,0	26,9	10,9	36,2
IV. $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС + Витама-3	50,2	52,4	51,3	30,2	12,3	36,5
V. $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС с Витамаром-3	52,4	52,8	52,6	31,5	12,8	36,7
VI. $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС + Эколист-3	49,6	53,5	51,6	30,4	12,4	36,3
VII. $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС с Эколистом-3	50,9	54,2	52,5	31,4	12,8	37,3
VIII. $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС с Cu	52,7	52,8	52,7	31,6	12,9	36,7
HCP ₀₅	2,2	2,2				0,7

Наиболее высокая масса 1000 зерен была в варианте $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС с Эколистом-3 и составила – 37,3 г. Это на 1,1 г выше по сравнению с фоновым вариантом.

Показатели массы 1000 зерен в остальных вариантах имели более низкие значения (36,3–36,9 г).

Выводы

1. На применение комплексного микроудобрения стимулирующего действия Витама-3 из изучаемых озимых зерновых культур наиболее отзывчивой оказалась озимая пшеница. Некорневая подкормка озимой пшеницы в фазе выхода в трубу сернокислой медью в дозе 150 г/га на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС при раздельном внесении с КАС повышала урожайность зерна на 4,6 ц/га и совместном – на 4,5 ц/га, комплексного микроудобрения в хелатной форме Витама-3 – на 5,5 и 6,5 ц/га соответственно.

Под влиянием меди содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы при раздельном и совместном ее внесении с КАС возросло на 0,6 и 0,8%, сырой клейковины – на 1,1 и 1,5%. Комплексное микроудобрение Витама-3 увеличивало содержание сырого белка при раздельном и совместном внесении с КАС на 1,0 и 1,2% и сырой клейковины – на 2,3 и 2,9% соответственно.

2. Применение сернокислой меди на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС повышало урожайность зерна озимой тритикале на 1,9 ц/га при раздельном и на 2,8 ц/га при совместном внесении с КАС, а содержание сырого белка в зерне при совместном использовании с КАС – на 0,6%. Некорневая подкормка комплексным микроудобрением Витамаром-3 увеличивала урожайность зерна озимой тритикале при раздельном и совместном внесении с КАС на 3,4 и 4,3 ц/га, а содержание сырого белка в зерне – на 0,9 и 1,1% соответственно.

3. Некорневая подкормка озимой ржи сернокислой медью при совместном внесении с КАС повышала урожайность зерна озимой ржи на фоне $N_{16}P_{60}K_{90} + N_{60} + N_{20}$ КАС на 4,7 ц, комплексными микроудобрениями в хелатной форме Витама-3 и Эколист-3 – на 4,6 и 3,6 ц/га соответственно.

Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. – Минск: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2006. – 227 с.
2. Г р у з д е в, Г. С. Эффективность баковых смесей пестицидов с азотными удобрениями / Г. С. Груздев, К. В. Дейков // Земледелие. – 1992. – № 6. – С. 27–28.
3. Н е м к о в и ч, А. И. Комплексные микроудобрения для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок озимых зерновых культур и озимого рапса / А. И. Немкович // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 4. – С. 63–64.
4. П р и в а л о в, Ф. И. Технология ухода за посевами озимых зерновых культур в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов, Э. П. Урбан, В. Н. Буштевич // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 2. – С. 3–6.
5. Р а к, М. В. Некорневые подкормки микроудобрениями в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, М. Ф. Дембицкий, Г. М. Сафроновская // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 2. – С. 25–27.
6. Д о с п е х о в, Б. А. Методика полевого опыта: учеб. пособие для вузов / Б. А. Доспехов. – Москва, 1985. – С. 311–317.

I. R. VILDFLOUSH, A. R. TSYGANOV, M. A. LESHCHINA, E. M. BATYRSHAEV

THE EFFICIENCY OF COMPLEX APPLICATION OF UAN (UREA AMMONIUM NITRATE) WITH MICROELEMENTS WHEN CULTIVATING WINTER RYE, WHEAT, AND TRITICALE ON SOD PODZOL LIGHT LOAMY SOIL

Summary

The article sums up the results of field experiments on the influence of complex application of urea ammonium nitrate UAN containing copper and chelate forms of microfertilizers Vitamir-3 and Ecolist-3 on the productivity and quality of winter cereals.