

УДК 633.81.095.337+631.811.98:633.14«324»:631.445.24(476)

И. Р. ВИЛЬДФЛУШ, А. А. ЦЫГАНОВА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ
И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ РЖИ
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Поступила в редакцию 21.02.2006)

В настоящее время в связи с возросшим плодородием почв, снижением почвенной кислотности и необходимостью получения высококачественной растениеводческой продукции проблема оптимизации питания растений микроэлементами особенно актуальна [1, 2]. Ее значимость определяется дефицитом белка и микроэлементов в урожае [3].

Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах служит основой для разработки технологий применения микроудобрений в конкретных условиях [4]. В последнее время отмечено снижение запасов подвижных форм микроэлементов в большинстве почв Беларуси, что обусловлено отрицательным балансом микроэлементов в земледелии в связи с недостаточным применением в сельском хозяйстве микроудобрений.

Как показали исследования белорусских ученых, наиболее рациональным способом применения микроудобрений являются некорневые подкормки, которые позволяют снабжать растения микроэлементами в наиболее важные периоды роста и вносить их на зерновые культуры совместно с жидким азотным удобрением КАС или пестицидами. Некорневая подкормка является приемом, позволяющим снизить дозу микроэлементов и повысить коэффициент их использования. Растения используют до 40–70% микроэлементов, вносимых на листья при опрыскивании посевов, тогда как при внесении в почву – лишь несколько процентов, а в некоторых случаях десятые доли процента [5].

Перспективное направление в использовании микроудобрений – применение комплексонов металлов [6, 7], которые поступают через листья при некорневых подкормках без изменений и только в растении происходит их разрушение и переход микроэлементов в метаболиты растительных тканей. Важной особенностью комплексонов является проявление биохимической активности в связи с содержанием в их составе фрагментов аминокислот [7].

Современным направлением повышения качества и урожайности продукции растениеводства является внедрение в сельскохозяйственное производство высоких энергосберегающих технологий с применением регуляторов роста растений, которые активизируют гормональную систему растительного организма и повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям выращивания (засухе, болезням и т. д.) [8, 9].

Цель исследований – изучение влияния совместного применения жидкого азотного удобрения КАС с медью, цинком и новым комплексным микроудобрением «Миком» на основе хелатов, а также регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой ржи.

Материалы и методы исследования. Исследования с озимой рожью сорта Игуменская проводили на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м, на опытном поле «Гушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА в 2002–2005 гг.

Общая площадь делянки с озимой рожью – 54 м², учетная – 39 м², повторность – четырехкратная. Предшественником озимой ржи – горох. Норма высева семян – 5 млн всхожих семян

на 1 га. В опыте применяли следующие минеральные удобрения: карбамид (46% N), КАС (30% N), аммонизированный суперфосфат (8% N, 30% P₂O₅) и хлористый калий (60% K₂O).

Проводили некорневые подкормки КАС в разбавлении водой 1:3, а также в начале выхода в трубку озимой ржи использовали смесь N₂₀КАС со 150 г сернокислой меди, 200 г сернокислого цинка и 2,5 л препарата «Миком». Комплексное микроудобрение «Миком» содержит микроэлементы в хелатной форме (рН 7,95, пл. 1,25 г/см³, массовая доля Zn – 3,22, Cu – 1,58, Mo – 0,1 и В – 0,28%). Некорневые подкормки осуществляли ранцевым опрыскивателем. В опытах с озимой рожью применяли регуляторы роста и развития нового поколения – эмистим С и агростимулин, разработанные в Институте биоорганической химии НАН Украины. Эмистим С – продукт жизнедеятельности эпифитных грибов, обитающих в ризосфере целебных растений (женьшень или облепихи), содержит сбалансированный комплекс фитогормонов ауксиновой, цитокининовой природы, аминокислот, углеводов, жирных кислот, микроэлементов. Агростимулин (ивин + эмистим С) – комплекс регуляторов роста природного происхождения и синтетических аналогов фитогормонов. Регуляторы роста вносили ранцевым опрыскивателем в дозе 10 мл/га на 200 л воды.

Почва по годам исследований имела низкое и недостаточное содержание гумуса (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка

Гумус, %	рН _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn
		мг/кг почвы			
2002 г.					
1,42	6,2	186	176	1,4	2,7
2003 г.					
1,72	6,2	188	167	1,3	2,6
2004 г.					
1,56	5,6	152	163	1,6	2,7
2005 г.					
1,45	5,7	150	118	1,5	3,4

Реакция почвы изменялась от слабокислой до близкой к нейтральной, обеспеченность подвижными формами фосфора колебалась от средней до повышенной, подвижным калием, медью и цинком – от низкой до средней.

Результаты и их обсуждение. Наиболее существенное влияние на повышение урожайности зерна озимой ржи оказали азотные удобрения. При увеличении доз азота от N₁₂ до N₇₀ на фоне P₄₅K₆₀ урожайность зерна возросла на 8,8 ц/га (табл. 2). Возрастание урожайности зерна озимой ржи наиболее существенно происходило при увеличении доз азота до 90 кг. Дальнейшее возрастание доз азота до 110 кг на фоне P₆₀K₉₀ лишь незначительно повышало урожайность зерна.

Т а б л и ц а 2. Влияние регуляторов роста, макро- и микроудобрений на урожайность зерна озимой ржи

Вариант опыта	Урожайность, ц/га					Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
	2002	2003	2004	2005	среднее		
Без удобрений	36,1	37,2	27,2	21,7	30,6	–	–
N ₁₂ P ₄₅ K ₆₀	44,3	42,8	34,6	24,4	36,5	5,9	5,0
N ₂₀ K ₆₀ + N ₅₀ в подк. с возоб. вег.	46,6	52,1	47,7	34,8	45,3	14,7	11,3
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ с возоб. вегет.	48,0	53,8	48,0	37,5	46,8	16,2	9,3
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ + агростимулин	50,8	57,5	51,7	40,1	50,0	19,4	11,1
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ + эмистим С	52,0	56,4	55,5	40,3	51,1	20,5	11,7
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС	49,1	53,4	54,4	36,5	48,4	17,8	7,4
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС с Cu	51,8	57,6	54,0	40,8	51,1	20,5	8,5
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС с Zn	52,2	55,6	54,1	41,2	50,8	20,2	8,4
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС с «Миком»	53,4	56,8	57,4	41,8	52,4	21,8	9,1
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС + N ₂₀ КАС	51,7	54,4	54,5	37,5	49,5	18,9	7,3
НСР _{0,05}	1,7	2,1	1,8	1,8	0,9		

На почвах I и II группы обеспеченности медью некорневая подкормка этим микроэлементом совместно с КАС способствовала возрастанию урожайности зерна в среднем на 2,7 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK кг зерна при применении меди возрастала на 1,2 кг и составила 8,5 кг (табл. 2).

На почве с низким содержанием цинка некорневая подкормка сернокислым цинком совместно с КАС повышала урожайность зерна озимой ржи в среднем за 4 года на 2,4 ц/га.

Применение комплексного микроудобрения «Миком» совместно с КАС обеспечивало более высокую прибавку урожайности зерна, чем подкормки медью или цинком. Урожайность зерна в этом варианте опыта по сравнению с фоном увеличилась на 4,0 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK кг зерна – на 1,7 кг и составила 9,1 кг.

Под влиянием возрастающих доз азотных удобрений возрастало содержание сырого белка в зерне озимой ржи. В среднем за 4 года в варианте с тремя подкормками азотными удобрениями N₅₀₊₂₀₊₂₀ на фоне N₂₀P₆₀K₉₀ оно возросло по сравнению с неудобренным контролем на 1,6% (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние удобрений и регуляторов роста на качество зерна озимой ржи

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г					Сырой белок, % на сух. в-во					Выход сырого белка, ц/га					Крахмал, % на сух. в-во				
	2002	2003	2004	2005	среднее	2002	2003	2004	2005	среднее	2002	2003	2004	2005	среднее	2002	2003	2004	2005	среднее
Без удобрений	48,3	49,2	51,9	44,6	48,5	11,9	12,0	8,6	9,8	10,6	3,7	3,9	2,0	1,8	2,8	62,2	59,2	63,0	63,4	61,9
N ₁₂ P ₄₅ K ₆₀	49,0	50,8	52,6	44,6	49,2	11,9	12,2	8,7	10,0	10,7	4,6	4,9	2,6	2,1	3,6	60,4	62,9	62,1	63,6	62,2
N ₂₀ K ₆₀ + N ₅₀ в подк. с возб. вег.	48,0	50,6	52,3	44,8	48,9	12,2	12,7	10,4	10,6	11,5	4,9	5,7	4,2	3,2	4,5	60,2	63,5	61,0	63,9	62,1
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ с возб. вегет.	48,1	49,6	50,5	43,3	47,9	12,2	12,5	9,9	10,8	11,4	5,0	5,8	4,0	3,5	4,6	60,3	59,7	61,9	64,0	61,5
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ + агростимулин	50,1	48,9	52,1	44,2	48,8	12,5	12,8	9,7	11,2	11,6	5,5	6,3	4,3	3,6	4,9	60,3	59,2	60,9	62,7	60,7
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ + эмистим С	48,4	50,9	51,8	44,7	49,0	12,3	13,0	9,9	11,2	11,6	5,5	6,3	4,6	3,6	5,0	59,9	59,8	62,1	61,0	60,7
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС	48,9	50,8	51,1	45,3	49,0	12,6	13,1	9,9	11,2	11,7	5,3	6,0	4,8	3,6	4,9	60,4	59,8	59,6	61,7	60,4
N ₂₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₅₀ + +N ₂₀ КАС с Cu	46,3	52,8	51,4	46,1	49,1	12,7	13,0	9,9	12,1	11,9	5,6	6,3	4,6	4,2	5,2	57,8	59,1	61,0	61,9	60,0
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС с Zn	47,2	50,8	52,0	45,4	48,9	13,1	13,0	11,8	12,0	12,5	5,9	6,2	5,5	4,2	5,4	56,7	60,2	62,2	63,1	60,6
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС с «Миком»	49,8	50,8	51,5	44,8	49,2	12,7	13,2	10,3	11,3	11,9	5,8	6,4	5,1	4,1	5,4	58,4	61,0	63,2	62,8	61,3
N ₂₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₅₀ + N ₂₀ КАС N ₂₀ КАС	49,2	48,8	51,7	44,5	48,6	13,1	12,9	11,4	11,6	12,2	5,8	6,0	5,4	3,8	5,2	58,8	58,6	60,6	62,1	60,0

В вариантах с применением микроэлементов прослеживается тенденция к возрастанию сырого белка. Наиболее существенным оно было в варианте с некорневой подкормкой цинком. В этом варианте опыта отмечено максимальное содержание сырого белка в зерне (12,5%) и самый высокий, также как и в варианте с применением комплексного микроудобрения «Миком», выход сырого белка (5,4 ц/га).

Применение регуляторов роста агростимулина и эмистима С повышало урожайность зерна озимой ржи по сравнению с фоном в среднем за 2002–2005 гг. на 3,2 и 4,3 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK зерна – на 1,8 и 2,4 кг соответственно. При использовании регуляторов роста была получена такая же урожайность, как и в варианте с дозами удобрений на 30% выше (табл. 2). Таким образом, применение регуляторов роста является важным элементом ресурсосберегающих технологий.

При обработке посевов агростимулином и эмистином С увеличивался выход сырого белка по сравнению с фоном N₂₀P₄₅K₆₀ + N₅₀ на 0,3 и 0,4 ц/га (табл. 3).

Нами была рассчитана экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста по методике, разработанной в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси [10]. Расчеты показали, что при внесении фосфорных и калийных удобрений на фоне небольших доз азота ($N_{12}P_{45}K_{60}$) затраты не окупались прибавкой урожая. Во всех стальных вариантах опыта, где применялось 70 кг азота и более, был получен условный чистый доход.

Некорневые подкормки микроэлементами повышали условный чистый доход и рентабельность применения удобрений. В вариантах с применением микроудобрений более высокий условный чистый доход и рентабельность были при применении комплексного микроудобрения «Миком» на фоне $N_{20}P_{45}K_{99} + N_{50} + N_{20}$ (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста при возделывании озимой ржи

Вариант опыта	Стоимость прибавки урожая, руб.	Всего затрат, руб.	Условный чистый доход, руб.	Рентабельность, %
Без удобрений	–	–	–	–
$N_{12}P_{45}K_{60}$	91450	98370	–	–
$N_{20}K_{60} + N_{50}$ в подк. с возб. вег.	227850	71260	156590	219,7
$N_{20}P_{45}K_{60} + N_{50}$ с возб. вегет.	251100	119475	131625	110,2
$N_{20}P_{45}K_{60} + N_{50}$ + агростимулин	300700	131015	169685	129,5
$N_{20}P_{45}K_{60} + N_{50}$ + эмистим С	317750	130544	187206	143,4
$N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}$ КАС	275900	162434	113446	69,3
$N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}$ КАС с Cu	317750	1679650	150100	89,5
$N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}$ КАС с Zn	313100	164594	148506	90,2
$N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}$ КАС с «Миком»	337900	178504	159396	89,3
$N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}$ КАС + N_{20} КАС	292950	178250	114709	64,3

При применении регуляторов роста агростимулина и эмистима С условный чистый доход возрос по сравнению с фоновым вариантом ($N_{20}P_{40}K_{60} + N_{50}$) на 38060 и 55580 руб., а рентабельность – на 19,3 и 33,2%. В вариантах с применением регуляторов роста был получен самый высокий в опыте условный чистый доход. Наибольшая рентабельность наблюдалась в варианте без внесения фосфорных удобрений ($N_{20}K_{60} + N_{50}$), что связано с их высокой стоимостью.

Выводы

1. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с недостаточным содержанием подвижных форм цинка и меди некорневые подкормки цинком на фоне $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}$ КАС повышали урожайность зерна озимой ржи в среднем за 2002–2005 гг. на 2,4 ц, медью – на 2,7 ц и комплексным микроудобрением «Миком» – на 4,0 ц/га.

2. Наибольший выход сырого белка (5,4 ц/га) наблюдался при применении на озимой ржи некорневых подкормок цинком и комплексным микроудобрением «Миком».

3. Обработка посевов озимой рожью регуляторами роста агростимулином и эмистимом С повышала урожайность зерна на фоне $N_{20}P_{45}K_{90} + N_{50}$ на 3,2 и 4,3 ц/га и обеспечивала получение наибольшего в опыте условного чистого дохода при уровне рентабельности 129,5 и 143,4%.

Литература

1. К л е б а н о в и ч Н. В., В а с и л ю к Г. В. Известкование почв Беларуси. Минск: БГУ, 2003.
2. Л а п а В. В. Минеральные и органические удобрения как основа интенсификации растениеводческой отрасли сельского хозяйства // Земляробства і ахова раслін. 2005. № 6. С. 17–19.
3. Л а п а В. В., Б о с а к В. Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. Минск: БелНИИПА, 2002.
4. А н с п о к П. И. Микроудобрения. Л.: Агропромиздат, 1990.
5. Р а к М. В., Д е м б и ц к и й М. Ф., С а ф р а н о в с к а я Г. М. Некорневые подкормки микроудобрениями в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Земляробства і ахова раслін. 2004. № 2. С. 25–27.

6. Кореньков Д. А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. М.: Росагропромиздат, 1990.
7. Фатеев А. И., Захарова М. А. Основы применения микроудобрений. Харьков: Изд. КП «Типография № 13», 2005.
8. Хрипач В. А., Лахвич Ф. А., Жабинский В. Н. Брассиностероиды. Минск: Навука і тэхніка, 1993.
9. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений. Киев: Институт биологической химии НАН Украины, 2003.
10. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур/ Богдевич И. М., Василюк Г. В., Круглов Л. В. и др. Минск, 1988.

I. R. VILDFLUSH, A. A. TSYGANOVA

**EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF THE MICROELEMENTS
AND GROWTH REGULATORS WHEN CULTIVATING WINTER RYE
ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOILS IN THE NORTH-WESTERN PART OF BELARUS**

Summary

The ditside roost application with cooper, zinc and complex microfertilizers “Mikom” of winter rye in the phase forming a stem on the background of $N_{20} P_{60} + N_{50+20}$ increased the grain yield of winter rye by 2.7, 2.4 and 4.0 c/ha, respectively. The application of growth regulators: agrostimulin and emistim C on the background of $N_{70} P_{45} K_{60}$ increased the grain yield of winter rye by 3.2 and 4.3 c/ha. It is established that the high indices of profitableness and net income were С 129.5–143.4% and 169.7–187.2 thousands roubles per hectare, respectively, when using the growth regulators agrostimulin and emistim.