

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**КОМИТЕТ ПО СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ
И ПРОДОВОЛЬСТВИЮ МОГИЛЕВСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФОРМ
МИКРОУДОБРЕНИЙ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА
И КОМПЛЕКСНЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ИХ ОСНОВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

РЕКОМЕНДАЦИИ

**Для специалистов хозяйств и агрохимической службы
агропромышленного комплекса, слушателей ФПК, аспирантов
и студентов высших учебных заведений аграрного профиля**

Горки 2011

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

КОМИТЕТ ПО СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ
И ПРОДОВОЛЬСТВИЮ МОГИЛЕВСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФОРМ
МИКРОУДОБРЕНИЙ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА
И КОМПЛЕКСНЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ИХ ОСНОВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

РЕКОМЕНДАЦИИ

Для специалистов хозяйств и агрохимической службы
агропромышленного комплекса, слушателей ФПК, аспирантов
и студентов высших учебных заведений аграрного профиля

Горки 2011

Утверждено на коллегии Комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома 14.12.2010 (постановление № 30-4).

Рекомендовано научно-техническим советом БГСХА 24.11.2010 (протокол № 9).

Составили: И.Р. ВИЛЬДФЛУШ, А.Р. ЦЫГАНОВ, В.С. ДОЛЖЕНКОВ, О.И. МИШУРА, Е.И. КОГОТЬКО, С.Г. АЛИЕВ, Э.М. БАТЫРШАЕВ, М.А. ЛЕЩИНА.
Набор и верстку выполнила Л.В. ЖУК.

УДК 633/635:631.81.095.337:631.811.98:631.89

Применение новых форм микроудобрений, регуляторов роста и комплексных препаратов на их основе при возделывании сельскохозяйственных культур: рекомендации / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; сост. И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, В.С. Долженков, О.И. Мишура, Е. И. Коготько, С.Г. Алиев, Э.М. Батыршаев, М.А. Лещина. Горки, 2011. 36 с.

В рекомендациях изложены результаты исследований по применению новых форм однокомпонентных и многокомпонентных микроудобрений в хелатной и органоминеральной форме, регуляторов роста и комплексных препаратов на их основе. Приведены характеристика, дозы, сроки и способы внесения этих удобрений и препаратов, обеспечивающие повышение урожайности, улучшение качества продукции озимой ржи, озимой и яровой пшеницы, картофеля, гороха и кукурузы. Рассчитана экономическая эффективность применения микроудобрений, регуляторов роста и комплексных препаратов на их основе.

Для специалистов хозяйств и агрохимической службы агропромышленного комплекса, слушателей ФПК, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов и студентов высших учебных заведений аграрного профиля.

Таблиц 23.

Рецензент В.В. ЛАПА, директор РНДУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», член-корреспондент НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор.

© Коллектив составителей, 2011
© Учреждение образования
"Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия", 2011

Коллектив составителей

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ФОРМ МИКРОУДОБРЕНИЙ,
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И КОМПЛЕКСНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ИХ ОСНОВЕ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Рекомендации

Для специалистов хозяйств и агрохимической службы агропромышленного комплекса,
слушателей ФПК, аспирантов и студентов высших учебных заведений
аграрного профиля

Редактор Е.А. Юрченко
Техн. редактор Н.К. Шапрунова
Корректор А.М. Павлова

ЛИ №348 от 16.06.2009. Подписано в печать 21.01.2011.
Формат 60 × 84^{1/16}. Бумага для множительных аппаратов.
Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .
Тираж 80 экз. Заказ . Цена . руб.

Редакционно-издательский отдел БГСХА
213407, г. Горки Могилевской обл., ул. Студенческая, 2
Отпечатано в отделе издания учебно-методической литературы, ризографии
и художественно-оформительской деятельности БГСХА
г. Горки, ул. Мичурина, 5

ВВЕДЕНИЕ

При применении современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в комплексе факторов формирования урожая и повышения качества растениеводческой продукции решающее значение приобретает сбалансированное питание растений всеми необходимыми макро- и микроэлементами. Использование их в системе удобрений сельскохозяйственных культур способствует повышению эффективности минеральных удобрений и, прежде всего, азотных.

Особенно сильно потребность в микроудобрениях и роль сбалансированного питания растений возрастает в условиях интенсивных технологий, направленных на формирование высоких урожаев сельскохозяйственных культур, поскольку при больших размерах выноса микроэлементов компенсация потребности в них с органическими и минеральными удобрениями является недостаточной. Следует учитывать, что новые высокопродуктивные сорта имеют интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элементами питания, включая микроэлементы.

В настоящее время разработан ряд новых форм однокомпонентных и многокомпонентных микроудобрений в хелатной и органо-минеральной форме, эффективность которых существенно выше, чем простых солей микроэлементов. В последнее время стали производиться многокомпонентные микроудобрения, эффективность которых в недостаточной мере изучена. В рекомендациях представлены результаты исследований, проведенных в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии с новыми формами однокомпонентных и комплексных микроудобрений в хелатной и органо-минеральной форме при возделывании яровой и озимой пшеницы, озимой ржи, картофеля, кукурузы и гороха.

Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста их приобретает актуальное значение в связи с тем, что позволяет существенно повысить стрессоустойчивость растений при неблагоприятных условиях и увеличить урожайность при минимальных затратах. Управление процессами жизнедеятельности организма происходит через систему гормональной регуляции.

Большой интерес, наряду с природными физиологически активными веществами (ФАВ), представляют синтетические регуляторы роста – аналоги природных фитогормонов, обладающие специфическим спектром физиологической активности, в котором многие свойства фитогормонов редуцированы, но одновременно их защитное действие усилено. Установлено, что такие регуляторы роста стимулируют биосинтетические процессы и оказывают действие на белок, синтезирующий аппа-

рат листьев, способствуют повышению температурного порога коагуляции белков цитоплазмы, оптимизируют формирование и функционирование аппарата фотосинтеза, стабилизируют величину листовой поверхности и интенсивность фотосинтеза.

Эффективность применения средств химизации возрастает при использовании их в комплексе, когда каждый компонент создает условия, чтобы другие агрохимические элементы могли проявить свое максимальное действие.

В последнее время разработаны комплексные препараты, содержащие в своем составе микроудобрения и регуляторы роста растений. Их использование позволяет существенно снизить затраты на применение средств химизации. В рекомендациях дана характеристика, приведены агрономическая и экономическая эффективность и особенности применения комплексных препаратов на основе микроудобрений и регуляторов роста при возделывании основных сельскохозяйственных культур.

1. ЗНАЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ, АССОРТИМЕНТ И ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ

Микроэлементы – это необходимые элементы питания, находящиеся в растениях в тысячных-стотысячных долях процента.

Растения не могут нормально развиваться без микроэлементов, которые входят в состав важнейших физиологически активных веществ и участвуют в процессах синтеза белков, углеводов, витаминов, жиров. Под влиянием микроэлементов улучшается процесс фотосинтеза и транспорта ассимилятов, происходит процесс фиксации атмосферного азота и восстановления нитратов в растениях. Они положительно влияют на развитие семян и их посевные качества. Под влиянием микроэлементов растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям атмосферной и почвенной засухи, пониженным и повышенным температурам, поражению вредителями и болезнями. В результате применения микроэлементов в некоторых случаях удается сократить сроки созревания сельскохозяйственных культур.

Оптимизация питания растений, повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Причем это важно не только для роста урожая, но и повышения качества продукции растениеводства и животноводства. Следует учитывать также и то, что новые высокопродуктивные сорта имеют интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элементами питания, включая и микроэлементы.

Интенсификация земледелия усиливает потребность в микроэлементах. Это связано с ростом урожайности сельскохозяйственных

культур и увеличением выноса ими микроэлементов. Потребность в микроудобрениях растет и в связи с ростом применения концентрированных минеральных удобрений, лучше очищенных, в которых микроэлементы содержатся в незначительных количествах, что не обеспечивает восполнение их расхода. Снизилось в последние двадцать лет и применение органических удобрений в Беларуси, важного источника микроэлементов.

Особенно сильно потребность в микроудобрениях возрастает при внесении повышенных доз азота, фосфора и калия. Это связано с тем, что при внесении высоких доз фосфора уменьшается доступность растениям цинка, калия и бора, азота – меди, молибдена. Известкование затрудняет доступность многих микроэлементов.

На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожайность на 10 – 15% и более. По обобщенным данным ряда научных исследований Беларуси и России, прибавка урожайности от применения микроудобрений приведена в табл. 1.

При применении микроудобрений существенно улучшается и качество продукции, так как они положительно влияют на накопление белков и углеводов. Микроэлементный состав сельскохозяйственной продукции – важный показатель ее биологической ценности. Отклонения содержания микроэлементов от оптимального в сторону уменьшения или увеличения имеют прямое отношение к проблеме здоровья человека и животных.

Таблица 1. Эффективность применения микроэлементов при возделывании сельскохозяйственных культур

Культура	Средняя прибавка урожайности, ц/га				
	Бор	Медь	Цинк	Молибден	Марганец
Озимая пшеница (зерно)	–	3,0–4,0	–	–	2,1
Озимая тритикале (зерно)	–	2,0–3,0	–	–	–
Озимая рожь (зерно)	–	2,0–3,0	–	–	–
Ячмень (зерно)	2,0	2,8	1,8	–	–
Яровая пшеница (зерно)	–	3,1	2,4	2,0	2,2
Овес (зерно)	–	3,2	–	–	–
Кукуруза (зел. масса)	49,0	53,0	58,0	51,0	–
Клевер (семена)	0,5	–	–	0,5	–
Горох (семена)	2,8	2,3	–	2,7	–
Лен (солома)	8,0	4,9	6,0	3,6	–
Картофель (клубни)	39,0	45,0	–	–	–
Сахарная свекла (корнеплоды)	37,0	36,0	–	23,0	23,7
Яровой рапс (семена)	2,1	–	–	–	–
Вика яровая (зерно)	3,4	2,0	–	2,1	–
Кормовая свекла	36,0	–	–	–	–
Люпин (семена)	–	–	–	1,4	–
Люпин (зел. масса)	–	–	–	30	–

Несбалансированность элементного состава кормов и пищевых продуктов по микроэлементам приводит к нарушению минерального обмена, что является причиной и стартовым механизмом возникновения многих заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых, онкологических и др.

Многочисленные эксперименты показали, что с помощью улучшения условий почвенного питания микроэлементный состав сельскохозяйственных культур может быть подвергнут существенной коррекции, хотя пределы содержания микроэлементов отличаются друг от друга. Так, содержание меди, цинка, марганца в семенах зерновых и зернобобовых культур можно с помощью микроудобрений увеличить примерно в два раза. Гораздо более высокое повышение концентрации молибдена отмечено при внесении молибденовокислого аммония.

К сожалению, химическая промышленность не удовлетворяет потребности сельского хозяйства в микроудобрениях, поэтому применение их крайне ограничено. Остро стоит вопрос их рационального использования. Рациональное использование микроудобрений, как и макроудобрений, в хозяйствах должно быть обеспечено только на основе крупномасштабных карт содержания микроэлементов в почвах.

Применение микроудобрений является важным элементом высокой культуры земледелия. Поэтому вносить их в первую очередь следует при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям с высоким уровнем планируемых урожаев, а также на почвах с низким содержанием микроэлементов.

Содержание микроэлементов увеличивается по мере накопления в почве органического вещества. Внесение навоза, компостов и других органических удобрений обогащает почву не только макро-, но и микроэлементами.

Бор играет важную роль в жизни растений. Он улучшает углеводный обмен, влияет на белковый и нуклеиновый обмен. При его недостатке нарушается синтез, превращение и передвижение углеводов, формирование репродуктивных органов. Бор активизирует ряд ферментов и способствует прорастанию пыльцы, увеличению количества цветков и плодов. При его недостатке нарушается процесс созревания семян. Считается, что основная физиологическая роль бора заключается в участии в обмене ауксинов и фенольных соединений. Регулирование количества ауксинов и фенолов, по-видимому, является основной физиологической функций этого элемента.

Бор необходим растениям в течение всей жизни. Он не может утилизироваться в растениях, поэтому при его недостатке особенно страдают молодые растущие органы, а также возникают различные заболевания растений и происходит отмирание точек их роста.

При недостатке бора лен поражается бактериозом (кальциевым хлорозом), что резко снижает урожай и качество волокна. У сахарной

и кормовой свеклы дефицит бора вызывает поражение гнилью сердечка и появление дуплистости корнеплодов.

Недостаток бора вызывает поражение паршой картофеля, у бобовых культур нарушается развитие клубеньков на корнях и снижается симбиотическая фиксация азота, замедляется рост и формирование репродуктивных органов, у плодовых культур появляется сухoverшинность, развиваются наружная пятнистость и опробкование тканей плодов.

Особенно большую роль играет бор на известкованных дерново-подзолистых почвах, так как известкование уменьшает доступность этого элемента, закрепляет его в почве и задерживает поступление в растения. Усиливают потребность в боре и повышенные дозы калийных удобрений.

Более отзывчивы на бор сахарная свекла, кормовые корнеплоды, лен, клевер, люцерна, гречиха, горох, подсолнечник, кукуруза, овощные и плодово-ягодные культуры, менее – все зерновые.

Источником бора для растений являются органические удобрения (табл. 2). При внесении повышенных доз органических удобрений потребность растений в микроэлементах в значительной мере удовлетворяется.

Таблица 2. Содержание микроэлементов в навозе, г/т (влажность 74–75%)

Навоз	Mn	Zn	Cu	B	Mo
КРС	112,5	38,3	8,4	3,8	0,2
Свиной	102,6	68,7	12,7	3,1	0,2
Конский	91,5	36,0	6,2	3,1	0,2
Птичий помет	41,2	30,9	3,1	–	–

Микроудобрения должны вноситься с учетом обеспеченности почв микроэлементами (табл. 3). Прежде всего их следует применять на почвах I и II групп по обеспеченности.

Таблица 3. Градации почв по содержанию подвижных форм микроэлементов, мг/кг почвы

Элемент	Вытяжка	Группы по обеспеченности микроэлементами			
		I (низкая)	II (средняя)	III (высокая)	IV (избыточная)
1	2	3	4	5	6
Cu	1,0 н. HCl	Менее 1,5*	1,6 – 3,0	3,1 – 5,0	5,1 – 7,0
		Менее 5,0**	5,1 – 9,0	9,1 – 12,0	12,1 – 16,0
Zn	1,0 н. HCl	Менее 3,0	3,1 – 5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 16,0
		Менее 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 30,0	30,1 – 50,0
B	H ₂ O	Менее 0,3	0,31 – 0,70	0,71 – 1,00	Более 1,0
		Менее 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 3,0	3,1 – 5,3
Mn	0,1 н. H ₂ SO ₄	Менее 25	25,1 – 100	100,1 – 300	Более 200
		Менее 75	75,1 – 300	300,1 – 600	600,1 – 900

1	2	3	4	5	6
Mn	1,0 н. KCl	Менее 2,0	2,0 – 6,0	6,1– 10,0	Более 10,0
		Менее 6,0	6,0 – 18,0	18,1– 30,0	Более 30,0
Co	1,0 н. HNO ₃	Менее 1,0	1,1 – 2,5	2,51 – 3,0	Более 3,0
		Менее 3,0	3,1 – 7,5	7,51 – 9,0	9,1 – 12,0
Mo	Аксалатный буфер, pH 3,3	Менее 0,1	0,11– 0,20	0,21 – 0,40	Более 0,40
		Менее 0,3	0,31 – 0,60	0,61 – 1,20	Более 1,20

Примечание: * – минеральные почвы (в числителе); ** – торфяные (в знаменателе).

В условиях недостатка борных удобрений они, в первую очередь, должны использоваться под лен, сахарную свеклу, семенники многолетних бобовых трав и рапс на почвах I и II группы по содержанию подвижного бора. Вынос бора, меди и цинка с урожаями сельскохозяйственных культур приведен в табл. 4.

Таблица 4. Вынос микроэлементов с урожаями сельскохозяйственных культур, г/т сухой массы

Культура	Содержание в 1 т продукции					
	B		Cu		Zn	
	1	2	1	2	1	2
Озимая рожь	2,0	3,1	3,9	3,0	30,4	28,0
Озимая пшеница	1,8	3,2	4,8	3,6	30,2	25,1
Яровая пшеница	2,3	3,1	5,6	5,2	21,4	21,6
Ячмень	2,7	4,2	5,0	4,1	26,3	21,6
Овес	2,3	3,5	5,1	5,0	24,2	20,6
Гречиха	2,8	11,5	1,8	2,9	26,2	24,1
Горох	4,7	19,7	6,0	5,7	33,0	23,4
Вика	5,2	7,2	5,2	5,8	33,0	18,7
Люпин, зерно	4,4	9,1	5,2	4,6	32,5	18,7
Лен, солома	10,0	8,1	10,1	14,6	5,0	21,7
Картофель	6,8	4,1	7,9	11,2	28,5	84,0
Сахарная свекла	14,5	22,9	5,5	4,8	50,0	60,0
Кукуруза, зел. масса	3,5	–	5,3	–	26,3	–
Мн. злак. травы, сено	7,4	–	8,0	–	11,2	–
Мн. бобов. травы, сено	11,6	–	5,6	–	11,4	–

Примечание: 1 – основная, 2 – побочная продукция.

Борная кислота (H₃BO₃) – мелкокристаллический порошок белого цвета. Содержит 17,3 % бора, хорошо растворима в воде. Дозы бора для некорневых подкормок приведены в табл. 5. Применение некорневых подкормок является рациональным приемом, так как дает возможность применять микроудобрения в небольших дозах и в сроки, когда в них ощущается наибольшая потребность.

Таблица 5. Дозы микроудобрений для некорневых подкормок сельскохозяйственных культур

Культура	Микроэлемент	Некорневая подкормка	
		Доза, г/га д.в.	Срок применения
Озимые зерновые	Медь (Cu)	50	Конец кущения, первый узел, флаговый лист
	Марганец (Mn)	50	
Яровые зерновые	Медь (Cu)	50	Первый или второй узел
	Марганец (Mn)	50	
Горох, вика, гречиха	Бор (B)	50	Бутонизация, ветвление
	Марганец (Mn)	50	
Люпин узколистный	Бор (B)	50	Бутонизация
	Молибден (Mo)	50	
	Марганец (Mn)	50	
Лен-долгунец	Бор (B)	150	Фаза «елочки»
	Цинк (Zn)	250	
Сахарная свекла, Кормовая свекла	Бор (B)	200	10–12 листьев, 25–30 листьев
	Марганец (Mn)	50	
Картофель	Бор (B)	50	Смыкание ботвы
	Медь (Cu)	50	
	Марганец (Mn)	50	
Озимый и яровой рапс	Бор (B)	300	Бутонизация
	Медь (Cu)	175	
	Марганец (Mn)	100	
Кукуруза	Цинк (Zn)	75	6–8 листьев
	Медь (Cu)	75	
Семенники многолетних бобовых трав	Молибден (Mo)	40	Бутонизация
	Бор (B)	50	

ЭлеГум Бор – жидкий концентрат удобрения, содержит 150 г/л бора и 10 г/л гуминовых веществ. Применяется для некорневых подкормок сахарной свеклы и других сельскохозяйственных культур.

Физиологическая роль **меди** в растениях в значительной мере определяется вхождением ее в состав медьсодержащих белков и ферментов (цитохромоксидазы, полифенолоксидазы и др.). Она играет важную роль в окислительных, дыхательных процессах, образовании хлорофилла, углеводном и белковом обмене, активизирует фотосинтез.

Под влиянием меди (также как и бора) ускоряется созревание урожая, интенсифицируются защитные свойства растений, снижается вероятность заболевания мучнистой росой, фитофторозом, паршой, пятнистостью листьев, черной ножкой.

Достаточный уровень обеспечения медью повышает устойчивость растений к различным видам головни, полеганию, способствует увеличению засухо-, морозо- и жароустойчивости растений.

Медь находится в почвенном растворе в поглощенном органическими и минеральными коллоидами состоянии (в обменной и необменной формах), в виде труднорастворимых солей и гидратов оксидов меди, металлорганических комплексов и как составная часть некото-

рых минералов. В торфяных почвах медь содержится в малодоступных для растений металлорганических соединениях, и здесь медные удобрения проявляют особо высокое действие.

Потребность в меди снижается при применении органических удобрений. Содержание меди в органических удобрениях приведено в табл. 2.

Под влиянием известкования снижается подвижность меди, поэтому на нейтральных и слабощелочных почвах растения испытывают ее недостаток. Возрастает потребность в меди и в условиях применения повышенных доз азотных удобрений.

Дерново-подзолистые почвы Беларуси по содержанию подвижной меди (в I М НСI вытяжке) подразделяются на 4 группы (табл.3).

CuSO₄ · 5H₂O (сернокислая медь) – наиболее распространенное медное удобрение. Это кристаллическая соль голубовато-синего цвета содержит 25% меди.

ЭлеГум Медь – жидкий концентрат удобрения, содержащий 50 г/л меди и 10 г/л гуминовых кислот. Применяется для некорневых подкормок зерновых культур. На яровой пшенице проводились некорневые подкормки в фазе выхода в трубку препаратами ЭлеГум Медь в дозе 1 л/га.

Цинк входит в состав 30 ферментов (карбоангидразы, многих дегидрогеназ, щелочной фосфатазы и др.) и принимает участие в белковом и фосфорном обмене, синтезе аскорбиновой кислоты, тиамина и ростовых веществ, повышает водоудерживающую силу растений. Цинковое голодание приводит к нарушению углеводного обмена, задерживает образование сахарозы, крахмала и хлорофилла. Содержание цинка в растениях колеблется от 15 до 22 мг на 1 кг сухого вещества, с урожаем его выносятся 0,075 – 2,2 кг/га.

Наиболее чувствительны к недостатку цинка кукуруза, лен, плодовые и бобовые культуры. У яблони, вишни, абрикоса при недостатке цинка наблюдается мелколистность и розеточность.

Меньше всего цинка содержится в нейтральных дерново-подзолистых почвах. Кислые дерново-подзолистые почвы обычно отличаются повышенным содержанием подвижного цинка.

Содержание подвижного цинка в почвах снижается под влиянием известкования и внесения повышенных доз фосфорных удобрений. Снижение подвижности цинка при внесении фосфорных удобрений связано с образованием в почве труднорастворимых фосфатов цинка. Низкое содержание подвижного цинка отмечается и в почвах, богатых фосфором.

Наиболее распространенным цинковым удобрением является **сернокислый цинк Zn SO₄ · 7H₂O**, содержащий 21 – 23 % цинка. Дозы сульфата цинка для некорневой подкормки приведены в табл. 5.

Адоб цинк – жидкий концентрат удобрения, содержащий 6,2% цинка в хелатной форме, 9% азота и 3% магния. В одном литре удобрения содержится 62 г цинка, 90 г азота и 30 г магния. Используется для некорневых подкормок льна-долгунца в фазе всходы – начало фазы «елочка» до высоты 4 – 5 см в дозе 0,7 – 1,4 л/га в баковой смеси с инсектицидами против льняной блошки, кукурузы – в фазе 6 – 8 листьев в дозе 2 л/га в баковой смеси с 10 кг мочевины на 200 л/га рабочего раствора.

Молибден входит в состав фермента нитратредуктазы, участвует в восстановлении нитратов в растениях. Он входит также в фермент нитрогеназу, участвующую в фиксации атмосферного азота микроорганизмами как свободноживущими (азотобактер и др.), так и клубеньковыми бактериями, обитающими на корнях бобовых культур. При недостатке молибдена тормозится процесс восстановления нитратов в растениях, замедляется биосинтез аминокислот, амидов, белков и в растениях в повышенных количествах накапливаются нитраты. Это приводит не только к снижению урожая, но ухудшению его качества.

Наиболее распространенным молибденовым удобрением является **молибдат аммония** $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, содержащий 50 – 52% молибдена. Дозы этого удобрения для некорневой подкормки зернобобовых культур и семенников бобовых трав приведены в табл.5.

Марганец необходим всем растениям. Среднее его содержание в растениях – 10 мг на 1 кг сухой массы. Вынос с урожаем разных культур составляет 1 – 4,5 кг/га. Марганец относится к металлам с высоким окислительно-восстановительным потенциалом и может участвовать в реакциях биологического окисления. В настоящее время известно около 30 металлоферментных комплексов, активируемых марганцем. Он способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды, повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию, влияет на плодоношение растений. Оптимальное содержание марганца в растениеводческой продукции – 40 – 70 мг/кг.

Недостаток марганца в дерново-подзолистых почвах растения могут испытывать при pH_{KCl} больше 6,0, что связано с переходом его в труднорастворимые соединения при реакции среды, близкой к нейтральной.

В Республике Беларусь применяются следующие марганцевые удобрения.

$\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – мелкокристаллическая соль белого цвета, содержащая 22,8% марганца. Предельная растворимость в 1 л водного раствора 380 г. Дозы при некорневых подкормках сернокислым марганцем сельскохозяйственных культур приведены в табл. 5.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве стали использоваться жидкие комплексные микроудобрения, содержащие комплекс микроэлементов в хелатной форме, а также в небольших коли-

чествах макроэлементы. В табл. 6 приведен состав некоторых комплексных микроудобрений, производимых в Польше.

Таблица 6. Состав микроудобрений, %

Наименование	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Mn	Cu	Fe	B	Zn	Mo
Басфолиар 36 экстра	36,3	–	–	4,3	1,34	0,27	0,03	0,03	0,013	0,01
Эколист 3	10,5	–	5,1	2,5	0,05	0,45	0,07	0,38	0,19	0,0016

Басфолиар 36 экстра при возделывании яровой пшеницы применялся в фазе начало выхода в трубку в дозе 5 л/га, при возделывании гороха – в фазе бутонизации и кукурузы – в фазе 6–8 листьев в дозе 4 л/га.

Эколист 3 для некорневых подкормок зерновых культур используется в фазе конец кущения или стадии 1-го узла, а на горохе – в фазе бутонизации в дозе 3 л/га.

В опытах с озимыми пшеницей и рожью применялись некорневые подкормки в фазе выхода в трубку комплексным микроудобрением Витамар 3 в дозе 1 л/га, состоящем из следующих компонентов: MgSO₄·7H₂O – 220 г, H₃BO₃ – 20 г, ZnSO₄·7H₂O – 20 г, MnSO₄·4H₂O – 120 г, CuSO₄·5H₂O – 260 г, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O – 10 г, FeSO₄·7H₂O – 120 г, соль Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O – 10 г, гуматы – 50 мл на 1 л раствора.

На яровой пшенице Витамар 3 применялся в дозе 2 л/га (MgSO₄·7H₂O – 310 г, H₃BO₃ – 60 г, ZnSO₄·7H₂O – 140 г, MnSO₄·4H₂O – 80 г, CuSO₄·5H₂O – 130 г, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O – 2 г, FeSO₄·7H₂O – 180 г, соль Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O – 10 г и гуматы на 1 га). Витамар производится в Республике Беларусь.

2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Большая роль в повышении продуктивности и улучшении качества сельскохозяйственных культур принадлежит регуляторам роста, поскольку в исключительно малых концентрациях они способны стимулировать прорастание семян, рост и развитие растений, повышать устойчивость к стрессовым условиям произрастания.

Использование регуляторов роста в малых дозах имеет большое экологическое значение. Уже обнаружено около 5000 соединений химического, микробного и растительного происхождения, обладающих регуляторным действием, но в мировой практике используется только около 50.

Наличие в растительной клетке эндогенной системы регуляции, координации и саморегуляции является основой для управления ими с помощью экзогенных регуляторов роста. Как показали исследования,

экзогенные регуляторы роста растений оказывают существенное влияние на многие реакции обмена веществ, затрагивают генный и гормональный уровень регуляции. Однако, в зависимости от вида и сорта степень изменения указанных процессов различна.

Характер реакции растений на экзогенные регуляторы роста и развития зависит от фона минерального питания. Регуляторы роста могут усиливать поступление элементов питания в корневую систему, поэтому при их применении можно снижать дозы удобрений. Исследованиями установлено, что более сильное действие регуляторов роста проявляется при средних дозах удобрений. При возделывании яровой пшеницы, картофеля и других культур применение средних доз удобрений в сочетании с регуляторами роста обеспечивало получение таких же урожаев, как и при внесении повышенных доз, что позволяет снижать дозы минеральных удобрений на 25 % и является важным элементом ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Эпин – препарат на основе эпибрассинолида, который относится к недавно открытому классу природных фитогормонов – brassиностероидов. Он является биорегулятором роста и развития растений, антистрессовым адаптогеном, который повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (погодные условия, болезни, ядохимикаты и т.п.). Отличительной особенностью brassиностероидов является действие на рост и развитие растений в очень малых концентрациях. Препарат производится в Беларуси, применяется в дозе 20 мг/га при возделывании зерновых культур, кукурузы и гороха.

Экосил – природный комплекс тритерпеновых кислот, экстракт хвои пихты сибирской. Представляет собой сложную смесь тритерпеновых кислот, причем многие из них существуют в различных формах и имеют множество изомеров. Препаративная форма: экосил, 50 г/л в. э. Химическая формула: $C_{30}H_{46-48}O_4$. Регулятор роста и иммуномодулятор с фунгицидной активностью. Физиологическая активность тритерпеновых кислот проявляется в выведении семян из глубокого покоя и стимуляции их прорастания за счет растяжения клеток в корне, колее, а затем в стеблях и листьях.

Терпеноиды положительно воздействуют на процесс фотосинтеза в растениях, повышая фотохимическую активность хлоропластов и увеличивая интенсивность фотосинтетического фосфорилирования. Они также значительно усиливают транспирацию, регулируя открытие устьиц. Препарат стимулирует устойчивость растений к абиотическим стрессам и грибным заболеваниям, что, вероятно, связано с ростом образования в клетках антистрессовых белков и других компонентов системы фитоиммунитета. Показано применение его в условиях жесткой засухи. Препарат положительно влияет на качество выращенной про-

дукции. Применяется в дозе 75 мл/га (5% в.э. тритерпеновых кислот) при выращивании зерновых культур, гороха, кукурузы, картофеля.

Гуминовые препараты получают на основе торфа и бурого угля. Они обладают высокой биологической активностью.

Гуминовые кислоты, как главная составляющая гуминовых веществ, стимулируют ростовые процессы корневой системы и развитие растений в целом. Это позволяет квалифицировать их функцию как регуляторную в процессе жизнедеятельности растительных организмов. Обладая мембранотропным действием, гуминовые кислоты изменяют электрические характеристики клеточных мембран, способствуют более быстрому поступлению питательных веществ внутрь клетки, особенно по отношению к ионам калия. Взаимодействие гуминовых кислот с белково-липидными компонентами мембран вызывает их структурную перестройку, что способствует повышению уровня функциональной активности клетки, ускорению в ней интенсивности энергообмена, синтеза белков, ферментативной активности, деления клеток.

Стимуляция гуминовыми препаратами ростовых процессов указывает на их способность проявлять фитогормональную активность.

В составе гуминовых препаратов, кроме гуминовых кислот, присутствуют такие активные соединения, как фульвокислоты, карбоновые кислоты и пектины. Обобщая результаты исследований многих авторов об условиях реализации физиологической активности гуминовых соединений, Л.А. Христева делает вывод о том, что гуминовые вещества усиливают общую резистентность растений.

В ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси» разработаны комплексные гуминовые продукты путем химической модификации исходного сырья – торфа. К ним относятся оксигумат, гидрогумат, оксидат торфа. Технологические приемы, используемые в производстве препаратов, позволяют получать их с высоким выходом – до 80% от органического вещества торфа с содержанием активных веществ до 10%. Комплекс органических соединений препаратов на 65–70% представлен активизированными гуминовыми веществами.

Гидрогумат – это продукт кислотно-щелочного гидролиза торфа. Действующим веществом являются натриевые соли модифицированных гуминовых веществ торфа. Препаративная форма – темно-коричневая жидкость (рН 10) с содержанием действующего вещества не менее 10%. Препарат имеет росторегулирующую активность, повышает всхожесть семян, ускоряет рост и развитие растений, повышает урожай и качество зерна, устойчивость растений к неблагоприятным климатическим воздействиям. Норма расхода – 200 мл на тонну семян зерновых культур.

Оксигумат является продуктом окислительной деструкции торфа в водно-щелочной среде с применением катализатора Со. Действующим

веществом являются соли модифицированных гуминовых веществ торфа. Препаративная форма – темно-коричневая жидкость (рН 10 – 11) с содержанием действующего вещества не менее 10%. В сочетании с некоторыми добавками препарат обладает противомикробным действием, которое распространяется на комплекс болезней зерновых культур: септориоз, корневые гнили, пероноспороз, мучнистая роса и др. Этот эффект достигается регулированием поступления из почвы в растения легкоподвижных азотистых веществ и увеличением степени усвоения труднодоступных фосфорных соединений. Норма расхода – 200 мл на тонну семян зерновых культур.

Оксигумат и гидрогумат входят в состав новых форм микроудобрений и комплексных препаратов, используемых для обработки посевов сельскохозяйственных культур во время вегетации.

3. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

3.1. Яровая пшеница

Ведущее место среди зерновых культур занимает яровая пшеница. Ценность ее определяется высоким качеством пшеничного хлеба. Хлеб из пшеничной муки получается лучшего качества, более вкусный и полнее усваиваемый, чем из муки других культур (ржи, ячменя, овса, кукурузы). Пшеница используется не только в хлебопекарной, но и в крупяной, кондитерской и макаронной промышленности, зерно ее можно перерабатывать на спирт и крахмал. Отходы мукомольного производства, солома и солома используются на корм животным.

Яровая пшеница в Республике Беларусь в последние годы занимает все более значимое место в обеспечении населения продовольственным зерном. Недостаток благоприятных условий в осенний период для посева озимой пшеницы в оптимальные сроки, меньшие затраты на средства защиты растений, более высокое качество зерна яровой пшеницы, широкий спектр районированных сортов (16) – все это способствует увеличению посевных площадей этой культуры.

В Республике Беларусь яровая пшеница возделывалась в 2006 – 2009 гг. на площади 180 тыс. га (3,7 % в структуре посевных площадей). По урожайности в производстве она превосходит рожь и овес, уступая озимой пшенице, тритикале и яровому ячменю и существенно превосходит их по качеству.

В последние годы при оптимизации минерального питания растений широко используются хелатные формы однокомпонентных и комплексных микроудобрений, позволяющие при некорневых подкормках повысить коэффициенты использования микроэлементов до 70% и

выше. Разработаны новые комплексные препараты, содержащие микроэлементы с регуляторами роста.

В 2009–2010 гг. на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины около 1 м моренным суглинком, изучалось совместное применение на яровой пшенице сорта Тома новых форм комплексных микроудобрений и препаратов, содержащих микроудобрения и регуляторы роста растений.

Почва опытного участка имела низкое и недостаточное содержание гумуса (1,41–1,58%), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию (pH_{KCl} 5,9–6,2), повышенное содержание подвижного фосфора (172–174 мг/кг), среднее и повышенное содержание калия (180–212 мг/кг).

Изучалось совместное внесение в фазе начала выхода в трубку $N_{25} KAC$ с удобрениями Эколист 3 в дозе 3 л/га, содержащем N – 10,5%, K_2O – 5,1%, MgO – 2,5 %, В – 0,38 %, Cu – 0,45 %, Fe – 0,07 %, Mn – 0,05%, Mo – 0,0016%, Zn – 0,19 %; Басфолиар 36 экстра в дозе 5 л/га, содержащем N – 36,3%, MgO – 4,3%, В – 0,03%, Cu – 0,27%, Fe – 0,03%, Mn – 1,34%, Mo – 0,01%, Zn – 0,013%; ЭлеГум Медь в дозе 1 л/га, содержащем 50 г/л меди и 10 г/л гуминовых кислот; регулятор роста 24-эпибрасинолид (Эпин) – в дозе 20 мг/га. КАС вносился при разбавлении 1:4.

Некорневая подкормка яровой пшеницы сорта Тома комплексными удобрениями Эколист 3 и Басфолиар 36 экстра по сравнению с фоном $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}KAC$ повышала урожайность зерна на 3,1 – 4,9 ц/га соответственно (табл. 7). Данные удобрения способствовали возрастанию содержания сырого белка в зерне и выхода сырого белка с 1 га: при применении Эколиста 3 – на 0,9% и 0,7 ц/га; при применении Басфолиара 36 экстра – на 0,5% и 0,8 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK кг зерна по данным удобрениям составила 6,7 и 7,4 кг соответственно.

Таблица 7. Влияние комплексных удобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Тома (в среднем за 2009–2010 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
1. Без удобрений	25,3	–	8,4	1,8	–
2. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}KAC$ (фон)	38,3	–	13,8	4,5	5,4
3. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}KAC$ с Эколистом (3 л/га)	41,4	3,1	14,7	5,2	6,7
4. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}KAC$ с Басфолиаром 36 экстра (5 л/га)	43,2	4,9	14,3	5,3	7,4
5. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}KAC$ с ЭлеГум Медь (1 л/га)	43,0	4,7	14,0	5,2	7,3
6. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}KAC$ с Эпином (20 мг/га)	42,3	4,0	13,8	5,0	7,1
$HCp_{0,05}$	2,3–3,1		0,32–0,38		

Применение комплексного препарата ЭлеГум Медь на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ повышало урожайность на 4,7 ц/га, выход белка – на 0,7 ц/га. Окупаемость 1 кг НРК кг зерна по данному варианту составила 7,3 кг.

Под действием регулятора роста Эпина урожайность в среднем за 2 года возрастала на 4,0 ц/га. Выход сырого белка с 1 га увеличился на 0,5 ц/га, а окупаемость 1 кг НРК кг зерна составила 7,1 кг.

Наибольший экономический эффект был достигнут при применении комплексного препарата ЭлеГум Медь на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$. Чистый доход в этом варианте составил 214,4 тыс. рублей, а рентабельность – 21,2% (табл. 8).

Таблица 8. Экономическая эффективность применения комплексных удобрений и регулятора роста под яровую пшеницу сорта Тома (в среднем за 2009–2010 гг.)

Вариант опыта	Прибавка урожая, ц/га (в сред. за 2 года)	Стоимость прибавки, тыс. руб.	Всего затрат с учетом накладных расходов (22%), тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений (контроль)	–	–	–	–	–
2. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ (фон)	13,0	741,3	688,6	52,7	7,1
3. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ с ЭлеГумом Медь (1 л/га)	17,7	1009,2	794,8	214,4	21,2
4. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ с Эколистом для зерновых (3 л/га)	16,1	918,0	770,7	147,3	16,0
5. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ с Басфолиаром 36 экстро (5 л/га)	17,9	1020,6	834,3	186,3	18,2
6. $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}КАС$ с Эпином (20 мг/га)	17,0	969,3	780,4	188,9	19,5

3.2. Озимая пшеница

Озимая пшеница в структуре озимого клина Республики Беларусь ранее занимала не более 10 %. Основная потребность в зерне пшеницы удовлетворялась за счет ввоза его из других стран. Однако высокая стоимость на мировом рынке осложняла закупку зерна в необходимом количестве. Удовлетворение потребности в зерне пшеницы в основном за счет собственных ресурсов возможно при расширении ее посевов до 200 – 250 тыс. га при ее урожайности не менее 35 – 40 ц зерна с 1 га. В 2006 – 2009 гг. озимая пшеница возделывалась на площади 261 тыс. га.

Опыты с озимой пшеницей проводились на опытном поле «Гушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Почва имела по

годам исследований низкое и среднее содержание гумуса (1,4 – 1,8%), повышенное и высокое содержание подвижного фосфора (296 – 315 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного калия (197 – 215 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижных форм меди (1,4– 1,7 мг/кг), среднее – цинка (3,9–4,2 мг/кг), близкую к нейтральной реакцию почвы ($pH_{KCl} = 6,2$). Некорневую подкормку проводили 150 г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 1 л Витамар 3 ($MgSO_4 \cdot 7H_2O - 20$ г, $H_3BO_3 - 20$ г, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O - 20$ г, $MnSO_4 \cdot 4H_2O - 120$ г, $CuSO_4 \cdot 5H_2O - 260$ г, $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O - 10$ г, $FeSO_4 \cdot 7H_2O - 120$ г, соль Мора $(NH_4)_2SO_4 FeSO_4 \cdot 6H_2O - 10$ г, гуматы – 50 мл на 1 л раствора).

Микроудобрения существенно повышали урожайность зерна озимой пшеницы. На фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50+30}$ при отдельной с КАС некорневой подкормкой в стадии 1-го узла 150 г/га $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и 1 л/га комплексного микроудобрения Витамар урожайность зерна повышалась на 4,6 и 5,5 ц/га, а совместной – на 4,5 и 6,5 ц/га соответственно (табл. 9).

Таблица 9. Эффективность комплексного применения жидкого азотного удобрения КАС, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Средняя урожайность, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
	2005 г.	2006 г.	2007 г.		
1. Без удобрений	27,0	25,9	24,4	25,8	–
2. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС	61,2	55,2	57,8	58,1	12,0
3. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Cu	65,3	60,3	62,6	62,7	13,7
4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu	65,6	59,2	63,1	62,6	13,7
5. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар	65,2	60,6	65,0	63,6	14,1
6. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром	65,9	62,5	65,4	64,6	14,4
7. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu + N_{15} КАС	69,9	63,0	67,3	66,7	14,4
8. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Рекс Т с Cu	71,4	62,0	64,2	65,9	14,9
НСР _{0,05}	1,2	1,4	2,6		

Максимальная урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за три года (66,7 ц/га) наблюдалась при применении $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Cu + N_{15} КАС.

Наибольшее содержание сырого белка (14,4 – 14,7 %) и его выход (8,0 и 8,4 ц/га) были при некорневых подкормках озимой пшеницы сорта Капылянка в стадии 1-го узла медью на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + N_{15} КАС и комплексным препаратом Витамар 3 на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС (табл.10).

Таблица 10. Влияние раздельного и совместного применения средств химизации на качество зерна озимой пшеницы (среднее за 2005 – 2007 гг.)

Вариант	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Сырая клейковина, %	Масса 1000 зерен, г
1. Без удобрений	9,8	2,2	21,5	40,2
2. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС	12,6	6,0	27,8	45,2
3. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Cu + Рекс Т	13,8	7,4	29,3	48,6
4. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Cu + Рекс Т	14,0	7,5	29,7	48,7
5. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Витамар-3 + Рекс Т	14,2	7,8	30,5	48,8
6. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Витамаром-3 + Рекс Т	14,4	8,0	31,1	49,1
7. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Cu + + Рекс Т + N ₁₅ КАС (фаза колос.)	14,7	8,4	31,9	48,5
8. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Cu с Рексом Т	14,0	7,9	29,5	48,5
НСР _{0,05}	0,6		1,6	0,9

Максимальное содержание сырой клейковины (31,1–31,9%) отмечено на вариантах N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС с Витамаром-3 + Рекс Т и N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС с Cu + Рекс Т + N₁₅ КАС соответственно.

Наиболее высокий чистый доход 1139,7 тыс. руб./га и рентабельность 218% при возделывании озимой пшеницы получены в варианте N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС + Рекс Т с Cu (табл. 11).

Таблица 11. Экономическая эффективность применения средств химизации под озимую пшеницу за 2005 – 2006 гг.

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб/га	Всего затрат с учетом накладных расходов (22%), тыс. руб/га	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС	31,7	1311,0	511,5	799,5	156
3. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Cu	36,3	1501,2	533,7	967,5	181
4. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Cu	35,9	1484,7	517,5	967,2	187
5. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Витамар	36,4	1505,4	554,7	950,7	171
6. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Витамаром	37,7	1559,1	540,6	1018,5	188
7. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Cu + + N ₁₅ КАС	40,0	1654,2	555,9	1098,3	198
8. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + + Рекс Т с Cu	40,2	1662,6	522,9	1139,7	218

3.3. Озимая рожь

Традиционной хлебной культурой в Беларуси является озимая рожь. Ценность этой культуры заключается в ее высокой продуктивности, полноценности продовольственных свойств зерна. Ржаной хлеб отличается высокой калорийностью, богат витаминами, незаменимыми аминокислотами, обладает хорошим вкусом. В мировом земледелии озимая рожь по посевным площадям занимает пятое место, уступая пшенице, рису, ячменю и овсу.

Рожь лучше других культур приспособлена к произрастанию на почвах с невысоким естественным плодородием, более устойчива к неблагоприятным погодным условиям, менее требовательна к предшественникам, слабее поражается корневыми гнилями и обеспечивает получение достаточно высоких и гарантированных урожаев на всех типах почв, за исключением сыпучих песков и почв с избыточным увлажнением.

Озимая рожь возделывалась в 2006 – 2009 гг. в Беларуси на площади 507,4 тыс. га.

Исследования с озимой рожью проводились на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Она имела по годам исследований низкое содержание гумуса (1,34 – 1,41), слабокислую реакцию (pH_{KCl} 5,5 – 5,9), среднее и высокое содержание подвижного фосфора (148 – 285 мг/кг) и среднюю обеспеченность подвижным калием (174 – 185 мг/кг).

Некорневая подкормка в фазе 1-го узла 1 л комплексного микроудобрения Витамар совместно с КАС повышала урожайность зерна озимой ржи на фоне $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС}$ на 4,6 ц/га, а 150 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – на 4,7 ц/га.

Совместное применение регулятора роста Эпина с Рексом по сравнению с вариантом $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС}$ в среднем за 2008 – 2009 гг. способствовало получению максимальной урожайности зерна озимой ржи сорта Лота р1 (57,5 ц/га).

Совместное применение Эпина с КАС привело к росту урожайности зерна озимой ржи по сравнению с фоном $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС}$ на 7,2 ц/га, раздельное – на 6,4 ц/га (табл. 12).

Наибольшая окупаемость 1 кг НРК кг зерна отмечена в варианте $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС} + \text{Рекс}$ с Эпином и составила 14,8 кг зерна озимой ржи.

Высокие показатели окупаемости 1 кг НРК кг зерна имели варианты $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС}$ с Эпином и Витамаром, $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС}$ с Эпином, $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС} + \text{Рекс}$ с Экосилом, $\text{N}_{16}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{N}_{60} + \text{N}_{20}\text{КАС} + \text{Эпин}$, которые составили 13,9, 13,9, 13,7, 13,5 кг зерна озимой ржи соответственно.

Таблица 12. Эффективность комплексного применения жидкого азотного удобрения КАС, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании озимой ржи на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси, 2008–2009 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га			Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
	2008 г.	2009 г.	Среднее	
1. Без удобрений	23,4	18,8	21,1	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС;	45,7	50,3	48,0	10,9
3. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Эпин	52,5	56,4	54,4	13,5
4. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эпином	54,0	56,4	55,2	13,9
5. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Экосил	51,5	53,9	52,7	12,8
6. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Экосилом	50,9	52,7	51,8	12,5
7. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Витамар	50,2	52,4	51,3	12,3
8. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Витамаром	52,4	52,8	52,6	12,8
9. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Эколист	49,6	53,5	51,6	12,4
10. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эколистом	50,9	54,2	52,5	12,8
11. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Рекс с Эпином	59,4	55,7	57,5	14,8
12. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Рекс с Экосилом	54,4	55,2	54,8	13,7
13. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эпином и Витама- ром	56,8	53,7	55,2	13,9
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Экосилом и Эколи- стом	52,8	54,4	53,6	13,2
15. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Cu	52,7	52,8	52,7	12,9
НСР ₀₅	2,17	2,20		

Максимальное содержание сырого белка (10,0–10,1 %) и его выход (4,7 и 5,0 ц/га) были при совместном применении КАС с Эпином и Экосилом на фоне N₁₆P₆₀K₉₀ + N₆₀+N₂₀КАС (табл. 13).

Наиболее высокие показатели массы 1000 зерен были в вариантах: N₁₆P₆₀K₉₀ + N₆₀ + N₂₀КАС + Рекс с Эпином и N₁₆P₆₀K₉₀ + N₆₀ + N₂₀КАС + Рекс с Экосилом, где масса 1000 зерен составила 37,8, 37,7 г соответственно (табл. 13).

Таблица 13. Влияние удобрений, средств защиты растений и микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы (2008 – 2009 гг.)

Вариант	Сырой белок (среднее за 2008– 2009 гг.)	Сбор сырого белка, ц/га	Масса 1000 зерен, г (среднее за 2008–2009 гг.)
1	2	3	4
1. Без удобрений	8,9	1,6	33,3
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС;	9,7	4,0	36,2
3. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Эпин	9,9	4,6	37,2
4. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эпином	10,0	4,7	37,4
5. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Экосил	9,6	4,4	36,6
6. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Экосилом	9,7	4,3	36,5
7. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Витамар	9,8	4,3	36,5

8. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Витамаром	9,8	4,4	36,7
9. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Эколист	9,8	4,3	36,3
10. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эколистом	9,9	4,5	37,3

Окончание табл. 13

1	2	3	4
11. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Рекс с Эпином	10,1	5,0	37,8
12. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Рекс с Экосилом	9,8	4,6	37,7
13. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эпином и Витамаром	9,6	4,6	36,9
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Экосилом и Эколистом	10,0	4,6	36,6
15. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Су	9,7	4,4	36,7

Оба варианта с применением регулятора роста Эпина как отдельно, так и совместно с КАС имели массу 1000 зерен достоверно выше, чем в аналогичном варианте, но без применения Эпина. Она составила 37,2 и 37,4 г.

Максимальный чистый доход отмечен в варианте N₁₆P₆₀K₉₀ + N₆₀ + N₂₀ КАС + Рекс с Эпином (497,1 тыс. руб/га). Однако рентабельность в этом варианте не была наивысшей (83,6%) (табл. 14).

Таблица 14. Экономическая эффективность применения средств химизации под озимую рожь за 2008–2009 гг.

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб/га	Всего затрат с учетом накладных расходов (22%), тыс. руб/га	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС	26,9	806,1	504,3	301,8	59,8
3. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Эпин	33,3	999,6	543,6	456,0	83,9
4. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эпином	34,1	1022,4	529,5	492,9	93,1
5. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Экосил	31,6	947,7	548,4	399,3	72,9
6. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Экосилом	30,7	920,7	532,8	387,9	72,8
7. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Витамар	30,2	805,7	546,9	358,8	65,7
8. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Витамаром	31,5	944,4	534,6	409,8	76,6
9. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Эколист	30,4	913,2	554,4	358,8	64,7
10. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эколистом	31,4	942,6	540,3	402,3	74,5
11. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Рекс с Эпином	36,4	1092,3	595,2	497,1	83,6
12. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС + Рекс с Экосилом	33,7	1011,0	595,8	415,2	69,7
13. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Эпином и Витамаром	34,1	1024,2	555,3	468,9	84,5
14. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Экосилом и Эколистом	32,5	975,3	564,6	410,7	72,7

15. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + N ₆₀ +N ₂₀ КАС с Су	31,6	948,9	516,9	432,0	83,6
---	------	-------	-------	-------	------

Близкие к максимальным экономические показатели были в вариантах, где применялся как отдельно, так и совместно с КАС регулятор роста Эпин. При отдельном его внесении чистый доход составил 456,0 тыс. руб/га, рентабельность – 83,9%, при совместном – чистый доход – 492,9 тыс. руб/га, рентабельность – 93,1%. Применение баковой смеси Эпина с КАС в сравнении с отдельным их применением повысило чистый доход на 36,9 тыс. руб/га, рентабельность – на 9,8%.

3.4. Картофель

В Беларуси картофель – важная продовольственная культура. Его используют на пищевые, технические и кормовые цели. В нашей стране картофель играет особую роль в обеспечении населения продовольствием, оставаясь наиболее ценным и ничем не заменимым ежедневным продуктом питания. В клубнях содержится около 25% сухого вещества, в том числе 12–22% крахмала, 1,4–3% белка и 0,8–1% зольных веществ. В их состав входят различные витамины – С, В (В₁, В₂, В₆), РР, К и каротиноиды.

Велико значение картофеля и как технической культуры. Он служит сырьем крахмалопаточной, декстриновой промышленности, идет на производство глюкозы, спирта и др.

Картофель широко используют на кормовые цели. Особенно он ценен для свиней и молочного скота. Животным скармливают клубни, ботву и продукты промышленной переработки картофеля (барду, мезгу). Питательная ценность 100 кг клубней эквивалентна 20–30 к. ед., силоса из ботвы – 8,5–9, свежей мезги – 13,2, свежей барды – 4 к. ед. При урожае клубней 15 и ботвы 8 т/га общий выход кормовых единиц составляет около 5,5 тыс.

Как пропашная культура картофель служит хорошим предшественником яровых культур (яровая пшеница, кукуруза, свекла, ячмень, просо и др.). Ранние сорта его эффективны в занятом пару.

В последние годы повсеместно сокращаются посевные площади под картофелем в крупно-товарных хозяйствах и увеличиваются в личных подсобных хозяйствах. По данным РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», посевные площади под картофелем в 2009 – 2010 гг. составили 367,2 тыс. га, из которых 46,2 тыс. га приходится на долю сельскохозяйственных организаций, а оставшаяся часть (321,0 тыс. га) – на долю личных подсобных хозяйств. Сбор продукции во всех категориях хозяйств в 2010 г. составил около 10 млн. тонн. Производство картофеля на душу населения в Беларуси составляет 835,6 кг, что в 2 раза больше, чем в Нидерландах (415,1 кг) и Украине (414,8 кг), занимающих по этим

показателям второе и третье место в мире. По потреблению картофеля на душу населения Беларусь также занимает первое место. Этот показатель составляет 181,0 кг, что примерно в 5,37 раза выше, чем в среднем на душу населения в мире, которое потребляет 33,68 кг картофеля на одного человека в год.

Наиболее эффективным путем повышения продуктивности картофеля является внедрение в практику сельскохозяйственного производства новых высокоурожайных сортов, хорошо отзывющихся на применение органических, минеральных, а также новых форм микроудобрений, регуляторов роста и комплексных препаратов на их основе.

Исследования с картофелем сорта Журавинка проводились на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины 1 м, на опытном поле «Гушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА. Почва опытного участка имела недостаточное содержание гумуса (1,64 – 1,70), кислую и слабокислую реакцию среды (рН_{KCl} 5,4 – 5,8), среднее и повышенное содержание подвижного фосфора (144 – 174 мг/кг) и повышенное содержание подвижного калия (218 – 227 мг/кг).

Густота посадки картофеля – 50 тыс. клубней на 1 га.

Обработку посевов картофеля комплексным микроудобрением Витамар (2 л/га) проводили при высоте куста 15–20 см, регулятором роста Экосил (100 мл/га), в фазе бутонизации 1-й раз, через 10–12 дней – 2-й раз. Некорневую подкормку Басфолиаром 36 экстра (6 л/га) проводили при высоте куста 15–20 см. Обработка Экосилом (100 мл/га) + Басфолиар 36 экстра (6 л/га) проводилась в фазе бутонизации. Расход рабочего раствора жидкости составлял 200 л/га.

При обработке посевов картофеля регулятором роста Экосил урожайность выросла на 10,6 ц/га, при этом окупаемость 1 кг НРК урожаем клубней увеличилась на 3,6 кг (табл. 15). Этот же препарат способствовал увеличению валового сбора крахмала на 3,5 ц/га. При этом содержание крахмала в клубнях возрастало с 14,8% до 15,5% (табл. 16).

Таблица 15. Влияние на урожайность картофеля комплексных микроудобрений и регуляторов роста (среднее за 2008, 2010 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га		Окупаемость 1 кг НРК урожаем клубней, кг
		общая	к фону	
1. Контроль (без удобрений)	170,3	–	–	–
2. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀	259,0	88,7	–	30,6
3. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Экосил (2 раза по 100 мл/га)	269,6	99,3	10,6	34,2
4. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Басфолиар 36 экстра (6 л/га)	283,8	113,5	24,8	39,1
5. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Витамар (2 л/га)	280,3	110,0	21,3	37,9

6. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Басфолиар 36 экстра (6 л/га) + Экосил (100 мл/га)	296,1	125,8	37,1	43,4
НСР ₀₅	8,2 – 9,4			

Проведение некорневых подкормок при высоте куста 15 – 20 см комплексными микроудобрениями Басфолиар 36 экстра (6 л/га) повышало урожайность на 24,8 ц/га, а Витамаром (2 л/га) – на 21,3 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK в этих вариантах выросла на 8,5 и 7,3 кг клубней соответственно (табл. 15).

При применении этих препаратов содержание крахмала в клубнях и валовой сбор крахмала также выросли (табл. 16).

Наиболее эффективным оказалось совместное применение регулятора роста Экосил (100 мл/га) + Басфолиар 36 экстра (6 л/га) в фазе бутонизации. При этом урожайность выросла на 37,1 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK урожая клубней увеличилась на 12,8 кг (табл. 15). Совместное применение этих препаратов увеличило валовой сбор крахмала на 9,6 ц/га, при этом содержание крахмала в клубнях составило 16,2 %, что на 1,4 % выше, чем в фоновом варианте (табл. 16).

Таблица 16. Влияние комплексных препаратов и регуляторов роста на содержание и выход крахмала (среднее за 2008, 2010 гг.)

Вариант опыта	Крахмал, %	Выход крахмала, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	15,6	26,6
2. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀	14,8	38,3
3. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Экосил (2 раза по 100 мл/га)	15,5	41,8
4. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Басфолиар 36 экстра (4–6 л/га)	15,8	44,8
5. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Витамар (2 л/га)	16,3	45,7
6. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Басфолиар 36 экстра (4–6 л/га) + Экосил (100 мл/га)	16,2	47,9

Расчет экономической эффективности использования вышеперечисленных препаратов показал, что их применение является экономически выгодным приемом (табл. 17).

Таблица 17. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста при возделывании картофеля (среднее за 2008, 2010 гг.)

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб/га	Затраты, тыс. руб/га	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
1. Контроль (без удобрений)	–	–	–	–	–
2. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀	88,7	8058,3	6122,4	1935,9	31,6
3. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Экосил (2 раза по 100 мл/га)	99,3	9021,6	6251,1	2770,5	44,3
4. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Басфолиар 36 экстра (4–6 л/га)	113,5	10317,0	6307,5	4009,5	63,6
5. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Витамар (2 л/га)	110,0	9994,2	6260,4	3733,8	59,7

6. N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₃₀ + Басфолиар 36 экстра (4–6 л/га) + Экосил (100 мл/га)	125,8	11426,1	6401,7	5024,4	78,5
--	-------	---------	--------	--------	------

Обработка посевов картофеля Экосилом увеличивала чистый доход на 834,6 тыс. руб/га, а рентабельность – на 12,7%. Применение комплексного микроудобрения Витамар повышало чистый доход на 1797,9 тыс. руб/га, а рентабельность – на 28,1%. Некорневая подкормка картофеля комплексным микроудобрением Басфолиар 36 экстра увеличивала чистый доход на 2073,6 тыс. руб/га, а рентабельность – на 32%. Комплексное применение Экосила + Басфолиар 36 экстра способствовала повышению чистого дохода на 3088,5 тыс. руб/га, а рентабельности – на 46,9 %

Исходя из вышеприведенных данных следует, что применение минеральных удобрений и комплексных препаратов Витамар, Басфолиар 36 экстра и регулятора роста Экосил при выращивании картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси является эффективным приемом, позволяющим увеличить производство картофеля высокого качества.

3.5. Кукуруза

Кукуруза во многих регионах мира – основная кормовая культура, из которой получают не только грубый корм с высокой концентрацией энергии, но и концентрированный. Благодаря новым технологиям возделывания раннеспелых гибридов концентрированный корм из кукурузы можно эффективно получать в тех регионах, где ее выращивание на зерно было или совсем невозможно, или его производство связано с большими затратами на сушку. Потенциальные возможности этой культуры далеко не раскрыты и до конца не использованы.

В результате развития селекционного процесса зона выращивания кукурузы на силос и зерно значительно продвинулась на север. Отмечена тенденция к увеличению значимости кукурузы в сельском хозяйстве Беларуси. Посевные площади, занятые под культурой в республике в 2006 – 2009 гг., составили 663 тыс. га.

В Беларуси кукуруза в основном возделывается как силосная культура, так как силос имеет хорошую переваримость и обладает диетическими свойствами. В 100 кг силоса из кукурузы молочно-восковой спелости содержится 21 – 23 к. ед. и 1,0 – 1,2 кг переваримого протеина.

Исследования с кукурузой (гибрид Бемо 182) проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва по годам исследований имела среднее и недостаточное содержание гумуса (1,70–1,71%), слабокислую реакцию (рН_{KCl} 5,7–5,8), повышенное содержание подвижного

фосфора (186–202 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (197–213 мг/кг). Норма высева семян – 110 тыс/га.

Влияние микроудобрений на урожайность зеленой массы кукурузы приведено в табл. 18.

Таблица 18. Влияние микроудобрений на урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант опыта	Урожайность з/м, ц/га			Окупаемость 1 кг НРК кг з/м (среднее за 2 года)
	2008 г.	2009 г.	Среднее за 2 года	
1. Без удобрений (контроль)	225	387	306	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀	420	656	538	92,8
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀ + Эпин (80 мл/га) в фазе 6–8 листьев	467	669	568	104,8
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀ + Экосил (75 мл/га)	444	696	570	105,6
5. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ при 1-й м/р обр.	447	708	578	87,7
6. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + Экосил (75 мл/га)	449	730	590	91,6
7. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + Адоб Zn (2 л/га)	496	727	617	100,3
8. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + Витамар (1 л/га)	469	725	611	98,4
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + N ₃₀	432	732	582	70,8
10. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + N ₃₀ + Адоб Zn (2 л/га)	488	746	617	79,7
11. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + N ₃₀ + Басфолиар 36 экстра (4 л/га)	495	750	623	81,3
НСР ₀₅	20,0	17,7		

Некорневая подкормка в фазе 6–8 листьев повышала урожайность зеленой массы кукурузы в среднем за 2 года на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ при использовании 2 л/га Адоб Zn на 79 ц, 1 л/га Витамара – на 73 ц и 4 л/га Басфолиара 36 экстра – на 41 ц/га – на фоне N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + N₃₀.

Применение в фазе 6–8 листьев регулятора роста Экосил (50 мл/га) на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ повысило урожайность зеленой массы кукурузы на 22 ц/га. Максимальная урожайность зеленой массы (611 и 623 ц/га) получена при внесении Адоб Zn, Витамара и Басфолиара 36 экстра.

Максимальный сбор сухого вещества отмечен в среднем за 2008 – 2009 гг. в вариантах с внесением N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + N₃₀ + Адоб Zn и N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + N₃₀ + Басфолиар 36 экстра, который составил 150,9 – 155,8 ц/га. В этих же вариантах был наибольшим выход кормовых единиц (123,0 – 124,5 ц/га) и содержание энергии в сухом веществе (281098 – 291190 МДж).

В 2008 г. содержание сырого белка в зеленой массе кукурузы было по сравнению с 2009 г. в большинстве удобряемых вариантов несколько выше. В среднем за 2008 – 2009 гг. минимальным содержание сырого белка было в варианте без удобрения. Под влиянием применения удобрений оно возрастало на 0,6 – 2,6 % (с 7,7 до 10,3 % на сухое вещество). Наиболее высоким содержание сырого белка было в вариантах с высокими дозами азота N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + N₃₀ + Басфолиар 36 экстра и в варианте

$N_{90}P_{60}K_{100}$ + Эпин (9,9%). Наибольшим сбор сырого белка и переваримого протеина был в варианте с максимальными дозами азота и внесением на фоне $N_{120}P_{90}K_{150}$ + N_{30} цинка или комплексного микроудобрения Басфолиар, которые составляли 14,6 и 8,5 ц/га, 16,1 и 9,3 ц/га соответственно. В этих же вариантах опыта была наибольшая обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином (табл. 19).

Таблица 19. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность и качество кукурузы

Варианты опыта	Сырой белок, %			Среднее за 2008 – 2009 гг.				
	2008 г.	2009 г.	Среднее за 2 года	Сухое в-во, ц/га	Выход к. ед., ц/га	Выход сырого белка, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность к. ед. г переваримого протеина
1. Без удобрений (контроль)	9,4	6,0	7,7	74,8	61,2	5,8	3,3	56
2. $N_{90}P_{60}K_{100}$	10,4	8,8	9,6	131,5	107,6	12,6	7,3	68
3. $N_{90}P_{60}K_{100}$ + Эпин (80 мл/га) в фазе 6 – 8 листьев	11,0	8,8	9,9	138,9	113,6	13,8	8,0	70
4. $N_{90}P_{60}K_{100}$ + Экосил (75 л/га)	11,2	7,9	9,6	139,4	114,0	13,4	7,8	68
5. $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} при 1-й м/р обр.	10,6	8,3	9,5	141,3	115,5	13,4	7,8	68
6. $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} + Экосил (75 мл/га)	10,8	8,3	9,6	144,2	117,9	13,8	8,0	68
7. $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} + Адоб Zn (2 л/га)	9,6	8,4	9,0	149,6	122,3	13,5	7,8	64
8. $N_{90}P_{70}K_{120}$ + N_{30} +	9,7	8,4	9,1	146,0	119,4	13,3	7,7	64

Витамар (1 л/га)								
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + + N ₃₀	10,8	7,7	9,3	142,3	116,4	13,9	7,7	66
10. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + + N ₃₀ + Адоб Zn (2 л/га)	10,2	9,2	9,7	150,9	123,4	14,6	8,5	69
11. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + + N ₃₀ + Басфолиар 36 экстра (4 л/га)	11,8	8,8	10,3	155,8	124,5	16,1	9,3	75

Наибольший чистый доход (табл. 20) был получен при обработке посевов микроудобрением Адоб Zn (617700 руб/га), комплексным препаратом Витамар (562500 руб/га) на фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и применении регулятора роста Экосила на фоне N₉₀P₇₀K₁₀₀ (564300 руб/га).

Таблица 20. Экономическая эффективность применения средств химизации под кукурузу за 2008–2009 гг.

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб/га	Всего затрат с учетом накладных расходов (22%), тыс. руб/га	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений (контроль)	–	–	–	–	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀	46,4	988,2	522,3	465,9	89,2
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀ + Эпин (80 мл/га) в фазе 6 – 8 листьев	52,4	1116,0	566,7	549,3	96,9
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀ + Экосил (50 мл/га)	52,8	1124,7	560,4	564,3	100,7
5. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ при 1-й м/р обр.	54,3	1156,5	640,2	516,3	80,6
6. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + Экосил (50 мл/га)	56,7	1207,8	652,8	555,0	85,0
7. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + Адоб Zn (2 л/га)	62,2	1324,8	707,1	617,7	87,4
8. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ + Витамар (1 л/га)	58,2	1239,6	677,1	562,5	83,1
9. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + N ₃₀	55,2	1175,7	779,1	396,6	50,9
10. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + N ₃₀ + Адоб Zn (2 л/га)	62,2	1324,8	843,9	480,9	57,0
11. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + N ₃₀ + Басфолиар 36 экстра (4 л/га)	63,3	1348,2	875,1	473,1	54,1

3.6. Горох

Зернобобовым культурам в мире отводится особая роль. Их выращивают непосредственно для использования в питании человека, в качестве сырья для промышленности, на корм сельскохозяйственных животных. Население удовлетворяет свою потребность в белке в значительной мере (16%) за счет продукции зернобобовых культур. В Беларуси площадь под зернобобовыми культурами в 2006–2009 гг. составляла 146,6 тыс. га.

Исследования с горохом сорта Милениум проводили на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва имела недостаточное и среднее содержание гумуса (1,70–1,71 %), слабокислую реакцию (pH_{KCl} 5,6–5,7), повышенное содержание подвижного фосфора (186–202 мг/кг), повышенную обеспеченность подвижным калием (197–213 мг/кг). Норма высева семян гороха – 1,5 млн/га.

Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста на урожайность семян гороха приведено в табл. 21.

В засушливом 2010 г. действие регулятора роста Эпина было более эффективным, чем в 2009 г. Достаточно эффективным было применение микроудобрения ЭлеГум В и комплексных препаратов, содержащих микроудобрения и регуляторы роста (Витамар), а также комплексных микроудобрений (Басфолиар 36 экстра и Эколист).

Таблица 21. Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста на урожайность семян гороха, ц/га

Варианты опыта	Урожайность			Окупаемость 1 кг NPK кг семян (среднее за 2 года)
	2009 г.	2010 г.	Сред- нее за 2 года	
1. Без удобрений	31,9	21,8	26,9	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	35,7	28,5	32,1	3,1
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	36,1	35,3	35,7	4,9
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин (80 мл/га) в ф. бутониз.	36,2	39,4	37,8	6,1
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум В (1 л/га)	40,7	40,0	40,4	7,5
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Витамар (1 л/га)	40,3	40,6	40,5	7,6
7. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Басфолиар 36 экстра (4 л/га)	41,4	39,4	40,4	7,5
8. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эколист для з/б (2л/га)	42,3	39,7	41,0	7,8
НСР ₀₅	2,3	3,2		

Наиболее высокая урожайность зерна гороха (на уровне 40,4 – 41,0 ц/га) в среднем за 2 года была получена в вариантах с применением в фазе бутонизации Эколиста, Басфолиара 36 экстра, Витамаара, ЭлеГум В на фоне N₃₀P₆₀K₉₀. Наиболее высокой окупаемость 1 кг NPK кг семян гороха (7,6 – 7,8 кг) была при применении комплексных препаратов, содержащих микроэлементы и регуляторы роста (Витамар), а также комплексного микроудобрения Эколист.

Влияние микроудобрений и регуляторов роста на качество семян гороха показано в табл. 22.

Таблица 22. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на качество семян гороха (2009-2010 гг.)

Вариант опыта	Масса 1000 семян, г	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га
1. Без удобрений	154,22	21,23	4,81
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	161,98	23,76	6,58
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	159,07	24,10	7,40
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин (80 мл/га) в ф. бутониз.	164,36	22,71	7,39
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум В (1 л/га)	158,82	22,43	7,78
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Витамар (1 л/га)	152,48	23,55	8,20
7. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Басфолиар 36 экстра (4 л/га)	160,47	23,68	8,22
8. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эколист для з/б (2л/га)	162,62	23,39	8,24

В среднем за 2009 – 2010 гг. в удобренных вариантах содержание сырого белка в семенах гороха возрастало. Некорневые подкормки комплексными микроудобрениями Витамар, Эколист, Басфолиар 36 экстра снижали содержание сырого белка в семенах гороха. Возможно, это связано с увеличением урожайности семян в этих вариантах опыта и снижением белка в связи с биологическим разбавлением.

Максимальный выход сырого белка отмечен в вариантах с использованием Басфолиара 36 экстра и Эколита для зернобобовых культур на фоне N₃₀P₆₀K₉₀, который составил 8,10 – 8,19 ц/га.

Наиболее высокий чистый доход (табл. 23) отмечен в вариантах с применением на фоне N₃₀P₆₀K₉₀ ЭлеГум В (534,6 тыс. руб/га), комплексных микроудобрений Витамар (542,1 тыс. руб/га) и Эколист (578,7 тыс. руб/га). В этих вариантах была более высокой и рентабельность (89,2 – 95,5%).

Таблица 23. Экономическая эффективность применения средств химизации под горох за 2009–2010 гг.

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб/га	Всего затрат с учетом накладных расходов (22%), тыс. руб/га	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	7,3	436,8	374,1	62,7	16,8
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	12,3	739,2	474,3	264,9	55,9
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин (80 мл/га) в ф. бутониз.	15,3	915,6	548,7	366,9	66,9
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум В (1 л/га)	18,9	1134,0	599,4	534,6	89,2
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Витамар (1 л/га)	19,0	1142,4	600,3	542,1	90,3

7. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Басфолиар 36 экстра (4 л/га)	18,9	1134,0	648,3	485,7	74,9
8. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эколист для з/б (2 л/га)	19,7	1184,4	605,7	578,7	95,5

4. ПРАВИЛА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ С МИКРОУДОБРЕНИЯМИ И РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА

Внесение микроэлементов в почву в виде удобрений предусматривается только на почвах с низкой обеспеченностью этими элементами питания (I группа), на среднеобеспеченных почвах (II группа) применять их рекомендуется путем обработки семян и некорневых подкормок, на высокообеспеченных (III группа) или при избыточном содержании (IV группа) внесение микроэлементов должно быть исключено.

Некорневые подкормки посевов микроудобрениями проводят на почвах, слабо- и среднеобеспеченных микроэлементами. Для этого используют **сульфат меди, сульфат цинка, борную кислоту, молибдат аммония**, а также новые формы микроудобрений в хелатной и органо-минеральной форме.

При приготовлении рабочих растворов с многокомпонентными растворами микроудобрений емкость опрыскивателя заполняют водой до половины и в нее добавляют составляющие в нижеуказанной последовательности при работе опрыскивателя в режиме перемешивания:

- карбамид (при необходимости);
- растворы неорганических солей микроэлементов или растворы, содержащие микроэлементы в форме хелатных соединений Адоб или Эколист + вода – 1:4;
- пестицид, разбавленный водой согласно инструкции.

Затем добавляют воду до полного объема и приступают к обработке посевов. Приготовление баковых смесей рекомендуется проводить непосредственно перед их внесением.

Для опрыскивания посевов микроэлементами используют дефлекторные распылители РД-110-4 или щелевые РЩ-110-4 и РЩ-110-2,5. При выборе оптимального срока проведения некорневой подкормки учитывают не только биологические особенности потребности культуры, но и погодные условия, так как время поглощения растениями микроэлементов составляет от 1 до 2 дней. Не рекомендуется опрыскивание проводить на сырые или покрытые росой растения, а также в условиях интенсивного солнечного света. Некорневые подкормки микроэлементами лучше проводить в послеобеденное время или в пасмурную погоду.

При введении микроэлементов в КАС лучше растворить их сначала в воде, а затем вносить в раствор заводского КАС или разбавленного водой до необходимого содержания азота при некорневой подкормке.

При отсутствии на тарной этикетке рекомендаций по использованию микроудобрения или пестицида с КАС каждый компонент смеси должен проверяться на совместимость с ним.

При использовании микроудобрений с КАС следует учитывать, что его растворы могут вызывать появление ожогов на листьях, степень повреждения которых зависит от культуры, фазы ее развития, дозы удобрений и погодных условий. Наиболее широкое применение КАС с микроудобрениями получило при возделывании зерновых культур. Высокая влажность и интенсивная солнечная инсоляция неблагоприятны для внесения КАС.

При внесении удобрений необходимо постоянно следить за шириной захвата опрыскивателя. Недопустимо наличие необработанных полос на стыках двух смежных проходов, а также двукратная обработка растений, так как это может вызвать их ожоги. Не рекомендуется проводить подкормку при температуре выше 20°C, а также после дождя, так как в результате смешивания капель КАС с водой увеличивается площадь контакта удобрения с листом, что ведет к увеличению вероятности ожогов. Для снижения ожогового действия обработку КАС лучше проводить после 15 часов, так как в вечерние часы и ночью азот поглощается медленнее. Во избежание сильных ожогов растений КАС необходимо разбавлять водой 1 : 3 и более. При приготовлении баковых смесей следует строго выдерживать рекомендуемые дозы азота, микроэлементов, пестицидов, регуляторов роста. Баковые смеси готовят непосредственно перед внесением и хорошо перемешивают. В зависимости от дозы расход баковой смеси составляет 250 – 400 л/га.

Регуляторы роста применяют в виде водных растворов, которые готовят в день их использования. Вследствие малых доз внесения регуляторов роста, для равномерной обработки ими семян или опрыскивания посевов готовят маточные растворы этих препаратов в небольшом количестве воды, после чего их тщательно перемешивают. Для приготовления маточных растворов используют стеклянную или эмалированную посуду.

При приготовлении растворов для предпосевной обработки семян маточный раствор с рекомендованной дозой регуляторов роста на тонну семян растворяют в 10 литрах воды.

Опрыскивание посевов водными растворами регуляторов роста с помощью штанговых тракторных опрыскивателей проводят при безветренной погоде. Не допускается опрыскивание посевов перед возможным выпадением осадков. Значительное влияние на эффективность регуляторов роста оказывают сроки проведения опрыскивания

посевов на протяжении дня. Наиболее эффективно опрыскивание утром до 11 и вечером – после 17–18 часов.

Опрыскивание посевов производится водными растворами из расчета 200 – 300 л/га в период вегетации штанговыми тракторными опрыскивателями марок ОП-2000, ОП-2000А, ОП-2000-1б и др.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Значение микроэлементов в жизни растений, ассортимент и основы применения микроудобрений	4
2. Физиологическая роль и краткая характеристика регуляторов роста растений	12
3. Особенности применения новых форм микроудобрений и регуляторов роста растений	15
3.1. Яровая пшеница	15
3.2. Озимая пшеница	17
3.3. Озимая рожь	20
3.4. Картофель	23
3.5. Кукуруза	26
3.6. Горох	29
4. Правила приготовления и применения рабочих растворов с микроудобрениями и регуляторами роста	31