

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

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

ГУБЕРНСКИЙ ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ»

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ
И БАКОВЫХ СМЕСЕЙ
ОДНОКОМПОНЕНТНЫХ
МИКРОУДОБРЕНИЙ
ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
КУЛЬТУРЫ**

**РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ, ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, АСПИРАНТОВ
И СТУДЕНТОВ АГРОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВУЗОВ**

Горки 2007

Утверждены Научно-техническим советом Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 21.11.2007 (протокол № 21).

Составили: И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, В.В. Лапа, М.В. Рак, С.П. Кукреш, Г.Ф. Тарасевич, С.Ф. Ходянкова, Э.М. Батыршаев, С.М. Мижуй, О.И. Мишура, А.А. Цыганова, А.С. Мастеров, А.В. Шершнеф, А.А. Ходянков, В.П. Дуктов, М.А. Лещина.

УДК 631.81.095.337:631.521.54

Применение комплексных и баковых смесей однокомпонентных микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: Рекомендации / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, В.В. Лапа, М.В. Рак, С.П. Кукреш, Г.Ф. Тарасевич и др. Горки, 2007. 48 с.

В рекомендациях изложены результаты исследований по применению комплексных и баковых смесей однокомпонентных микроудобрений при возделывании сельскохозяйственных культур. Приведены дозы, сроки и способы внесения этих удобрений, обеспечивающих повышение урожайности, улучшение качества растениеводческой продукции. Приведена характеристика новых многокомпонентных микроудобрений: «Витамар», «Басфолиар», «Эколист» и однокомпонентных «АДОБ» и «Солобор», содержащих микроэлементы в хелатной или органоминеральной форме.

Для сельскохозяйственных предприятий, преподавателей, аспирантов и студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных вузов.

Табл. 43.

Рецензенты: А.А. ШЕЛЮТО, доктор с.-х. наук, профессор; В.С. КУРАТНИК, зам. начальника Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

© Составление. Коллектив составителей, 2007

© Учреждение образования
«Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2007

ВВЕДЕНИЕ

Применение микроудобрений в земледелии является частью общей большой проблемы минерального питания растений и, кроме повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества растениеводческой продукции, важность ее состоит еще и в производстве сбалансированной по составу микроэлементов пищи для человека и кормов для животных в разных биогемических провинциях.

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 урожайности сельскохозяйственных культур, 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. При возделывании сельскохозяйственных культур по современным технологиям, рассчитанным на получение высоких урожаев, потребность их в микроэлементах повышается, и при этом изменяются коэффициенты использования растениями элементов питания из макроудобрений. Вместе с тем на подвижность микроэлементов в почве, а значит и на их поступление в растения значительное влияние оказывают свойства почвы, известкование, применение органических и минеральных удобрений.

Внесение повышенных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений сдвигает ионное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения растениями микроэлементов, увеличивает потребность во внесении микроудобрений. При внесении высоких доз фосфора уменьшается доступность растениям цинка, калия — бора, азотных — меди и молибдена.

На почвах с низким содержанием микроэлементов внесение микроудобрений может повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 10–15% и более. Микроудобрения существенно улучшают и качество растениеводческой 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. 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 других.

Применение микроудобрений является важным элементом высокой культуры земледелия. Поэтому применять их в первую очередь следует при возделывании сельскохозяйственных культур по современным технологиям с высоким уровнем планируемых урожаев, а также на почвах 1-й и 2-й группы обеспеченности микроэлементами.

По данным последнего тура агрохимического обследования в Беларуси почвы первой и второй группы по обеспеченности бором составляют на пашне 77,8%, медью – 91,7% и цинком – 82,7%. Нередко почвы имеют низкое содержание по нескольким микроэлементам, и эффективным является применение смесей этих микроэлементов или комплексных микроудобрений, содержащих несколько микроэлементов.

В рекомендациях обобщены данные полевых опытов в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и РУП «Институт почвоведения и агрохимии» по применению новых комплексных удобрений, содержащих несколько микроэлементов до посева, при инкрустации семян и при некорневых подкормках сельскохозяйственных культур.

Большое внимание уделено некорневым подкормкам как наиболее эффективному способу применения микроэлементов. Приведены дозы, сроки и способы внесения комплексных и баковых смесей однокомпонентных микроудобрений под сельскохозяйственные культуры, рассмотрены возможные баковые смеси комплексных микроудобрений с КАС и пестицидами, которые позволяют существенно снизить гектарную стоимость обработки посевов.

Даются рекомендации по использованию как отечественных, так и зарубежных комплексных микроудобрений, содержащих микроэлементы в хелатной форме и обуславливающих их высокую усвояемость растениями.

Приведен состав удобрений и техника приготовления рабочих растворов для некорневых подкормок.

1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ПОТРЕБНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В МИКРОЭЛЕМЕНТАХ

Положительная роль микроэлементов обусловлена тем, что они принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обменах, повышают устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям внешней среды. Под влиянием микроэлементов в листьях увеличивается содержание хлорофилла, улучшается фотосинтез, усиливается ассимилирующая деятельность

всего растения. Многие микроэлементы входят в активные центры ферментов и витаминов. Микроэлементы способны образовывать комплексы с нуклеиновыми кислотами, влияют на физические свойства, структуру и физиологические свойства рибосом. Они влияют на проницаемость клеточных мембран и поступление элементов питания в растения.

Недостаток микроэлементов вызывает ряд болезней растений и может привести к их гибели. Применение соответствующих микроудобрений не только устраняет возможность болезней, но и обеспечивает получение более высокого урожая лучшего качества.

Бор необходим растениям в течение всей жизни. Он не может реутилизироваться в растениях, поэтому при его недостатке особенно страдают молодые растущие органы. Возникают заболевания и наблюдается отмирание точек роста. Среднее содержание бора в растениях составляет 1 мг на 1 кг массы.

При недостатке бора лен поражается бактериозом (кальциевым хлорозом), что резко снижает урожай и качество волокна. Дефицит бора вызывает поражение сахарной и кормовой свеклы гнилью сердечка и появление дуплистости корнеплодов. Недостаток бора вызывает поражение клубней картофеля паршой, у бобовых нарушается развитие клубеньков на корнях и снижается симбиотическая фиксация азота.

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

Под влиянием бора у растений быстрее образуется белок и крахмал, он усиливает прорастание пыльцы, увеличивает число цветков, завязей, семян, ускоряет развитие. При недостатке бора в почве нарушается водообмен и поглощение ионов, у растений возникают непаразитарные заболевания. Борная недостаточность сильно проявляется при известковании вследствие повышения содержания в почве щелочноземельных металлов, а также бедных гумусом почвах легкого гранулометрического состава. Продолжительная засуха снижает доступность бора растениям, а при повышенной влажности он легко вымывается.

Цинк входит в состав 30 ферментов и участвует в углеводном, белковом, азотном и фосфорном обмене. Он входит в состав хлоропластов и участвует в фотосинтезе. Цинк входит в состав 30 ферментов и участвует в углеводном, белковом, азотном и фосфорном обмене. Он входит в состав хлоропластов и участвует в фотосинтезе.

ж о с шу 1 20 1
у х в бур до ,07 - 2,2 / а.
д н й д тр и жу и , пл
ку л й, люц б М лр о ж ур й о ,
х аз И , ив п
и 5 см о у ерк д д т р й п
у л ис к т а ж и
л м с
и

белка и витаминов, усиливает образование ауксинов, вызывает интенсивный рост корневой системы, повышает устойчивость растений к болезням. Многие исследователи отмечают, что лучше его использовать на почвах с высоким содержанием фосфора.

Содержание молибдена в растениях может колебаться в пределах 0,1 – 300 мг/кг сухой массы. Молибден входит в состав фермента нитратредуктазы, участвует в восстановлении нитратов в растениях, он также входит в фермент нитрогеназу, участвующую в фиксации атмосферного азота микроорганизмами как свободноживущими (азотобактер и др.), так и клубеньковыми, живущими 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 и ухудшению его качества.

Наибольшую потребность в молибдене испытывают бобовые культуры (особенно клевер, люцерна), капуста цветная, средняя потребность отмечена у гороха, бобов, люпина, озимого и ярового рапса, капусты белокочанной, сахарной свеклы.

Медь, входя в состав медьсодержащих белков и ферментов, регулирует окислительно-восстановительные процессы в организме, активизирует фотосинтез и образование крахмала. Она играет большую роль в фенольном, азотистом, нуклеиновом и ауксиновом обменах, фиксации молекулярного азота. Медь стимулирует устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям, а также к неблагоприятным погодным условиям (засуха, заморозки). Недостаток ее – причина усиленного кущения и резкого снижения продуктивности, раннего побеления колосьев и бесплодия цветков у зерновых культур.

Содержание меди в растениях составляет от 3 до 15 мг на 1 кг сухого вещества.

Свободная медь, легко образуя комплексные соединения с органическим веществом почвы, быстро переходит в менее доступные для растений формы. Такое явление еще более усиливается при внесении органических удобрений и одностороннем применении азотных удобрений. Этим, видимо, и объясняется недостаток меди в почве и высокая отзывчивость посевов зерновых культур на медные удобрения.

Особенно высокий эффект от некорневых подкормок медью проявляется в годы с недостаточным количеством осадков. Это объясняется снижением подвижности меди в почве в условиях засухи, приводящим к повышению эффективности применения медных удобрений.

Высокой потребностью к меди отличаются озимая и яровая пшеница, ячмень, овес, лен, люцерна, морковь, лук, средней – картофель, томат, кукуруза на силос, клевер луговой, сахарная свекла, капуста белокочанная.

Марганец необходим всем растениям. Среднее содержание в растениях — 10 мг на 1 кг сухой массы. Вынос с урожаем разных культур составляет 1 — 4,5 кг/га. Основное количество марганца сосредоточено в листьях и хлоропластах.

Марганец относится к металлам с высоким окислительно-восстановительным потенциалом и может участвовать в реакциях биологического окисления. Выявлено прямое участие этого микроэлемента в фотосинтезе.

Марганец входит в ряд ферментов: гидроксиламиноредуктазу, малатдегидрогеназу, глутаминтрансферазу и другие. В настоящее время известно около 30 металлоферментных комплексов, активируемых марганцем.

Марганец способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды, повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию, влияет на плодоношение растений.

Оптимальное содержание марганца в растениеводческой продукции и овощах — 40 — 70 мг/кг.

Некорневая подкормка микроэлементами является достаточно эффективным приемом. Она позволяет уменьшить дозу микроудобрений и повысить коэффициент их использования. Растения используют до 40 — 70% микроэлементов при опрыскивании посевов, тогда как при внесении в почву — лишь несколько процентов.

Несмотря на то, что в опытах установлено сравнительно небольшое повышение продуктивности зерновых за счет микроэлементов, их применение является целесообразным. Они выполняют важнейшие функции в процессе жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом сбалансированного питания.

Основным источником обеспечения растений микроэлементами является почва. Для нормального роста и развития растительного организма почва должна иметь весь необходимый спектр микроэлементов и оптимальное их соотношение. Как недостаток, так и избыток микроэлементов нежелателен, содержание их должно укладываться в определенные границы, за пределами которых развиваются болезни растений, их угнетение или гибель. Фоновое содержание ряда микроэлементов в почвах не соответствует потребности для нормального роста и развития растений, здоровья человека и животных.

В Беларуси с 1981 г. проводится крупномасштабное агрохимическое обследование на содержание микроэлементов. Градация по обеспеченности минеральных и торфяно-болотных почв приведена в табл. 1.

Таблица 1. Градации почв по содержанию подвижных и обменных форм микроэлементов, мг/кг почвы

Элемент	Вытяжка для определения подвижных форм	Группы по обеспеченности			
		1-я	2-я	3-я	4-я
		низкая	средняя	высокая	избыточная
Си	1,0 М НСl	$\leq 1,5$ <5,0	$\frac{1,6-3,0}{5,1-9,0}$	$\frac{3,1-5,0}{9,1-12,0}$	$\frac{\geq 5,0}{>12,0}$
Zn	1,0 М НСl	$\leq 3,0$ <10,0	$\frac{3,1-5,0}{10,1-15,0}$	$\frac{5,1-10,0}{15,1-30,0}$	$\frac{>10,0}{>30,0}$
В	H ₂ O	$\leq 0,3$ <1,0	$\frac{0,31-0,7}{1,1-2,0}$	$\frac{0,71-1,0}{2,1-3,0}$	$\frac{\geq 1,0}{>3,0}$
Mn	1,0 М КСl	$\leq 2,0$ <6,0	$\frac{2,1-6,0}{6,1-18,0}$	$\frac{6,1-10,0}{18,1-30,0}$	$\frac{>10,0}{>30,0}$
Mo	Аксалатный буфер, рН 3,3	$\leq 0,1$ <0,3	$\frac{0,11-0,20}{0,31-0,60}$	$\frac{0,21-0,40}{0,61-1,20}$	$\frac{>0,40}{>1,20}$

П р и м е ч а н и е: в числителе – для дерново-подзолистых; в знаменателе – для торфяно-болотных почв.

Оптимальные уровни содержания микроэлементов в основном соответствуют второй группе по обеспеченности, где необходимо компенсирующее внесение микроудобрений в виде некорневых подкормок, обработки семян и поступающих микроэлементов с органическими удобрениями. На почвах третьей группы обеспеченности микроэлементами применение микроудобрений не способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Применение некорневых подкормок в минимальных дозах или обработка семян используются для повышения качества растениеводческой продукции. Содержание микроэлементов в органических удобрениях приведено в табл. 2.

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

Навоз	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Крупного рогатого скота	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	-	-

По данным последнего тура агрохимического обследования обеспеченность пашни бором, медью и цинком по республике – средняя (табл. 3). Доля почв 1-й и 2-й группы по обеспеченности бором, где необходимо применение этого микроэлемента, составляет от 38,9% в Минской области до 94,8% в Брестской.

Т а б л и ц а 3. Обеспеченность микроэлементами почв Беларуси

Область	Бор		Медь		Цинк	
	мг/кг почвы	% почв 1-й и 2-й групп обеспеченности	мг/кг почвы	% почв 1-й и 2-й групп обеспеченности	мг/кг почвы	% почв 1-й и 2-й групп обеспеченности
Брестская	0,50	94,8	2,10	85,4	3,64	46,2
Витебская	0,58	83,6	2,07	89,5	2,88	95,8
Гомельская	0,57	84,3	1,79	91,9	2,89	92,3
Гродненская	0,69	60,1	1,63	96,3	2,80	94,1
Минская	0,81	38,9	1,73	93,2	2,77	93,6
Могилевская	0,61	76,4	1,78	85,0	4,92	64,8
Беларусь	0,60	77,8	1,87	91,7	3,39	82,7

По областям доля первой и второй группы по содержанию меди колеблется от 85% в Могилевской области до 96,3% в Гродненской, а цинком – от 46,2% в Брестской до 95,8% в Витебской (табл. 3).

Содержание молибдена в почвах Беларуси повсеместно низкое и составляет 0,03 – 0,1 мг/кг.

Для каждой сельскохозяйственной культуры имеются важнейшие микроэлементы, на которые они наиболее сильно отзываются (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Нуждаемость сельскохозяйственных культур в микроэлементах в зависимости от типов почв

Микроэлементы	Тип почв	Культуры
Бор	Дерново-подзолистые, дерново-глеевые, торфяно-болотные	Лен, кормовые корнеплоды, зернобобовые, крестоцветные, семенники многолетних бобовых трав
Медь	Дерново-подзолистые, торфяно-болотные	Озимые и яровые зерновые, картофель, многолетние злаковые травы
Цинк	Дерново-подзолистые	Кукуруза, лен, многолетние бобовые и злаковые травы
Молибден	Дерново-подзолистые	Семенники многолетних бобовых трав

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6
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 (з/м)	-	-	-	30	-

В ряде случаев почвы в республике имеют недостаточное содержание нескольких микроэлементов, поэтому очень эффективно использовать сразу несколько микроэлементов в форме комплексных микроудобрений. В настоящее время в состав комплексных микроудобрений вводятся и регуляторы роста, что повышает действие таких препаратов.

При отсутствии комплексных микроудобрений можно использовать смеси однокомпонентных микроудобрений.

2. ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА

К наиболее ценным продовольственным культурам в большинстве стран СНГ и мира относят пшеницу. В зерне ее содержатся практически все вещества, необходимые для нормального развития организма человека (белки, углеводы, минеральные вещества и т.д.). Пшеничный хлеб отличается высокими вкусовыми и питательными свойствами, хорошо переваривается и усваивается организмом. Зерно пшеницы используется также в крупяной, макаронной и кондитерской промышленности.

Для обеспечения населения Беларуси белым хлебом требуется примерно 1,7 млн. тонн пшеничного зерна. Большая его часть должна выращиваться на полях республики.

В условиях Беларуси озимая пшеница в сравнении с яровой по своим биологическим особенностям имеет значительные преимущества — более длительный вегетационный период с активным использованием зимних запасов влаги, весенней солнечной инсоляции, продолжительный налив зерна. Уборка посевов озимой пшеницы чаще всего происходит в лучших погодных условиях. Все это сказывается на урожайности. Исходя из этого, доля озимой пшеницы должна составлять 70 — 75%, яровой — 25 — 30%. Площади пшеницы (озимой и яровой) в Беларуси расширились в последние годы до 350 — 420 тыс. гектаров.

Необходимо отметить, что на почвах с недостаточным содержанием микроэлементов применение микроудобрений эффективно. Одним из приемов, позволяющим добиться повышения эффективности средств химизации, является совмещение операций по их внесению.

На кафедре агрохимии в отделении «Тушково» учебно-опытного хозяйства УО «БГСХА» в 2005 – 2006 гг. изучалась эффективность раздельного и совместного применения жидкого азотного удобрения КАС с комплексным микроудобрением «Витамар-3» при возделывании озимой пшеницы сорта Капылянка на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Пахотный слой почвы до закладки опыта имел низкое содержание гумуса (1,38 – 1,45%), высокое содержание подвижного фосфора (296 – 308 мг/кг почвы), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (197 – 206 мг/кг почвы). Обеспеченность почвы подвижной медью в опытах с озимой пшеницей по годам исследований была низкой (1,43 – 1,48 мг/кг), цинком – средней (3,93 – 4,21 мг/кг). Реакция почвы в 2004 – 2005 гг. была близка к нейтральной (pH_{KCl} 6,2).

Комплексное микроудобрение «Витамар-3» представляет собой жидкий концентрат микроэлементов с биологическим стимулятором роста гидрогуматом. При некорневой обработке растений 1 литр комплексного микроудобрения «Витамар-3» разводится водой или смесью воды с карбамидом (6%) или другим азотным удобрением (КАС) из расчета 200 – 300 литров на га.

Жидкое азотное удобрение КАС как отдельно, так и в составе баковых смесей с 1 л/га комплексным микроудобрением «Витамар-3» применялось в фазе выхода в трубку. В 1 литре «Витамара-3» содержатся следующие компоненты: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 220 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 – 10 г, гуматы – 50 мл.

Применение комплексного микроудобрения «Витамар-3» при раздельном внесении на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + рекс Т повышало урожайность зерна на 4,7 ц/га, а в составе баковой смеси с КАС на 6 ц/га (табл.7).

Т а б л и ц а 7. Влияние микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Капылянка (среднее за 2005 – 2006 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га
1	2	3	4	5
1. Без удобрений	26,5	-	10,2	2,7
2. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС (фон)	53,2	-	13,0	7,6

1	2	3	4	5
3. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар-3	62,9	4,7	14,0	8,8
4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	64,2	6,0	14,2	9,1

Примечание. Во всех вариантах, применялся гербицид линтур в дозе 135 г/га отдельно в фазе кушения и фунгицид рекс Т в дозе 0,6 л/га в фазе выхода в трубку.

Некорневые подкормки комплексным микроудобрением «Витамар-3» в фазу выхода в трубку отдельно и в составе баковой смеси с КАС по сравнению с фоновым вариантом $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС увеличивали содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы на 1,0 – 1,2%, а его выход – на 1,2 и 1,5 ц/га соответственно (табл. 7).

Комплексное применение отмеченных выше микроудобрений и жидкого азотного удобрения КАС является важнейшим энергосберегающим приемом, так как уменьшается количество проходов техники по полю.

Как раздельное, так и совместное применение комплексного микроудобрения «Витамар-3» с КАС является экономически оправданным приемом. При раздельном внесении «Витамара-3» с КАС чистый доход возрастал по сравнению с фоном на 50,4 \$/га, а при совместном – на 73,0 \$/га. При совмещении операций по внесению КАС с комплексным микроудобрением «Витамар-3» наблюдалось повышение уровня рентабельности на 17% по сравнению с их раздельным внесением и – на 32% по сравнению с фоном (табл. 8).

Таблица 8. Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании озимой пшеницы (среднее за 2005 – 2006 гг.)

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, \$/га	Затраты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-	-
2. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС (фон)	31,7	437,0	170,5	266,5	156
3. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар-3	36,4	501,8	184,9	316,9	171
4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	37,7	519,7	180,2	339,5	188

РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в полевом опыте в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района в 2005 – 2006 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве исследовалась эффективность новых удобрений Басфолиар и АДОБ при возделывании озимой пшеницы. Почва имела близкую к нейтральной реакцию (рН КС1 6,4), среднее содержание гумуса, повышенное содержание подвижного фосфора (225 мг/кг) и подвижного калия (262 мг/кг), низкую обеспеченность подвижной медью (1,5мг/кг) и среднюю – обменным марганцем (2 мг/кг)

Предшественником озимой пшеницы был ранний картофель, под который вносился навоз в дозе 60 т/га. На фоне $N_{70+40+30}P_{70}K_{120}$ изучались двукратные подкормки (в стадию первого и флагового листа) удобрением Басфолиар 36 Экстра (N – 36,3; MgO – 4,3; Mn – 1,34; Cu – 0,27; Fe – 0,03; B – 0,03; Zn – 0,013; Mo – 0,01%) в дозе 10 л/га, Басфолиар 34 (N – 34,6; MgO – 0,65; Mn – 0,13; Cu – 0,13%) в дозе 10 л/га, Басфолиар 12-4-6 (N – 12,0; P_2O_5 – 4,0; K_2O – 6,0; MgO – 0,2; Mn – 1,0; Cu – 0,2; Fe – 0,01; B – 0,02; Zn – 0,01; Mo – 0,005%) в дозе 10 л/га, Басфолиар 12-4-6 в дозе 10 л/га + АДОБ Mn (N – 9,8; MgO – 2,82; Mn – 15,3%) в дозе 4 л/га, Басфолиар 12-4-6 в дозе 10 л/га + АДОБ Cu (N – 9,0; MgO – 3,0; Cu – 6,43%) в дозе 2 л/га.

Двукратные подкормки Басфолиаром 36, Басфолиаром 34 и Басфолиаром 12-4-6 повышали урожайность зерна озимой пшеницы сорта Декан по сравнению с фоном $N_{70+40+30}P_{70}K_{120}$ на 7,0 – 8,1 ц/га. Наиболее высокая прибавка урожайности зерна озимой пшеницы 9,7 – 9,8 ц/га была получена при применении Басфолиара 12-4-6, содержащем 5 микроэлементов, в сочетании с АДОБ Mn или АДОБ Cu (табл. 9). Положительное действие удобрения Басфолиар и АДОБ оказали и на качество урожая.

Т а б л и ц а 9. Влияние удобрений Басфолиар и АДОБ на урожайность и качество зерна озимой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Белок, %	Клейковина, %
1. $N_{70+40+30}P_{70}K_{120}$ – фон	77,3	-	11,3	20,0
2. Басфолиар 36 (10 л/га)	84,3	7,0	11,4	26,2
3. Басфолиар 34 (10 л/га)	85,4	8,1	11,5	24,6
4. Басфолиар12-4-6 (10 л/га)	84,6	7,3	12,1	27,2
5. Басфолиар12-4-6 (10 л/га)+АДОБ Mn (4 л/га)	87,0	9,7	12,2	24,3
6. Басфолиар12-4-6 (10 л/га) + АДОБ Cu – 2 л/га	87,1	9,8	11,8	25,0

Двукратные некорневые подкормки удобрениями Басфолиар и Басфолиар + АДОБ Мп повышали содержание белка по сравнению с фоном на 0,8 – 0,9%. Под влиянием удобрений Басфолиар и АДОБ существенно на 4,3 – 7,2% возрастало содержание клейковины в зерне. Наиболее высоким оно было в варианте с внесением Басфолиар 12-4-6.

3. ОЗИМАЯ ТРИТИКАЛЕ

Тритикале – ценная зернофуражная и продовольственная культура. По содержанию кормовых единиц зерно тритикале превосходит ячмень и овес. Обеспеченность кормовой единицы зерна тритикале переваримым белком составляет 87 г, что на 30 г выше ржи и на 15 г выше ячменя. Зерно тритикале используется для кормления сельскохозяйственных животных, а также в хлебопекарной, пивоваренной и спиртовой промышленности.

Посевные площади озимой тритикале в республике стабилизировались в последние годы на оптимальном уровне в 350 – 400 тыс. гектаров. По этому показателю, по данным ФАО, Беларусь вышла на третье место в мире, уступая только Польше и Германии, где эта культура возделывается на площади 985,6 и 501,4 тыс. гектаров соответственно.

Динамичный рост посевов тритикале происходит благодаря таким преимуществам, как высокая урожайность, повышенная устойчивость к болезням, низкая чувствительность к неблагоприятным почвенным условиям, а также высокая кормовая ценность. Посевные площади под озимой тритикале в последние годы достигли 420 тыс. гектаров.

Сорт Дубрава, изучаемый в опытах, зернофуражного использования, высокоурожайный.

На кафедре агрохимии в отделении «Тушково» учебно-опытного хозяйства УО «БГСХА» в 2005 – 2006 гг. изучалась эффективность раздельного и совместного применения жидкого азотного удобрения КАС с комплексным микроудобрением «Витамар-3» при возделывании озимой тритикале сорта Дубрава на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Пахотный слой почвы до закладки опыта имел низкое содержание гумуса (1,38 – 1,42 %), высокое содержание подвижных форм фосфора (296 – 324 мг/кг почвы), повышенную обеспеченность подвижным калием (206 – 224 мг/кг почвы). Обеспеченность почвы подвижной медью в опытах с тритикале сорта Дубрава по годам исследований была средней (1,55 – 1,65 мг/кг), цинком – также средней (3,73 – 4,35 мг/кг). Реакция почвы в 2004 – 2005 гг. была близка к нейтральной (pH_{KCl} 6,2 – 6,4).

Из-за недостаточного содержания микроэлементов в большинстве дерново-подзолистых почв важным фактором повышения урожайности и качества зерна является применение на посевах микроудобрений.

При некорневой обработке растений 1 литр комплексного микроудобрения «Витамар-3» разводится водой или смесью воды с карбамидом (6%) или другим азотным удобрением (КАС) из расчета 200 – 300 литров на га.

Жидкое азотное удобрение КАС как отдельно, так и в составе баковых смесей с 1 л/га комплексного микроудобрения «Витамар-3» применялось в фазе выхода в трубку. В 1 литре «Витамара-3» содержатся следующие компоненты: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 220 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 – 10 г, гуматы – 50 мл.

Применение комплексного микроудобрения «Витамар-3» при раздельном внесении на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + рекс Т повышало урожайность зерна на 3,7 ц/га, а в составе баковой смеси с КАС на 4,5 ц/га (табл. 10).

Т а б л и ц а 10. Влияние микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой тритикале сорта Дубрава (среднее за 2005-2006 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га
1. Без удобрений	29,5	-	10,3	3,0
2. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС (фон)	59,5	-	12,8	7,6
3. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	64,0	4,5	13,8	8,8
4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар-3	63,2	3,7	13,7	8,6

Некорневая подкормка «Витамаром-3» повышала содержание сырого белка в зерне озимой тритикале по сравнению с фоном при раздельном внесении на 1% и в составе баковой смеси на 0,9%, а выход сырого белка – на 1,2 и 1,0 ц/га соответственно (табл. 10).

При совмещении операций по внесению КАС с комплексным микроудобрением «Витамар-3» наблюдалось повышение уровня рентабельности на 9% по сравнению с их раздельным внесением и – на 14% по сравнению с фоном (табл. 11).

Т а б л и ц а 11. Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании озимой тритикале (среднее за 2005 – 2006 гг.)

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, \$/га	Затраты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-	-
2. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС (фон)	30,0	266,4	156,2	110,2	71
3. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с Витамаром-3	34,5	306,3	165,3	141,0	85
4. $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Витамар-3	33,7	299,2	170,1	129,1	76

4. ЯРОВАЯ ТРИТИКАЛЕ

Яровая тритикале является ценной кормовой культурой.

Как показали исследования, весьма эффективным является применение смеси микроэлементов в комплексе с магнием в небольших дозах при некорневых подкормках.

Исследования с яровой тритикале сорта Лана проводились в 1998 – 2000 гг. в полевых опытах на опытном поле кафедры агрохимии Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднеоккультуренная легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Она имела низкое содержание гумуса (1,2 – 1,5%), повышенное содержание подвижного фосфора (190 – 210 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (143 – 228 мг/кг), среднюю обеспеченность подвижной медью (1,6 – 1,9 мг/кг) и цинком (4,5 – 5,0 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (pH_{KCl} 6,1 – 6,4).

Из микроудобрений в опытах применяли сернокислый цинк (22% Zn), сернокислую медь (25,4% Cu), сернокислый магний (13,7% MgO), молибдат аммония (52% Mo). Кроме того, в смесь с микроэлементами вводился сернокислый магний. Некорневая подкормка производилась в фазе начала выхода в трубку смесью, состоящей из 4 кг сернокислого магния и по 50 г сернокислого цинка, сернокислой меди и молибденовокислого аммония. Общий расход рабочего раствора – 200 л/га.

Действие микроудобрений положительно и достаточно высоко проявлялось при использовании КАС с их комплексом (медных, молибденовых и цинковых) и магнием (табл. 12). Применение КАС с

комплексом микроудобрений и магнием обеспечило дополнительный сбор зерна в среднем за три года в 5,7 ц/га.

Т а б л и ц а 12. Влияние микроэлементов на урожайность зерна яровой тритикале (среднее за 1998 – 2000 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону		Сбор сырого белка, ц/га
		ц/га	%	
1. Без удобрений	25,0	-	-	2,7
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС - фон	35,8	-	-	4,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС + Mg + Cu + Mo + Zn	41,5	5,7	15,9	4,5

При применении комплекса микроудобрений с магнием возрастал и выход сырого белка по сравнению с фоном на 0,5 ц/га. В этом варианте наблюдалось возрастание массы 1000 зерен по сравнению с фоном с 34,2 до 39,0 г. и в среднем за 3 года она была самая большая по опыту, что и способствовало получению максимальной урожайности зерна.

Расчет экономической эффективности показал, что применение меди, цинка, молибдена и магния является выгодным (табл. 13).

Т а б л и ц а 13. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании яровой тритикале (среднее за 1998 – 2000 гг.)

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, \$/га	Затраты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-	-
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС	10,8	90,7	44,1	46,6	106
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС +Mg+Cu+Zn+Mo	16,5	138,6	47,0	91,6	195

Применение комплекса микроэлементов с магнием способствовало увеличению чистого дохода на 45 \$/га, а уровня рентабельности – на 89% при возделывании яровой тритикале.

На кафедре агрохимии в отделении «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА в 2004 – 2006 гг. изучалась эффективность применения комплексного микроудобрения «Миком» в виде баковой смеси с КАС на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах при возделывании яровой тритикале сорта Лана.

щивать в условиях республики практически на всех почвах, кроме сыпучих песков. Площади, занятые под озимую рожь, в последние годы составляли 450 – 560 тыс. гектаров.

Корневая система ржи способна активнее, чем у пшеницы, усваивать питательные элементы из труднорастворимых соединений. Однако сорта интенсивного типа тетраплоидной ржи нуждается в так называемых «пшеничных почвах» и высокой агротехнике. Рожь лучше других мирится с повышенной кислотностью, однако оптимальное значение для современных сортов pH_{KCl} 5,6 – 6,5.

Химический состав зерна озимой ржи зависит от почвенных и климатических условий, сорта, агротехники, условий питания. Во влажные годы содержание белка резко снижается (до 7 – 8%), в засушливые – повышается до 15 – 16%. Среднее содержание белка в зерне озимой ржи составляет от 8 до 14%. В составе ржи, как и других злаков, преобладают углеводы (крахмал, сахара, декстрины, пектин), содержание которых достигает 70 – 80% от общего количества сухих веществ. Количество жиров равняется 1,5 – 1,8%, золы – 1,8 – 2,0%, клетчатки – более 2%. В зерне озимой ржи содержатся витамины, необходимые для организма человека и сельскохозяйственных животных. Среди них – B_1 , B_2 , B_3 , B_6 , PP, C.

Сбалансированное применение азотных, фосфорных, калийных, микроудобрений позволяет существенно повысить урожайность и улучшить качество зерна озимой ржи.

Исследования с озимой рожью проводились на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины 1 м, на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства.

Почва по годам исследований имела низкое и недостаточное содержание гумуса (1,4 – 1,7%), реакция почвы изменялась от слабокислой до близкой к нейтральной (pH_{KCl} 5,6 – 6,2), обеспеченность подвижными формами фосфора колебалась от средней до повышенной (150 – 186 мг/кг), подвижным калием от низкой до средней (118 – 176 мг/кг), медью (1,3 – 1,6 мг/кг) и цинком (2,6 – 3,4 мг/кг) – от низкой до средней.

Препарат «Миком», содержащий 3,22% Zn, 1,58% Cu, 0,1% Mo и 0,28% B, применялся совместно с $N_{20}KAC$ в фазу выхода в трубку в дозе 2,5 л/га. Некорневые подкормки KAC применялись в разбавлении водой 1:3.

При некорневой подкормке препаратом «Миком» урожайность зерна озимой ржи возрастала в среднем за 3 года по сравнению с фоновом $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50+20}$ на 3,9 ц/га. Препарат «Миком» способствовал и увеличению выхода сырого белка на 0,4 ц/га (табл. 15, 16).

Т а б л и ц а 15. Влияние некорневой подкормки комплексным микроудобрением «Миком» на урожайность зерна озимой ржи (среднее за 2002 – 2005 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
1. Без удобрений	28,7	-	-
2. $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}КАС$ – фон	48,1	-	8,1
3. $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}КАС$ с «Микомом»	52,0	3,9	9,7

Т а б л и ц а 16. Влияние некорневой подкормки комплексным микроудобрением «Миком» на качество зерна озимой ржи (среднее за 2002 – 2005 гг.)

Вариант	Сырой белок, % на сухое вещество	Выход сырого белка, ц/га	Крахмал, % на сухое вещество	Масса 1000 зерен, г
1. Без удобрений	10,1	2,6	61,9	48,6
2. $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}КАС$ – фон	11,4	4,8	60,4	49,1
3. $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}КАС$ с «Микомом»	11,6	5,2	62,3	49,0

Расчет экономической эффективности использования препарата «Миком» показал, что его применение является экономически выгодным. При некорневой подкормке этим препаратом чистый доход возрастал на 21,5 \$/га, а рентабельность на 18,5% (табл. 17).

Т а б л и ц а 17. Экономическая эффективность применения комплексного микроудобрения «Миком» при возделывании озимой ржи

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, \$/га	Затраты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-	-
2. $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}КАС$ – фон	19,4	128,9	75,9	53,0	69,8
3. $N_{20}P_{60}K_{90} + N_{50} + N_{20}КАС$ с «Микомом»	23,3	157,9	83,4	74,5	89,3

6. ОВЕС

Овес – культура разностороннего использования. Он является ценной продовольственной и зернофуражной культурой. В последнее время он возделывался в Беларуси на площади 262 – 265 тыс. гектаров.

Зерно овса является хорошим концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных. Оно богато белками, жиром, углеводами, витаминами, минеральными веществами, имеющими положительное значение в оценке его питательности. Из зерна овса делают крупу, муку, толокно и т.д.

В Республике Беларусь из всего производимого овса около 6,9% используется для переработки в крупу, а большая часть идет на производство комбикормов и непосредственно на кормовые цели.

Наиболее ценная часть зерна овса – белки, хотя на их долю приходится 10 – 15, иногда до 19% от общего состава. Содержание крахмала в овсе составляет 40 – 56%, жира – 4 – 6%, клетчатки – 8 – 10%, зольность – 3,0 – 3,5%.

При недостаточном содержании микроэлементов в почве овес хорошо отзывается на применение микроудобрений.

В 2002 – 2004 гг. на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины около 1 метра моренным суглинком, изучалось совместное внесение в фазе начала выхода в трубку $N_{20}KAC$ с комплексным микроудобрением «Миком» (2,5 л/га), содержащем 3,22% Zn, 1,58% Cu, 0,28% B и 0,1% Mo. KAC вносился при разбавлении водой 1:3.

Почва опытного участка имела низкое и недостаточное содержание гумуса (1,3 – 1,7%), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию (pH_{KCl} 5,5 – 6,2), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным фосфором (148 – 188 мг/кг), низкую и среднюю подвижным калием (114 – 176 мг/кг), низкое содержание подвижной меди (2,69 – 2,87 мг/кг) и бора (0,29 – 0,35 мг/кг).

Некорневая подкормка овса комплексным микроудобрением «Миком» по сравнению с фоном $N_{70}P_{45}K_{90} + N_{20} KAC$ повышала урожайность зерна на 3,7 ц/га (табл. 18).

Т а б л и ц а 18. Влияние комплексного микроудобрения «Миком» на урожайность и качество зерна овса

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га
1. Без удобрений	27,4	-	9,4	2,2
2. $N_{70}P_{45}K_{60} + N_{20}KAC$ (фон)	46,1	-	12,4	4,9
3. $N_{70}P_{45}K_{60} + N_{20} KAC$ с «Микомом»	49,8	3,7	13,0	5,5

Применение препарата «Миком» по сравнению с фоновым вариантом способствовало возрастанию содержания «сырого» белка в зерне на 0,6% и увеличивало его выход на 0,6 ц/га.

Использование комплексного микроудобрения «Миком» было экономически выгодным. При некорневой подкормке им чистый доход возрос на 11 \$/га, а уровень рентабельности на 5% (табл. 19).

Т а б л и ц а 19. Экономическая эффективность применения комплексного микроудобрения «Миком» при возделывании овса

Вариант	Стоимость приправки, \$/га	Заграты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-
2. $N_{70}P_{45}K_{60} + N_{20}КАС$ (фон)	123,0	84,3	38,7	45,8
3. $N_{70}P_{45}K_{60} + N_{20}КАС$ с «Микомом»	147,3	97,6	49,7	50,8

Опыты с овсом сорта Стрелец проводили в 2006 – 2007 гг. на опытном поле «Гушково» учебно-опытного хозяйства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1м моренным суглинком. Пахотный горизонт опытного участка по годам исследований с овсом имел слабокислую и близкую к нейтральной реакцию (pH_{KCl} 6,0 – 6,2), низкое и недостаточное содержание гумуса (1,3 – 1,6%), повышенное содержание подвижных форм фосфора (175 – 235 мг/кг), повышенную обеспеченность подвижным калием (220 – 240 мг/кг).

Предшественником овса являлась зернобобовая смесь. Норма высева семян овса – 5,5 млн/га всхожих семян.

В опытах применялась мочевины (46% N), КАС (30%N), аммофос (10%N и 50% P_2O_5) и хлористый калий (60% K_2O). Жидкое азотное удобрение КАС как отдельно, так и в составе баковых смесей применялось в фазе выхода в трубку. Применялись некорневые подкормки в фазе выхода в трубку комплексным микроудобрением «Витамар-3» в дозе 1л/га, состоящий из следующих компонентов: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 220 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, $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ – 10 г, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 120 г, соль Мора $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$ – 10 г, гуматы – 50 мл.

При внесении $N_{70+20}P_{60}K_{90}$ урожайность зерна по сравнению с контролем возросла на 16,7 ц/га (табл.20).

Под действием микроудобрения «Витамар-3» как при раздельном применении с КАС, так и совместном их применении в сравнении с аналогичным вариантом, но без микроэлементов, урожайность овса в среднем за два года возросла на 3,9 и 5,3 ц/га соответственно.

Таблица 20. Эффективность совместного применения КАС с микроэлементами при возделывании овса (среднее за 2006 – 2007 гг.)

Вариант	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
1. Без удобрений	27,3	-	-
2. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС - фон	44,0	-	7,0
3. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС + Витамар	47,9	3,9	8,6
4. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС с Витамаром	49,3	5,3	9,2

В обоих вариантах с применением препарата «Витамар-3» окупаемость 1 кг NPK кг зерна была выше, чем в вариантах без применения данного препарата. Наибольшая окупаемость 1 кг NPK кг зерна (9,2 кг) отмечена в варианте с совместным применением КАС и препарата «Витамар-3».

Изучение некорневой подкормки овса удобрением «Эколист-3» в дозе 3 л/га (N – 10,5 %, K_2O – 5,1 %, MgO – 2,5 %, B – 0,38 %, Cu – 0,45 %, Fe – 0,07 %, Mn – 0,05 %, Mo – 0,0016 %, Zn – 0,19 %) показало ее высокую эффективность.

Применение препарата «Эколист-3» как при раздельном, так и совместном внесении с КАС в сравнении с фоновым вариантом повысило урожайность овса на 5,5 и 7,4 ц/га соответственно.

В варианте с применением удобрения «Эколист-3» совместно с КАС отмечена максимальная окупаемость 1 кг NPK кг зерна, которая составила 10,6 кг (табл. 21).

Таблица 21. Эффективность совместного применения КАС с препаратом «Эколист-3» при возделывании овса

Вариант	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
1. Без удобрений	31,3	-	-
2. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС - фон	49,3	-	7,5
3. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС + эколист	54,8	5,5	9,8
4. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}$ КАС с эколистом	56,7	7,4	10,6

Исходя из вышеприведенных данных следует, что совместное применение жидкого азотного удобрения КАС и комплексных удобрений

«Витамар-3» и «Эколист-3» при возделывании овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси является эффективным приемом, позволяющим сократить затраты и повысить производство зерна данной культуры.

7. ЯЧМЕНЬ

Яровой ячмень – важная продовольственная, кормовая и техническая культура. Из его зерна приготавливают перловую и ячневую крупу, а также муку, которую при необходимости в качестве 20 – 25% можно примешивать к ржаной или пшеничной. Ячмень дает сырье для пивоваренной и спиртокурной промышленности. Из яровых зерновых культур наибольшая посевная площадь в республике приходится на ячмень. Последние 2 – 3 года площадь под пивоваренным и кормовым ячменем составляет около 600 тыс. гектаров, средняя урожайность – 25 ц/га, валовой сбор зерна – 1,5 млн. тонн. Около 40 – 45% или 220 – 270 тыс. га посевных площадей занимает пивоваренный ячмень.

Интенсификация сельскохозяйственного производства ныне немыслима без широкого применения, увеличения ассортимента и улучшения качества удобрений. Один из резервов повышения урожайности – широкое применение микроудобрений.

На кафедре агрохимии в отделении «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА в 2003 – 2006 гг. изучалась эффективность раздельного и совместного применения комплексного микроудобрения «Миком» с жидким азотным удобрением КАС на дерново-подзолистых почвах. Почва в опытах с ячменем имела низкое и недостаточное содержание гумуса (1,4 – 1,7%), повышенное содержание подвижных форм фосфора (205 – 250 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (155 – 201 мг/кг). Реакция почвы была слабобоксая и близкая к нейтральной (pH_{KCl} 5,9 – 6,4).

Препарат «Миком» (цинк – 3,22%, медь – 1,58, бор – 0,28 и молибден – 0,1%) применяли совместно и раздельно с КАС в фазу выхода в трубку в дозе 2,5 л/га.

Жидкое азотное удобрение КАС (30% N) вносилось в дозе 20 кг д.в. путем опрыскивания посевов. Опрыскивание водными растворами производится из расчета 200 – 300 л/га с помощью тракторных штанговых опрыскивателей.

Исследования показали, что применение микроудобрения «Миком» в фазу выхода в трубку на фоне $N_{70+20}P_{60}K_{90}$ + тилт, способствовало возрастанию урожайности зерна ячменя в среднем за 2003 – 2006 гг. на 6,9 ц/га.

Совместное применение микроудобрения «Миком» с КАС по влиянию на урожайность зерна ячменя было практически равнозначным с их разделённым использованием (табл. 22).

Т а б л и ц а 22. Эффективность комплексного применения КАС с микроудобрением «Миком» на ячмене (среднее за 2003 – 2006 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону	
		ц/га	%
1. Без удобрений + тилт (контроль)	25,0	-	-
2. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}КАС +$ тилт (фон)	47,9	-	-
3. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}КАС +$ «Миком» + тилт	54,8	6,9	14,4
4. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}КАС$ с «Микомом» + тилт	55,2	7,3	15,2

При внесении $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}КАС +$ тилт чистый доход составил 118,4 \$/га, при уровне рентабельности 141%. Применение микроудобрения «Миком» отдельно с КАС повышало чистый доход на 46,8 \$/га, а рентабельность – на 27%. При совмещении операций по внесению КАС с «Микомом» наблюдалось повышение уровня рентабельности по сравнению с их разделённым внесением на 18% (табл. 23).

Т а б л и ц а 23. Экономическая эффективность применения комплексного микроудобрения «Миком» на ячмене (среднее за 2003 – 2006 гг.)

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, \$/га	Затраты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений + тилт (контроль)	-	-	-	-	-
2. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}КАС +$ тилт (фон)	22,9	202,4	83,9	118,4	141
3. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}КАС +$ «Миком» + тилт	29,9	263,3	98,2	165,2	168
4. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{20}КАС$ с «Микомом» + тилт	30,2	266,9	93,2	173,7	186

Таким образом, наиболее эффективным было совместное внесение КАС с микроудобрением «Миком».

8. КУКУРУЗА

Кукуруза во многих регионах мира – основная кормовая культура, из которой заготавливается не только грубый корм с высокой концентрацией энергии, но и концентрированный. Благодаря новым технологиям возделывания раннеспелых гибридов концентрированный корм из кукурузы можно эффективно производить в тех регионах, где ее выращивание на зерно было 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 возросли со 102 тыс. гектаров в 1976 г. до 759,6 тыс. гектаров в 2007 г.

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

На кафедре агрохимии УО «БГСХА» в 2003 – 2005 гг. на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 м моренным суглинком, изучалась эффективность комплексного микроудобрения «Миком» (3,22% Zn; 1,58% Cu; 0,28% B и 0,1% Mo).

Почва имела низкое и недостаточное содержание гумуса (1,4 – 1,7%), слабощелочную и близкую к нейтральной реакцию ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 6,2$), среднее и повышенное содержание подвижного фосфора (148 – 186 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (176 – 205 мг/кг). Содержание цинка в почве составляло 2,49 – 2,76 мг/кг.

Некорневая подкормка кукурузы гибрид Молдавский 257 проводилась в фазе 8 – 10 листьев препаратом «Миком» в дозе 2,5 л на 200 л воды.

Кукуруза является культурой, отзывчивой на микроэлементы, и особенно на цинк.

Применение некорневой подкормки комплексным микроудобрением «Миком» повышало урожайность зеленой массы кукурузы на фоне 40 т/га навоза + $\text{N}_{90}\text{P}_{70}\text{K}_{120}$ на 46 ц/га или на 5,2 ц/га корм. единиц. Окупаемость 1 кг NPK кг зеленой массы при внесении «Миком» возрастала по сравнению с фоновым вариантом на 16 кг (табл. 24).

Т а б л и ц а 24. Влияние комплексного микроудобрения «Миком» на урожайность зеленой массы кукурузы (среднее за 2003 – 2005 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
1. Навоз 40 т/га	399	-	-
2. Навоз 40 т/га + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ - фон	625	-	81
3. Навоз 40 т/га + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + «Миком»	671	46	97

Некорневая подкормка препаратом «Миком» на фоне 40 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀ способствовала увеличению содержания сырого белка на 1,1%, его сбора на 2 ц/га. При применении комплексного микроудобрения «Миком» сбор переваримого протеина по сравнению с фоновым вариантом возрос на 1,1 ц/га, а обеспеченность корм. ед. г переваримого протеина – на 8,3 г (табл. 25).

Т а б л и ц а 25. Влияние удобрений на выход кормовых единиц и качество кукурузы (среднее за 2003 – 2005 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га к. ед.	Сырой белок, % на сухое вещество	Сбор сырого белка, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. г переваримого протеина
1. Навоз 40 т/га	55,4	7,4	5,7	3,2	57,8
2. Навоз 40 т/га + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ - фон	88,6	8,0	9,8	5,5	62,1
3. Навоз 40 т/га + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + «Миком»	93,8	9,1	11,8	6,6	70,4

Т а б л и ц а 26. Экономическая эффективность применения комплексного микроудобрения «Миком» при возделывании кукурузы

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, \$/га	Затраты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Навоз 40 т/га	-	-	-	-	-
2. Навоз 40 т/га + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ - фон	45	250,2	127,7	122,5	95,9
3. Навоз 40 т/га + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + «Миком»	54	300,3	144,3	156,0	108,1

Некорневая подкормка кукурузы препаратом «Миком» была экономически выгодной.

Его применение на фоне 40 т/га навоза + $N_{90}P_{70}K_{120}$ увеличивало чистый доход на 50,1 \$/га, а рентабельность -- на 12,2% (табл. 26).

В опытах РУП «Институт почвоведения и агрохимии» на дерново-подзолистой супесчаной почве в 2005 – 2006 гг. в СПК «Матвеевцы» Волковысского района с кукурузой гибрида Немо на фоне внесения $N_{150}P_{80}K_{200}$ с минеральными удобрениями некорневые подкормки в фазе 6 – 8 листьев баковой смесью АДОБ Zn ($N - 9,0$; $MgO - 3,0$; $Zn - 6,2\%$) – 1,6 л/га + АДОБ Cu ($N - 9,0$; $MgO - 3,0$; $Cu - 6,43\%$) – 1,2 л/га + Басфолиар 6-12-6 ($N - 6,0$; $P_2O_5 - 12,0$; $K_2O - 6,0$; $MgO - 0,01$; $Mn - 0,01$; $Cu - 0,01$; $Fe - 0,01$; $B - 0,01$; $Zn - 0,05$; $Mo - 0,005\%$) – 12 л/га и баковой смесью АДОБ Zn ($N - 9,0$; $MgO - 3,0$; $Zn - 6,2\%$) – 4,8 л/га + АДОБ Cu ($N - 9,0$; $MgO - 3,0$; $Cu - 6,43\%$) – 0,8 л/га + Басфолиар 36 Экстра ($N - 36,3$; $MgO - 4,3$; $Mn - 1,34$; $Cu - 0,27$; $Fe - 0,03$; $B - 0,03$; $Zn - 0,013$; $Mo - 0,01\%$) – 10 л/га обеспечили прибавку урожая зеленой массы кукурузы 41 и 46 ц/га соответственно (табл. 27).

Т а б л и ц а 27. Влияние удобрений АДОБ и Басфолиар на урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант	Урожайность зеленой массы кукурузы, ц/га	Прибавка к фону, ц/га
1. $N_{150}P_{80}K_{200}$ – фон	375	-
2. Фон + АДОБ Zn – 1,6 л/га + АДОБ Cu – 1,2 л/га + Басфолиар 6-12-6 – 12 л/га	416	41
3. Фон + АДОБ Zn – 4,8 л/га + АДОБ Cu – 0,8 л/га + Басфолиар 36 Экстра – 10 л/га	421	46

П р и м е ч а н и е. Расход рабочего раствора при некорневых подкормках составлял 200 л/га.

Содержание нитратов в зеленой массе кукурузы в опытных вариантах не превышало 270 – 277 мг/кг при ПДК 300 мг/кг.

9. ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ

Лен-долгунец -- ведущая техническая культура нашей страны, источник ценных видов продукции (волокно, семена, костра), которые используют как сырье в перерабатывающей промышленности для производства изделий по безотходной технологии. Несмотря на низкую урожайность и качество льнопродукции лен остается одной из наиболее перспективных сельскохозяйственных культур.

Во исполнение программы «Лен» предполагается сохранение посевной площади льна на уровне 75 тыс. гектаров до 2010 г.

Биологические особенности льна-долгунца обуславливаются его отзывчивостью на внесение макро- и микроудобрений. Одним из факторов повышения продуктивности растений является оптимизация их минерального питания, а также выбор форм минеральных удобрений, способствующих более эффективному использованию входящих в их состав питательных элементов. Роль и значение макро и микроэлементов в формировании урожайности и качества льна-долгунца существенны.

Дефицит бора в почве — основная причина поражения льна кальциевым хлорозом, что приводит к большому недобору урожая и даже к полной гибели посевов льна. Установлена положительная роль бора в формировании семян льна с высокими урожайными качествами, что можно объяснить активным участием этого микроэлемента в образовании нуклеиновых кислот (РНК и ДНК), составом которых запрограммированы наследственные признаки культуры и сорта.

Недостаток цинка вызывает задержку роста растений. При этом отмечается мелколистность, розеточность и скручивание листьев при снижении хлорофилла. Визуальные признаки цинковой недостаточности у льна начинают проявляться в фазу «елочки». На верхних листьях проявляются мелкие коричневые пятна, которые затем укрупняются и белеют. Рост растений в высоту приостанавливается, образуются укороченные междоузлия. При резко выраженном цинковом голодании отмечается побурение и отмирание верхушки растений, появление из пазух семядольных листьев боковых побегов. В этом случае вегетационный период льна-долгунца увеличивается на одну — две недели. Такое физиологическое угнетение растений льна, как правило, проявляется в форме очагов (пятен и полос) в результате неравномерного распределения по полю больших доз извести.

Дефицит меди вызывает хлороз листьев, их свертывание и ломкость, потерю тургора и увядание растений, является причиной слабого образования семян, удлинения и утончения корней. Подвижность и усвояемость меди растениями снижается под действием высоких концентраций ионов фосфора, азота и цинка в почве. Медь повышает устойчивость растений против грибковых и бактериальных заболеваний, оказывает положительное влияние на синтез белков и аминокислот, играет важную роль в фосфорном питании, повышении урожайности и качества льнопродукции.

Под лен для почв различного уровня плодородия разработаны комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения с добавками микроэлементов бора, цинка, железа и регуляторов роста растений с различным соотношением элементов питания (NPK = 6:21:32 и 5:16:35). Марка NPK = 6:21:32 предназначена для почв с низким и средним содержанием фосфора, марка 5:16:35 — с повышенным и высоким содержанием фосфора. Комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения

для льна прошли государственные испытания и включены в «Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь».

На почвах с уровнем кислотности pH в KCl 5,01 – 6,00 рекомендуется применять в основную заправку комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения с добавками микроэлементов бора, цинка, железа и регуляторов роста, позволяющих обеспечить потребность растений в макро- и микроэлементах. На почвах с pH 6,2 – 6,5 в основную заправку рекомендуется применять комплексные удобрения с добавками микроэлементов и проводить некорневые обработки посевов льна по всходам (2 – 4 см) растворами микроэлементов.

Дозы комплексных удобрений на дерново-подзолистых почвах под лен-долгунец рассчитываются по азоту в зависимости от уровня планируемой урожайности и содержания в почве подвижных соединений фосфора и калия (табл. 28). С комплексным удобрением марки $N_6P_{21}K_{32}$ под лен вносится: бора – от 0,51 (250 кг/га ф. м. удобрения) до 1,1 кг/га (500 кг/га ф. м.), цинка – от 0,75 до 1,5 кг/га; с удобрением $N_5P_{16}K_{35}$: бора – 0,51 – 1,02 кг/га и цинка – 0,78 – 1,56 кг/га.

Т а б л и ц а 28. Дозы комплексных удобрений под лен-долгунец на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых моренным суглинком почвах (отраслевой технологический регламент, 2007)

Комплексные удобрения	Содержание P_2O_5 и K_2O мг/кг почвы	Планируемый урожай (волокно), ц/га			
		7 – 9	10 – 12	13 – 15	> 16
		Дозы удобрений, кг/га			
$N_6P_{21}K_{32}$ с 0,22% (B), 0,30% (Zn) и 0,2% (Fe)	P_2O_5 101 – 250	250*	330	400	500
	K_2O 200 – 400	$N_{15}P_{33}K_{80}$ **	$N_{20}P_{70}K_{107}$	$N_{55}P_{88}K_{133}$	$N_{30}P_{105}K_{160}$
$N_5P_{16}K_{35}$ с 0,17% (B), 0,26% (Zn) и 0,2% (Fe)	P_2O_5 250 – 400	300*	400	500	600
	K_2O 140 – 200	$N_{15}P_{48}K_{105}$ **	$N_{20}P_{64}K_{140}$	$N_{25}P_{80}K_{175}$	$N_{30}P_{96}K_{210}$

* Физическая масса удобрений на 1 га.

** Доза внесения на 1 га действующего вещества.

По хорошо удобренным предшественникам, а также при посеве льна после зерновых, идущих после зернобобовых и многолетних бобовых трав, доза комплексных удобрений марки $N_6P_{21}K_{32}$ должна составлять 170 – 250 кг/га ф.м., а марки $N_5P_{16}K_{35}$ – 200 – 300 кг/га ф.м. (рассчитывается по азоту 10 – 15 кг/га д.в.). При возделывании льна на почвах менее плодородных после зерновых, предшественниками которых были зерновые или злаковые травы, доза азота должна составлять 20 – 30 кг/га.

На почвах с pH более 6,0 для снижения заболеваемости растений льна кальциевым хлорозом рекомендуются, наряду с комплексными удобрениями ($N_6P_{21}K_{32}$ и $N_5P_{16}K_{35}$ с бором и цинком), дополнительные некорневые подкормки: борной кислотой в дозе 0,6 – 1,2 кг/га (100 – 200 г/га бора), сульфатом цинка ($ZnSO_4 \times 7H_2O$) – 0,9 – 1,3 кг/га (200 –

100 г/га цинка), сульфатом меди ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) – 0,2 – 0,3 кг/га (50 – 150 г/га меди) и сульфатом марганца ($\text{MnSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) – 0,22 – 0,33 кг/га (50 – 75 г/га марганца).

Проведение некорневых подкормок микроэлементами следует проводить по всходам (2 – 4 см). На почвах четвертой группы обеспеченности микроэлементами соответствующие подкормки не проводятся.

Рекомендуемые дозы микроэлементов растворяют в отдельной емкости и добавляют в рабочий раствор (200 – 300 л/га), тщательно перемешивая. Эту обработку можно совместить с обработкой против льняной блошки.

Длительные исследования новых форм минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Могилевской области в полевых, вегетационных и производственных опытах с льном-долгундом позволяют рекомендовать их для широкого использования в сельскохозяйственном производстве.

Применение в 2002 – 2004 гг. в производственных опытах, проведенных в учхозе УО "БГСХА" Горецкого района, 3 ц/га комплексного АФК удобрения марки $\text{N}_6\text{P}_{21}\text{K}_{32}\text{B}_{0,17}\text{Zn}_{0,27}$ в основное удобрение (табл. 29) способствовало повышению урожайности семян на 0,9, льноволокна – 1,3, в том числе длинного – на 0,9 ц/га, среднего номера льносоломки – на 0,25 ед. по сравнению с эквивалентной дозой однокомпонентных (NPK) удобрений при рентабельности 110,9%.

Т а б л и ц а 29. Влияние различных форм минеральных удобрений на урожайность и качество льнопродукции (среднее за 2002 – 2004 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Средний номер соломки	Рентабельность, %
	семян	волокна			
		всего	в т.ч. длинного		
1. АФК (N ₆ P ₂₁ K ₃₂ B _{0,17} Zn _{0,27}) 3 ц/га – основное внесение	10,0	13,1	8,9	2,00	110,9
2. NPK эквивалентно варианту 1- однокомпонентные минеральные удобрения	8,9	11,8	8,0	1,75	101,7

Результаты производственных опытов (табл. 30) показали, что основное внесение комплексного АФК удобрения ($\text{N}_6\text{P}_{21}\text{K}_{32}\text{B}_{0,17}\text{Zn}_{0,27}$) в сочетании с инкрустацией семян борной кислотой и сернокислым цинком ($\text{B}_{0,3}\text{Zn}_{0,7}$ кг/т) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с реакцией среды, близкой к нейтральной (pH_{KCl} 6,2) и низкой обеспеченностью подвижными формами бора и цинка, способствовало получению 8,9 ц/га семян и 12,7 волокна, в том числе 7,6 ц/га длинного. При этом средний номер льносоломки составил 1,75, а рентабельность – 98,1%.

При применении АФК удобрения в сочетании с инкрустацией семян льна и опрыскиванием посевов микроэлементами (однокомпонентными формами микроудобрений или комплексонатом микроэлементов «Поликом Л») прибавки по отношению к фону составили: семена – 0,6 – 0,8 ц/га, волокна – 2,1 – 2,7, в том числе длинного – 1,6 – 2,4 ц/га при среднем номере соломы 2,00 – 2,25 и рентабельности – 118,6 – 120,1%.

Таблица 30. Эффективность комплексного применения АФК удобрения и микроэлементов на льне-долгунце (ОАО «Горкилён»), среднее за 2005 – 2006 гг.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Сред- ний номер соломы	Рента- бель- ность, %
	семян	волока			
		всего	в т.ч. длинного		
1. АФК (N ₆ P ₂₁ K ₃₂ B _{0,17} Zn _{0,27}) 3,8 ц/га + инкрустирование семян (B _{0,3} Zn _{0,7} кг/т) – фон	8,9	12,7	7,6	1,75	98,1
2. АФК + инкрустирование семян эквива- лентно варианту 1 + борная кислота (90 г/га д.в.), сернистый цинк (200 г/га д.в.) в фазу начала «елочки» в баковой смеси с гербицидами	9,7	15,4	10,0	2,25	120,1
3. АФК + инкрустирование семян эквива- лентно варианту 1 + «Поликом Л» (5 л/га) в фазу начала «елочки» в баковой смеси с гербицидами	9,5	14,8	9,2	2,00	118,6

«Поликом Л» (ТУ РБ 100029049002 – 2001) – водный раствор микроэлементов, в котором катионы полностью хелатированы. Производится НИИВОО «Полихим». С 5 л/га «Поликома Л» вносится (в г) $Zn_{175}Cu_{20}B_{15}$.

В полевых опытах кафедры агрохимии УО «БГСХА» (опытное поле «Тушково»), проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с низким содержанием подвижных форм цинка и бора и реакцией почвенной среды, близкой к нейтральной, применение комплексного АФК-удобрения способствовало повышению урожайности соломы на 23,3 ц/га в сравнении с контролем и было более эффективным по отношению к смеси однокомпонентных удобрений. При этом в среднем за 2 года урожайность соломы увеличилась на 4,3 ц/га, семена – 0,51 ц/га с одновременным повышением качества льносоломы и чистого дохода с 1 га (табл. 31).

Некорневая подкормка микроудобрением «Поликом Л» в баковой смеси с гербицидами на фоне основного внесения АФК-удобрения по сравнению с контролем повышала урожайность соломы на 29,9 ц/га, при уровне рентабельности 268,1%. Использование микроудобрения «Поликом Л» в баковой смеси с гербицидами и мочевиной способст-

повысило урожайности льносоломой на 33,9 ц/га, и повышало среднего номера льносоломой до 2,00 – 2,50 единиц.

Сочетание инкрустирования семян с основным внесением АФК-удобрения и дополнительным внесением в баковой смеси мочевины, гербицидов, микроудобрения «Поликом Л» обеспечило получение 74,7 ц/га льносоломой средним номером 2,50, 7,50 ц/га льносемян при чистом доходе с 1 га – 1151,7\$.

Т а б л и ц а 31. Эффективность комплексного применения макро- и микроудобрений на льне-долгунце

Вариант*	Урожайность, ц/га, за 2005 – 2006 гг.				Средний номер соломы		Чистый доход, \$/га
	Соломы		Семян				
	средняя	прибавка	средняя	прибавка	2005	2006	
1. Контроль (без удобрений)	38,1	-	3,85	-	1,25	1,00	143,1
2. N ₁₈ P ₆₃ K ₃₆ (St)	57,1	19,0	5,81	1,96	1,75	1,50	703,4
3. АФК	61,4	23,3	6,32	2,47	2,00	1,75	820,9
4. АФК + («Пк» + Г)	68,0	29,9	6,96	3,11	2,50	2,00	998,9
5. АФК + (М + Г)	65,9	27,8	6,55	2,70	2,00	1,75	881,5
6. АФК + (М + Г + «Пк»)	72,0	33,9	7,19	3,34	2,50	2,00	1059,8
8. И.с. + АФК + (М + Г + «Пк»)	74,7	36,6	7,50	3,65	2,50	2,50	1151,7

* - П р и м е ч а н и е: St – смесь однокомпонентных удобрений (мочевина, суперфосфат двойной гранулированный, хлористый калий); АФК ($N_{18}P_{63}K_{36}Zn_{0,81}B_{0,51}$) – комплексное удобрение; «Пк» – «Поликом Л»; М – мочевина; Г – гербициды; И.с. – инкрустация семян борной кислотой и сульфатом цинка (0,3 + 0,7 кг/т).

Радикальным средством повышения эффективности минеральных удобрений и уменьшения их вредного экологического воздействия на почву, воду и окружающую среду является применение новых видов и форм удобрений пролонгированного действия, т.е. медленнодействующих удобрений, которые постепенно высвобождают питательные вещества при взаимодействии их с почвой в течение периода вегетации растений и имеют экологические, агрономические и экономические преимущества по сравнению со стандартными формами.

Положительный эффект от удобрений достигается за счет включения в их состав биологического стимулятора роста оксигумата или гидрогумата. Литературные данные свидетельствуют о разносторонней направленности действия гуминовых веществ: активировании биоэнергетических процессов, стимуляции обмена веществ, синтетических процессов, улучшении проникновения минеральных веществ через поры растений, усилении ферментативного аппарата клетки и адаптационных свойств.

В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на льне-долгунце изучалось капсулированное комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение ($NPK = 5:16:36$) с цинком и бором, об-

работанное биологически активными веществами (феномеланом или гидрогуматом).

Как показали результаты вегетационных, полевых и производственных опытов кафедры агрохимии БГСХА за 1999 – 2003 гг., капсулированное комплексное удобрение марки $N_5P_{16}K_{35}$ с цинком, бором и ростостимуляторами оказалось эффективнее эквивалентного количества стандартных форм удобрений. Введение в состав комплексного удобрения микроэлементов позволило противостоять опасному заболеванию льна-долгунца – кальциевому хлорозу и в различные по погодным условиям годы получать высококачественные урожаи. Так, в крайне неблагоприятном для льна (засушливом) 1999 г. в полевых условиях в вариантах с использованием данного удобрения урожайность волокна (всего) составила 15,7 ц/га, в том числе длинного – 9,8; семян – 10,17 ц/га; средний номер льносоломы – 2,00; номер длинного волокна – 12,50 ед. Пораженность посевов льна-долгунца кальциевым хлорозом снизилась до 2,7%.

Полевыми опытами установлено, что медленнодействующее комплексное удобрение высокоэффективно для сортов льна-долгунца с различной длительностью вегетационного периода.

Таким образом, результаты исследований, проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-востока Республики Беларусь, свидетельствуют о высокой эффективности на льне-долгунце новых форм комплексных минеральных удобрений различной степени растворимости с добавками микроэлементов и росторегуляторов.

В полевом опыте РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в СПК «Городея» Несвижского района в 2005 – 2006 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве внесение удобрений Солюбор ДФ (В – 17,5%) и АДОБ Вог (15% В) в некорневую подкормку растений льна-долгунца сорта Лира в фазу елочки на фоне $N_{30}P_{80}K_{140}B_{0,9}Zn_{1,2}$ обеспечило достоверное повышение урожайности общего волокна на 1,7 и 1,6 ц/га (табл. 32).

Т а б л и ц а 32. Влияние удобрений Солюбор ДФ, АДОБ Вог и Басфолиар на урожайность льноволокна

Вариант	Урожайность льноволокна, ц/га		Прибавка к фону, ц/га	
	общего	длинного	общего	длинного
1. $N_{30}P_{80}K_{140}B_{0,9}Zn_{1,2}$ – фон	11,1	5,6	-	-
2. Солюбор ДФ – 0,9 кг/га	12,8	6,2	1,7	0,6
3. АДОБ Вог – 1 л/га	12,7	5,7	1,6	0,1
4. Басфолиар 6-12-6 – 12 л/га	10,8	6,3	-	0,5

П р и м е ч а н и е. Общий расход рабочего раствора при некорневых подкормках льна – 200 л/га.

Положительное влияние на выход длинного волокна оказали удобрения Солобор ДФ и Басфолиар 6-12-6 ($N - 6,0$; $P_2O_5 - 12,0$; $K_2O - 6,0$; $MgO - 0,01$; $Mn - 0,01$; $Cu - 0,01$; $Fe - 0,01$; $B - 0,01$; $Zn - 0,05$; $Mo - 0,005$ %). Прибавка урожайности длинного волокна от этих удобрений составила 0,6 и 0,5 ц/га в сравнении с фоновым вариантом. Таким образом, представленные результаты исследований свидетельствуют о достаточно хорошей эффективности этих удобрений. Эти удобрения технологичны в применении и оказывают более мягкое действие на листья по сравнению с минеральными солями, что способствует лучшему усвоению растениями и повышению их эффективности.

10. КАРТОФЕЛЬ

В Беларуси картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования. В расчете на одного человека в стране производится 770 – 1050 кг картофеля, больше, чем в Голландии, Польше, Литве и других странах.

Картофель – один из важнейших продуктов питания для человека и кормления животных. Он используется также на технические цели. В мире он занимает 5-е место среди источников энергии в питании людей после пшеницы, кукурузы, риса и ячменя. Значительный удельный вес составляет картофель в кормовом балансе свиней, крупного рогатого скота и птицы.

Картофель по ряду причин в последние годы сельскохозяйственными предприятиями Республики Беларусь возделывается на небольшой площади. Площадь под картофелем в настоящее время составляет 55 тыс. гектаров. В перспективе площади под картофель предполагается увеличить примерно в 3 раза и довести до 180 тыс. гектаров.

Исследования показали, что весьма эффективно для некорневых подкормок картофеля использовать смесь микроэлементов в комплексе с небольшими дозами карбамида и сернокислого магния. Карбамид способствует более активному поступлению микроэлементов в растения.

Исследования с картофелем сорта Явар проводились в 1998 – 2000 гг. в полевых опытах на опытном поле «Гушково» учебно-опытного хозяйства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

В фазу бутонизации производили некорневую подкормку: 6 кг мочевины, 4 кг сернокислого магния и по 50 г молибдата аммония, сернокислого цинка и сернокислой меди на 1 га. Расход рабочего раствора – 200 л/га.

Пахотный горизонт опытного участка характеризовался следующими агрохимическими показателями: слабокислой реакцией среды

(рН в KCl 6,1 – 6,4), низким и недостаточным содержанием гумуса (1,3 – 1,5%), повышенной обеспеченностью подвижными соединениями фосфора (219 – 225 мг P_2O_5 / кг почвы), средним и повышенным содержанием калия (143 – 230 мг K_2O / кг почвы). Обеспеченность почвы подвижными соединениями меди и цинка была средней: 1,7 – 1,9 мг меди и 4,4 – 5,0 мг цинка на кг почвы.

Значительно (на 3,5 т/га) возросла урожайность картофеля при использовании комплекса микроудобрений (Cu + Mo + Zn) совместно с 6 кг д.в. мочевины и 4 кг/га сернокислого магния. При этом окупаемость 1 кг NPK кг клубней увеличилась на 12,3 кг (табл. 33).

Т а б л и ц а 33. Влияние микроэлементов на урожайность картофеля (среднее за 1998 – 2000 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону		Окупаемость 1 кг NPK кг клубней
		т/га	%	
1. Без удобрений	255	-	-	-
2. $N_{90}P_{60}K_{120}$ - фон	345	-	-	34,0
3. $N_{84}P_{60}K_{120} + N_6 + Mg + Mo + Zn + Cu$	380	35	10,0	46,3

Расчеты показали, что некорневая подкормка картофеля комплексом микроудобрений (Cu, Zn, B, Mo) в сочетании с карбамидом и сернокислым магнием является эффективным приемом (табл. 34).

Т а б л и ц а 34. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании картофеля (среднее за 1998-2000 гг.)

Вариант	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, \$/га	Затраты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-	-
2. $N_{90}P_{60}K_{120}$ - фон	90	1380	397	983	247
3. $N_{84}P_{60}K_{120} + N_6 + Mg + Mo + Cu + Zn$	125	1875	470	1405	299

Применение некорневой подкормки комплексом микроудобрений, содержащих медь, цинк, молибден в сочетании с 6 кг карбамида и 4 кг сернокислого магния, увеличивало чистый доход на 422 \$/га, а уровень рентабельности – на 52% (табл. 34).

В опытах РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в 2005 – 2006 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в СПК «Городя» Несвижского района на фоне 40 т/га навоза + $N_{130}P_{100}K_{150}$ некорневая подкормка картофеля Скарб в фазе начала бутонизации сме-

сло АДОБ Бор (15% В) – 1 л/га + АДОБ Cu (N – 9,0; MgO – 3,0; Cu – 6,43%) – 1,2 л/га + АДОБ Mn (N – 9,8; MgO – 2,82; Mn – 15,3%) – 0,35 л/га + Басфолиар 12-4-6 (N – 12,0; P₂O₅ – 4,0; K₂O – 6,0; MgO – 0,2, Mn – 1,0, Cu – 0,2, Fe – 0,01, В – 0,02, Zn – 0,01, Мо – 0,005%) – 12 л/га и смесью Солюбор ДФ (15% В) – 0,9 кг/га + АДОБ Cu (N – 9,0; MgO – 3,0; Cu – 6,43%) – 1,2 л/га + АДОБ Mn (N – 9,8; MgO – 2,82; Mn – 15,3%) – 0,35 л/га + Басфолиар 12-4-6 (N – 6,0; P₂O₅ – 12,0; K₂O – 6,0; MgO – 0,01; Mn – 0,01; Cu – 0,01; Fe – 0,01, В – 0,01, Zn – 0,05, Мо – 0,005%) – 12 л/га повышала урожайность клубней картофеля на 32 и 37 ц/га соответственно (табл. 35).

Т а б л и ц а 35. Влияние некорневых подкормок удобрениями Басфолиар, АДОБ и Солюбор ДФ на урожайность клубней картофеля

Вариант	Урожайность клубней, ц/га	Прибавка к фону, ц/га
1. Навоз 40 т/га + + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ - фон	314	-
2. Фон + АДОБ Бор + АДОБ Cu + АДОБ Mn + Басфолиар 12-4-6	346	32
3. Фон + Солюбор ДФ + АДОБ Cu + АДОБ Mn + Басфолиар 6-12-6	351	37

П р и м е ч а н и е: Микроудобрения вносили при расходе рабочего раствора 200 л/га.

Содержание нитратов в клубнях при некорневой подкормке всеми видами удобрений было на уровне 127 – 146 мг/кг, что ниже предельно допустимой концентрации (ПДК 150 мг/кг клубней).

11. ГОРОХ

В Республике Беларусь площади, занятые горохом, в последние годы составляли около 50 тыс. гектаров. Зерно гороха характеризуется высокими пищевыми достоинствами. Пища, приготовленная из гороха, содержит большое количество белка, витаминов (А, В₁, В₂, С) и минеральных солей, полезных для человека. Семена гороха используются для приготовления супов, салатов, каши и других блюд.

В кормопроизводстве горох имеет значение как культура разностороннего использования. Ценность его определяется способностью давать высокую урожайность семян и зеленой массы, охотно поедаемой всеми видами сельскохозяйственных животных. В семенах гороха содержится до 34% сырого белка. Количество жира составляет 2%, 50 – 55% – экстрактивных безазотистых веществ. По содержанию основной незаменимой аминокислоты лизина (6,5% в сыром белке) горох значи-

тельно превосходит другие возделываемые в республике зернобобовые культуры.

На кафедре агрохимии в отделении «Тушково» учебно-опытного хозяйства УО «БГСХА» на дерново-подзолистой, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 метра моренным суглинком, изучалась эффективность комплексного микроудобрения «Миком» (3,22% Zn, 1,58% Cu, 0,28% B и 0,1% Mo).

Почва опытного участка имела низкое и недостаточное содержание гумуса (1,4 – 1,7%), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию, среднюю и повышенную обеспеченность подвижным фосфором, низкую и среднюю – подвижным калием (114 – 176 мг/кг). Содержание меди (1,2 – 1,7 мг/кг), бора (0,28 – 0,42 мг/кг) и цинка (2,49 – 3,50 мг/кг) в почве колебалось от низкого до среднего. Некорневые подкормки гороха сорта Агат комплексным микроудобрением «Миком» проводились в фазе бутонизации в дозе 2,5 л на 200 л воды на 1 га.

Горох, как и все зернобобовые, испытывает большую потребность в микроудобрениях. Особое значение для этой культуры имеет бор и молибден. Поступление их в растения усложняется при повышенных (бор) или пониженных показателях pH (Mo) и при засухе.

Перспективным направлением при использовании микроудобрений является применение многокомпонентных, а также комплексонов, где содержится целый ряд необходимых растениям микроэлементов (B, Mo, Zn, Cu и др.).

Некорневая подкормка гороха комплексным микроудобрением «Миком» по сравнению с фоном $N_{50}P_{50}K_{90}$ повышала урожайность семян гороха на 4,2 ц/га, а в кормовых единицах – на 4,9 ц/га (табл. 36).

Таблица 36. Влияние комплексного микроудобрения «Миком» на урожайность семян гороха (среднее за 2002 – 2004 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна	Урожайность к. ед. ц/га
1. Без удобрений	28,6	-	-	33,5
2. $N_{50}P_{50}K_{90}$ - фон	37,4	-	4,6	43,8
3. $N_{50}P_{50}K_{90}$ + «Миком»	41,6	4,2	6,8	48,7

При применении «Миком» окупаемость 1 кг NPK кг семян возросла на 2,2 кг.

Некорневая подкормка препаратом «Миком» способствовала улучшению качества семян гороха. Содержание сырого белка при ис-

пользования этого препарата возросло на 0,3%, а выход его – на 1 ц/га (табл. 37).

Т а б л и ц а 37. Влияние комплексного микроудобрения «Миком» на качество семян гороха (среднее за 2002 – 2004 гг.)

Вариант	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. г переваримого протеина
1. Без удобрений	23,9	5,9	5,1	152,2
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ - фон	26,0	8,4	7,2	164,4
3. N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ + «Миком»	26,3	9,4	8,1	166,3

Выход переваримого протеина при применении «Микома» возрос на 0,9 ц/га.

Некорневая подкормка комплексным микроудобрением «Миком» способствовала и некоторому увеличению обеспеченности 1 к. ед. г переваримого протеина (табл. 37).

Применение препарата «Миком» было экономически выгодным приемом. При использовании комплексного микроудобрения «Миком» на фоне N₅₀P₅₀K₉₀ чистый доход возрастал на 29,7 \$/га, а уровень рентабельности на 28% (табл. 38).

Т а б л и ц а 38. Экономическая эффективность применения комплексного микроудобрения «Миком» при возделывании гороха

Вариант	Стоимость прибавки, \$/га	Заграты, \$/га	Чистый доход, \$/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-
2. N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ - фон	94,0	59,3	34,7	58,5
3. N ₅₀ P ₅₀ K ₉₀ + «Миком»	138,8	74,4	64,4	86,5

12. РАПС

Особенностью мирового земледелия последнего периода является интенсивное наращивание производства семян масличных культур –

основного сырья для получения растительного масла и ценного источника кормового белка.

В Беларуси яровой рапс в 2007 г. возделывался на площади 65 тыс. гектаров. На перспективу площадь под озимым и яровым рапсом планируется увеличить до 180 тыс. гектаров.

Семена рапса содержат 39 – 48% жира, 22 – 25% белка. От общего содержания жирных кислот на олеиновую кислоту приходится 58 – 62%, линоленовую – 18 – 22% и α -линолевою кислоту – 9 – 11%, пальметиновую – 3 – 5%, стеариновую – 1 – 2%. Особенно ценной является ненасыщенная олеиновая кислота.

При производстве растительных масел из семян рапса получают в качестве побочных продуктов жмыхи и экстракционные шроты, которые используются на корм животным.

Масло рапса привлекает как возобновляемое сырье для химической промышленности и энергетических целей. Сегодня видны три основных направления его использования для технических целей в качестве топлива, смазочных средств, как исходного материала для синтеза в химической промышленности.

Исследования с озимым рапсом Лидер на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве в СПК «Матвеевцы» Волковысского района Гродненской области в 2005 – 2006 гг. показали высокую эффективность применения комплексных микроудобрений.

Опыты проводились на почве со слабокислой реакцией (pH_{KCl} 5,8), недостаточным содержанием гумуса (1,9%), повышенным содержанием подвижного фосфора (184 мг/кг) и калия (249 мг/кг), средним – подвижного бора (0,5 мг/кг), меди (1,9 мг/кг), низким – цинка (2,6 мг/кг) и обменного марганца (1,3 мг/кг).

Как показали результаты исследований РУП «Институт почвоведения и агрохимии», некорневые подкормки озимого рапса в фазе бутонизации смесью микроэлементов АДОБ Бор (15% В) в дозе 2 л/га, АДОБ Cu (N – 9,0; MgO – 3,0; Cu – 6,43%) – 2,8 л/га, АДОБ Mn (N – 9,84 MgO – 2,82; Mn – 15,3%) – 0,6 л/га, Басфолиар 12-4-6 (N – 12,0; P₂O₅ – 4,0; K₂O – 6,0; MgO – 0,2; Mn – 1,0; Cu – 0,2; Fe – 0,01; B – 0,02; Zn – 0,01; Mo – 0,005%) – 12 л/га способствовало по сравнению с фоном N₁₂₀P₃₀K₉₀ повышению урожайности семян рапса на 5,9 ц/га, а масличности – на 3% (табл. 39).

В варианте с применением во внекорневую подкормку в фазе бутонизации баковой смеси АДОБ Бор – 2 л/га + Басфолиар 36 Экстра (N – 36,3; MgO – 4,3; Mn – 1,34; Cu – 0,27; Fe – 0,03; B – 0,03; Zn – 0,013; Mo – 0,01%) – 10 л/га урожайность семян на фоне N₁₂₀P₃₀K₉₀ озимого рапса возросла на 5,7 ц/га, а масличность – на 4%.

Т а б л и ц а 39. Влияние микроудобрений на урожайность и качество семян озимого рапса сорта Лидер

Вариант	Семена, ц/га	Прибавка, ц/га	Масличность, %	Эруковая кислота, %	Глюкозинолаты, %	Кислотное число, Мг КОН/г
1. N ₁₂₀ P ₃₀ K ₉₀ – фон	19,6	-	41,9	1,3	1,5	3,1
2. Фон + АДОБ Вог + АДОБ Cu + АДОБ Mn + Басфолиар 12-4-6	25	5,9	44,9	1,8	1,5	3,4
3. Фон + АДОБ Вог + Басфолиар 36 Экстра	25,3	5,7	45,9	1,3	1,5	3,9

Наряду с урожайностью большое значение при возделывании озимого рапса имеет качество семян. По своим качественным характеристикам семена во всех вариантах опыта соответствовали стандартам, как для пищевых, так и технических целей: масличность – 41,9 – 45,9%, содержание эруковой кислоты – 1,3 – 1,8%, глюкозинолатов – 1,5%, кислотное число – 3,1 – 3,9 мг КОН/г.

Таким образом, представленные результаты исследований показывают высокую эффективность удобрений Басфолиар и АДОБ при возделывании озимого рапса.

13. САХАРНАЯ СВЕКЛА

Сахарная свекла – высокопродуктивная сельскохозяйственная культура, которая дает сырье для промышленного производства сахара и других продуктов. В процессе переработки сахарной свеклы получают, кроме сахара, мелассу и жом. Меласса является сырьем для производства органических кислот, дрожжей, спирта, жом является ценным кормом.

Сахарная свекла благодаря высокому уровню биологической энергии пригодна для производства этанола с целью замены дизельного топлива и добавления к бензину.

В 2006 г. посевная площадь сахарной свеклы в Беларуси составляла 110 тыс.гектаров.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в СПК «Агрокомбинат Снов» Несвижского района в 2005 – 2006гг. изучал эффективность применения удобрений Басфолиар 36 Экстра (N – 36,3; MgO – 4,3; Mn – 1,34; Cu – 0,27; Fe – 0,03; B – 0,03; Zn – 0,013; Mo – 0,01%) – 10

л/га и Басфолиар 12-4-6 ($N - 12,0$; $P_2O_5 - 4,0$; $K_2O - 6,0$; $MgO - 0,2$; $Mn - 0,1$; $Cu - 0,2$; $Fe - 0,01$; $B - 0,02$; $Zn - 0,01$; $Mo - 0,005\%$) – 10 л/га при возделывании сахарной свеклы гибрида Маргарита.

Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая характеризовалась близкой к нейтральной реакцией ($pH\ KCl - 6,4$), средним содержанием гумуса (2,3%), высоким – подвижного фосфора (327 мг/кг) и очень высоким – калия (408 мг/кг), высоким – бора (0,92 мг/кг), средним – меди (2,12 мг/кг) и цинка (3,70 мг/кг) и низким – обменного марганца (0,59 мг/кг).

Потребность растений в микроэлементах и роль сбалансированного минерального питания возрастает в условиях интенсивных технологий, направленных на формирование высокопродуктивных посевов, поскольку при больших размерах выноса микроэлементов компенсации их с органическими и минеральными удобрениями практически не происходит.

Предшественником сахарной свеклы была озимая тритикале. Осеню под зяблевую вспашку был внесен подстилочный навоз 50 т/га.

Двукратные некорневые подкормки посевов сахарной свеклы (первая – в фазу 10 – 12, вторая – 20 – 25 листьев) исследуемыми удобрениями обеспечили достоверные прибавки урожая корнеплодов 30 – 46 ц/га в сравнении с фоновым вариантом (табл. 40).

Т а б л и ц а 40. Влияние удобрений Басфолиар на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Содержание сахара, %	Выход сахара	
				%	т/га
1. Навоз 60 т/га + $N_{120}P_{80}K_{150}$ -фон	442	-	19,4	17,9	7,9
2. Басфолиар 36(10л/га)	482	40	20,8	19,5	9,4
3. Басфолиар 12-4-6(10л/га)	472	30	20,3	18,8	8,9

П р и м е ч а н и е. Некорневые подкормки проводили при общем расходе рабочего раствора – 200 л/га.

Наиболее высокая прибавка урожайности корнеплодов была получена при применении Басфолиар 36 в дозе 10 л/га, содержащем 5 микроэлементов, которая составила 40 ц/га.

Применение удобрений Басфолиар 36 и Басфолиар 12-4-6 в некорневые подкормки увеличивало содержание сахара на 0,9 – 1,4%. Выход сахара – комплексный наиболее важный показатель действия данных удобрений. Наибольший выход сахара составил 9,4 т/га, который был при применении 60 т/га навоза + $N_{120}P_{80}K_{150}$ и двукратной подкормки Басфолиар 36 Экстра.

В другом производственном опыте РУП «Институт почвоведения и агрохимии» с сахарной свеклой с гибридом Гелиос на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на фоне внесения 60 т/га органических удобрений + $N_{130}P_{83}K_{120}$ двукратные (в фазе 10 – 12 и 20 – 25 листьев) некорневые подкормки баковой смесью Басфолиар 36 Экстра ($N - 36,3$; $MgO - 4,3$; $Mn - 1,34$; $Cu - 0,27$; $Fe - 0,03$; $B - 0,03$; $Zn - 0,013$; $Mo - 0,01\%$) в дозе 6 л/га + АДОБ Bor – 15 % в дозе 2 л/га и баковой смесью Басфолиар 12-4-6 ($N - 12,0$; $P_2O_5 - 4,0$; $K_2O - 6,0$; $MgO - 0,2$; $Mn - 0,1$; $Cu - 0,2$; $Fe - 0,01$; $B - 0,02$; $Zn - 0,01$; $Mo - 0,005\%$) в дозе 6 л/га + Солюбор ДФ ($B - 15\%$) в дозе 1,75 кг/га + АДОБ Mn ($N - 9,8$; $MgO - 2,82$; $Mn - 15,3\%$) в дозе 0,35 л/га повышали урожайность корнеплодов сахарной свеклы на 44 и 79 ц/га соответственно.

Таблица 41. Влияние удобрений Басфолиар, АДОБ и Солюбор ДФ на урожайность корнеплодов сахарной свеклы

Вариант	Урожайность	Прибавка к фону
1. 60 т/га + $N_{120}P_{80}K_{150}$ -фон	594	-
2. Басфолиар 36 Экстра – 5 л/га + АДОБ Bor – 2 л/га	638	44
3. Басфолиар 12-4-6 – 6 л/га + Солюбор ДФ – 1,75 кг/га + АДОБ Mn – 0,35 л/га	673	79

Примечание. Некорневые подкормки проводили при общем расходе рабочего раствора – 200 л/га.

Двукратная некорневая подкормка свеклы Басфолиаром 12-4-6 – 6 л/га + Солюбор ДФ – 1,75 + АДОБ Mn – 0,35 л/га по сравнению с фоновым увеличивала урожайность корнеплодов на 79 ц/га (табл. 41).

Применение Басфолиара 36 в сочетании с АДОБ Bor, а Басфолиара 12-4-6 с дополнением Солюбор ДФ и АДОБ Mn повышали выход сахара по сравнению с фоновым вариантом на 7,5 – 9,7 ц/га соответственно.

14. ПРИГОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ

Многокомпонентные микроудобрения содержат микроэлементы в форме комплексных соединений типа хелатов. Они обладают высокой устойчивостью в широком диапазоне pH, хорошо растворимы в воде и сочетаются с пестицидами, что обеспечивает технологичность их применения. Эти свойства комплексонов очень важны для восполнения дефицита различных микроэлементов в растениях при некорневых подкормках в период вегетации.

При приготовлении рабочих растворов с многокомпонентными растворами микроудобрений емкость опрыскивателя заполняется водой 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 (комплексное микроудобрение + вода – 1:4)
- пестицид, разбавленный водой согласно инструкции.

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

Для опрыскивания посевов микроэлементами используются 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 одного до двух дней. Не рекомендуется опрыскивание проводить на сырые или покрытые росой растения и 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 КАС.

При использовании микроудобрений с КАС следует учитывать, что растворы КАС 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 °С, 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 внесение КАС лучше проводить после 15 ч, так как в вечернее часы и ночью азот по-

площадью 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 готовятся непосредственно перед внесением и хорошо перемешиваются. В зависимости от дозы расход баковой смеси составляет 200 – 300 л/га.

15. ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОУДОБРЕНИЙ

В Республике Беларусь потребность в микроэлементах удовлетворяется за счет использования следующих микроудобрений (табл. 42), которые могут использоваться для баковых смесей.

Т а б л и ц а 42. Состав микроудобрений

Микро-элементы	Микроудобрения	Коэффициенты пересчета элементов в удобрения	Содержание микроэлемента, %	Предельная растворимость в 1 л водного раствора при 20 °С, г
Cu	Медь сернокислая ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$)	4,00	25,0	150
B	Борная кислота (H_3BO_3)	5,78	17,3	45
Zn	Цинк сернокислый ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	4,52	22,0	360
Mo	Молибдат аммония $((\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O})$	1,92	52,0	300
Mn	Марганец сернокислый ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	4,39	22,8	380

При приготовлении рабочих растворов следует учитывать растворимость микроудобрений (табл. 42). В последнее время наряду с простыми микроудобрениями широкое распространение получили хелатные и органо-минеральные соединения микроэлементов. Микроэлементы-металлы в новых удобрениях находятся в форме комплексных соединений типа хелатов. Комплексоны металлов обладают высокой биологической активностью, что позволяет рассматривать их не только как соединения, обеспечивающие высокую доступность для растений микроэлементов, но и как одно из средств регулирования физиолого-биохимических процессов в растениях, способствующих повышению урожайности и качества продукции. Из зарегистрированных удобрений можно применять следующие.

«Миком» — комплексное микроудобрение на основе хелатов. Представляет собой жидкий концентрат микроэлементов (рН раствора 7,65, массовая доля цинка 3,22, меди — 1,58, бора — 0,28 и молибдена — 0,1%). При некорневой подкормке 2,5 л «Миком» разводится водой из расчета 200 л/га. Можно использовать совместно с КАС.

«Витамар-3» — жидкий концентрат микроэлементов с биологическим стимулятором роста — гидрогуматом. В 1 литре «Витамара-3» содержатся следующие компоненты: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 220 г, H_3BO_3 — 20 г, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 20 г, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ — 120 г, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — 260 г, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ — 10 г, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 120 г, соль Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ — 10 г, гуматы — 50 мл.

При некорневой подкормке растений 1 литр комплексного микроудобрения «Витамар-3» разводится водой или смесью с карбамидом (6%), или другим азотным удобрением (КАС) из расчета 200 — 300 литров. Предназначено для зерновых культур.

В Беларуси в последнее время зарегистрированы новые удобрения АДОБ, Басфолиар и Солюбор ДФ, содержащие макро- и микроэлементы в соотношении соответствующим биологической потребности отдельных культур. Удобрения производится фирмой АДОБ (Польша) по лицензии компании БАСФ и поставляются в виде водных концентратов, кроме твердого удобрения Солюбор ДФ (табл. 43). Для некорневых подкормок зерновых культур в Польше производится и комплексное удобрение «Эколист-3».

Таблица 43. Характеристика микроудобрений, производимых в Польше

Наименование	Состав удобрений, %									
	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
Басфолиар 34	34,6	-	-	0,65	0,13	0,13	-	-	-	-
Басфолиар 12-4-6	12,0	4,0	6,0	0,2	1,0	0,2	0,01	0,02	0,01	0,005
Басфолиар 6-12-6	6,0	12,0	6,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,005
АДОБ Mn	9,8	-	-	2,82	15,3	-	-	-	-	-
АДОБ Cu	9,0	-	-	3,0	-	6,43	-	-	-	-
АДОБ Zn	9,0	-	-	3,0	-	-	-	-	6,2	-
АДОБ Bor	-	-	-	-	-	-	-	15,0	-	-
Солюбор ДФ	-	-	-	-	-	-	-	17,5	-	-
Эколист-3	10,5	-	5,1	2,5	0,05	0,45	0,07	0,38	0,19	0,0016

Примечание: Упаковка удобрений — пластмассовые 20-литровые канистры.

* Твердое удобрение, хорошо растворимое в воде (мешки по 25 кг)

В жидких удобрениях АДОБ бор содержится в органо-минеральной форме, медь, цинк, марганец – в форме хелатных соединений.

Хелатные и органо-минеральные соединения микроэлементов дороже вышеперечисленных форм микроудобрений, и использование их обуславливается финансовыми возможностями хозяйств.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Физиологическая роль и потребность сельскохозяйственных культур в микро-элементах.....	4
2. Озимая пшеница.....	11
3. Озимая тритикале.....	15
4. Яровая тритикале.....	17
5. Озимая рожь.....	19
6. Овес.....	21
7. Ячмень.....	25
8. Кукуруза.....	27
9. Лен-долгунец.....	29
10. Картофель.....	36
11. Горох.....	38
12. Рапс.....	40
13. Сахарная свекла.....	42
14. Приготовление рабочих растворов многокомпонентных микроудобрений.....	44
15. Характеристика микроудобрений.....	46

Коллектив составителей
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЦИФРОВЫХ СИМВОЛ
ОДИКОМПОНЕНТНЫХ МИКРОУДЕЛИЙ
ПОДСЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Рекомендации

Редактор Г.Н. Рабинович
Техн. редактор И.К. Шапурнова
Корректор Л.А. Юрченко

ЛИ №348 от 09.06.2004 Подписано в печать 18.11.2004
Формат 60х84 1/16. Бумага для книжечек с тонким покрытием
Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс»
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,19
Тираж 150 экз. Заказ Цена 2800 руб.

666

Редакционно-издательский отдел ИД «СХ»
213407, г. Горки Могилевская обл., ул. Студенческая, 5
Отпечатано в отделе издания учебно-методическо-го издательства агроуниверситета
художественно-оформительской деятельности ИД «СХ»
г. Горки, ул. Мичуринская, 5