

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

# **ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

*Рекомендации*

*для специалистов хозяйств и агрохимической службы  
агропромышленного комплекса, преподавателей, аспирантов,  
магистрантов и студентов высших учебных заведений  
аграрного профиля*

Горки  
БГСХА  
2015

УДК 631.81(072)  
ББК 40.40я73  
П76

*Рекомендовано Научно-техническим советом БГСХА.  
Протокол № 5 от 10 июня 2015 г.*

*Утверждено на коллегии Комитета по сельскому хозяйству  
и продовольствию Могилевского облисполкома.  
Постановление № 53-1 от 31 декабря 2015 г.*

Авторы:

доктора сельскохозяйственных наук, профессора  
*И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова, П. А. Саскевич;*  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси  
*А. Р. Цыганов;*  
первый заместитель председателя Могилевского облисполкома, председатель  
комитета по сельскому хозяйству и продовольствию *О. И. Чикида;*  
кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты *А. С. Мастеров, О. И. Мишура;*  
старшие преподаватели кафедры агрохимии *М. Л. Радкевич, Ю. В. Коготько;*  
ассистент кафедры земледелия *Е. А. Плевко;*  
аспирант кафедры агрохимии *О. В. Мурзова;*  
аспирант кафедры почвоведения *Е. А. Блохина*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук *С. С. Небышинец;*  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *С. С. Камасин*

**П76 Применение микроудобрений и регуляторов роста в интен-  
сивном земледелии : рекомендации / И. Р. Вильдфлуш  
[и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 48 с.**

Изложены результаты исследований по изучению эффективности новых форм микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы, пивоваренного ячменя, голозерного и пленчатого овса, люпина узколистного, сорго, просо, ярового рапса, редьки масличной и горчицы белой. Приведены характеристика, дозы, сроки и способы применения новых микроудобрений и регуляторов роста, даны экономическая оценка их эффективности и технологические схемы применения, обеспечивающие формирование высокопродуктивных посевов.

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

**УДК 631.81(072)  
ББК 40.40я73**

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Для получения высоких и качественных урожаев необходимо сбалансированное минеральное питание. В настоящее время разработаны новые формы удобрений, специализированные для различных сельскохозяйственных культур, которые содержат макро- и микроэлементы в сбалансированных количествах для растений.

Наряду с макроэлементами, для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеют микроэлементы. Высокая стоимость микроудобрений вызывает необходимость разработки рациональных способов их применения. Поэтому перспективным направлением при применении микроудобрений является использование многокомпонентных, а также комплексонатов (хелатов), где содержится в биологически активной форме целый ряд необходимых растениям микроэлементов (Zn, Cu, B, Mo, Co, Mn). Применение микроудобрений является важным элементом высокой культуры земледелия. Поэтому вносить их в первую очередь следует при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям с высоким уровнем планируемых урожаев, а также на почвах с низким содержанием микроэлементов.

Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста приобретает актуальное значение в связи с тем, что они повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям и позволяют существенно увеличить урожайность при минимальных затратах. Имеются данные, что регуляторы роста повышают эффективность использования минеральных удобрений, и прежде всего азотных, под зерновые и другие сельскохозяйственные культуры и их применение равноценно действию 30 кг/га азота. Большой интерес представляет использование комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста, полученных в последнее время.

Применение микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста, комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста позволяет оптимизировать питание сельскохозяйственных культур и разрабатывать высокоэффективную систему удобрения, обеспечивающую высокую устойчивую продуктивность, уменьшить действие неблагоприятных метеорологических условий на формирование урожая таких культур, как: яровая пшеница, ячмень, голозерный и

пленчатый овес, люпин узколистный, сорго, просо, яровой рапс, редька масличная и горчица белая.

## **1. РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ОСНОВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

Важным условием получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур является обеспеченность их необходимыми микроэлементами. Микроэлементы играют многогранную роль в жизнедеятельности растений: участвуют в различных биохимических и физиологических процессах, активируют деятельность ферментов, витаминов, гормонов, повышают устойчивость к болезням и факторам внешней среды.

Агрохимические исследования и полевые опыты позволили разработать и рекомендовать производству несколько технологий применения микроудобрений:

- в составе макроудобрений;
- при предпосевной обработке семян;
- в некорневую подкормку.

К рациональным приемам использования микроэлементов относятся те, при которых с наименьшими затратами можно получить высокие прибавки урожая и улучшить качество сельскохозяйственной продукции. Это, например, централизованное протравливание семян фунгицидами совместно с микроэлементами. Внесение микроудобрения в почву позволяет создать определенный уровень корневого питания растений микроэлементами в течение вегетации. Предпосевная обработка семян обеспечивает растения микроэлементами в самом начале роста, вызывает определенную перестройку процессов жизнедеятельности растений. Обработка семян микроэлементами улучшает посевные качества, повышает энергию прорастания, силу роста проростка, способствует активизации начальных ростовых процессов, ускоряет интенсивный переход от гетеротрофного типа питания к автотрофному, повышает полевую всхожесть растений, особенно в неблагоприятные периоды при засухе.

Физиологические особенности сельскохозяйственных культур обуславливают их потребность в различных микроэлементах на протяжении всего периода вегетации. Важнейшими микроэлементами для зерновых и зернобобовых культур являются медь, марганец, цинк, бор, молибден и кобальт.

Медь в условиях Беларуси является одним из дефицитных элементов питания. Этим часто объясняется недобор урожая и недостаточное содержание меди в растительных кормах.

Физиологическая роль меди в растениях в значительной мере определяется вхождением ее в состав медьсодержащих белков и ферментов (цитохромоксидазы, полифенолоксидазы, аскорбинатоксидазы, нитритредуктазы, гипонитритредуктазы, тирозиназы, редуктазы и др.). Она играет важную роль в окислительных процессах, интенсифицирует газообмен (дыхание), в образовании хлорофилла, азотном, углеводном и белковом обмене, активизирует фотосинтез. Содержание меди в растениях определяется рядом факторов, важнейшими из которых являются биологические особенности самого растения, содержание подвижной меди в почве, и метеорологическими условиями.

Значение цинка для растений тесно связано с его участием в азотном обмене. Под влиянием цинка повышается синтез сахарозы, крахмала, общее содержание углеводов и белковых веществ, он участвует в активизации ряда ферментов, связанных с процессами дыхания. Цинк влияет на поступление в растения макро- и микроэлементов, на водный обмен, устойчивость растений к неблагоприятным факторам и болезням. Одной из наиболее существенных особенностей физиологической роли цинка является его взаимодействие с ростовыми веществами.

Основной причиной внедрения молибденовых удобрений в сельское хозяйство является то, что они играют большую роль в обеспечении растений азотом и сельскохозяйственных животных белком. Роль молибдена не ограничивается участием в биологической фиксации атмосферного азота. Молибден необходим для роста растений вообще, так как при его недостатке в тканях растений накапливается большое количество нитратов и нарушается нормальный азотный обмен. Под воздействием данного микроэлемента в растениях увеличивается содержание хлорофилла и повышается интенсивность фотосинтеза.

Большой практический и научный интерес для растениеводства представляет кобальт. Кобальт оказывает заметное положительное действие на активность нитратредуктазы, что крайне важно для усиления азотфиксирующей деятельности клубеньковых бактерий, и является необходимым условием для возделывания зернобобовых. Кобальт относится к металлам с переменной валентностью и позволяет принимать активное участие в реакциях окисления-восстановления.

В растениях марганец выполняет разнообразные физиологические функции. Наиболее важной его функцией является участие в окислительно-восстановительных реакциях. Под влиянием марганца улучшается синтез белков и жиров, фотосинтез, усиливается ассимиляционная деятельность всего растения. Также марганец входит в состав ферментов, принимающих участие в различных реакциях обмена веществ, и поэтому влияет на урожайность и качество растениеводческой продукции. Марганец играет важную роль в азотном обмене. Он оказывает положительное влияние на биосинтез белка, а также на азотфиксирующую активность клубеньков.

В настоящее время в связи с возросшим плодородием почв, снижением почвенной кислотности и необходимостью получения сбалансированного по элементам минерального питания корма проблема оптимизации питания растений микроэлементами особенно актуальна. Ее значимость определяется дефицитом белка и микроэлементов в урожае. В связи с этим большое значение имеет оценка микроэлементного состава растениеводческой продукции, а также установление оптимальных доз и способов внесения микроэлементов, обеспечивающих повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Для нормальной жизнедеятельности растений микроэлементы должны вводиться в живой организм в биологически активной форме, способной легко транспортироваться и усваиваться. Применение для этих целей неорганических солей металла, содержащих микроэлементы, малоэффективно и не всегда экономически выгодно. В таких соединениях находится большое количество балластных веществ и они переходят в малодоступную форму, что не дает возможности растениям полностью усваивать микроэлементы. Кроме того, накапливаясь в почве, они начинают выступать в роли токсичных тяжелых элементов.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что наиболее эффективной формой микроэлементов для растений являются комплексные соединения металлов в форме хелатов (комплексонатов и комплексонов). Важной особенностью комплексонов является проявление биохимической активности в связи с содержанием в их составе фрагментов аминокислот. Это позволяет рассматривать их не только как соединения, обеспечивающие лучшую доступность для растений микроэлементов, но и как одно из средств регулирования физиолого-биохимических процессов в растениях, способствующих их большей продуктивности.

Хелаты – комплексоны – органические внутрикомплексные соединения циклического строения, содержащие в своей молекуле ион какого-либо металла, который непосредственно участвует в образовании кольца. По своей структуре хелаты близки к природным, поэтому обладают биологической активностью и хорошо усваиваются.

Хелатные микроудобрения безопасны для окружающей среды при соблюдении техники безопасности и дозировки, в отличие от минеральных удобрений не засоляют почву. Более того, применение микроудобрений снижает уровень нитритов и нитратов в растениях на фоне повышения содержания ряда витаминов. Хелаты микроэлементов обладают рядом ценных свойств: практически не токсичны, хорошо растворимы в воде, обладают высокой устойчивостью (не изменяют своих свойств) в широком диапазоне кислотности (значений pH), хорошо адсорбируются на поверхности листьев и в почве, длительное время не разрушаются микроорганизмами, хорошо сочетаются с различными пестицидами. Комплексоны (ДТПА, ОЭДФ, ЭДТА) при внесении их в почву способствуют переводу недоступных микроэлементов в биологически активную форму. Хелаты микроэлементов являются водорастворимыми органическими солями и практически не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе, длительное время оставаясь доступными для растений. Микроудобрения в форме хелатов удобны для использования в композиционных составах для инкрустации семян совместно с биологически активными веществами, протравителем и пленкообразующими веществами, что повышает равномерность нанесения всех компонентов инкрустирующего состава на каждое семя.

В последние годы, особенно с ростом дефицита и стоимости микроудобрений, перспективной является разработка новых, более экономичных, технологичных, экологических и универсальных по назначению видов микроудобрений и рациональных способов их применения под сельскохозяйственные культуры, возделываемые по интенсивным технологиям, а также на почвах с низким содержанием микроэлементов (табл. 1).

Средние дозы и сроки внесения для основного удобрения и для некорневых подкормок микроэлементами приведены в табл. 2, 3.

С экономической и экологической точек зрения внесение микроэлементов в почву считается невыгодным в большинстве стран Европы. В настоящее время разработаны и применяются такие эффективные способы, как обработка семян и некорневые подкормки.

**Таблица 1. Градация почв по содержанию подвижных форм микроэлементов, мг/кг почвы**

Элемент	Вытяжка	Группы по обеспеченности микроэлементами			
		1-я (низкая)	2-я (средняя)	3-я (высокая)	4-я (избыточная)
Cu	1,0 н. HCl	Менее 1,5*	1,6–3,0	3,1–5,0	5,1–7,0
		Менее 5,0**	5,1–9,0	9,1–12,0	12,1–16,0
Zn	1,0 н. HCl	Менее 3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	10,1–16,0
		Менее 10,0	10,1–15,0	15,1–30,0	30,1–50,0
B	H <sub>2</sub> O	Менее 0,3	0,31–0,70	0,71–1,00	Более 1,0
		Менее 1,0	1,1–2,0	2,1–3,0	3,1–5,3
Mn	0,1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Менее 25	25,1–100	100,1–300	Более 200
		Менее 75	75,1–300	300,1–600	600,1–900
Mn	1,0 н. KCl	Менее 2,0	2,0–6,0	6,1–10,0	Более 10,0
		Менее 6,0	6,0–18,0	18,1–30,0	Более 30,0
Co	1,0 н. HNO <sub>3</sub>	Менее 1,0	1,1–2,5	2,51–3,0	Более 3,0
		Менее 3,0	3,1–7,5	7,51–9,0	9,1–12,0
Mo	Аксалатный буфер, рН 3,3	Менее 0,1	0,11–0,20	0,21–0,40	Более 0,40
		Менее 0,3	0,31–0,60	0,61–1,20	Более 1,20

\* Минеральные почвы (в числителе); \*\* торфяные (в знаменателе).

**Таблица 2. Дозы микроэлементов для некорневых подкормок сельскохозяйственных культур**

Культуры	Микроэлемент	Некорневая подкормка	
		Доза, г/га д. в.	Срок применения
1	2	3	4
Озимые зерновые	Медь (Cu)	50	Конец кущения, флаговый лист
	Марганец (Mn)	50	
Яровые зерновые	Медь (Cu)	50	Первый или второй узел
	Марганец (Mn)	50	
Горох, вика, гречиха	Бор (B)	50	Бутонизация, ветвление
	Марганец (Mn)	50	
Люпин узколистный	Бор (B)	50	Бутонизация
	Молибден (Mo)	50	
	Марганец (Mn)	50	
Лен-долгунец	Бор (B)	150	Фаза «елочки»
	Цинк (Zn)	250	
Сахарная свекла, кормовая свекла	Бор (B)	200	10–12 листьев, 25–30 листьев
	Марганец (Mn)	50	
Картофель	Бор (B)	50	Смыкание ботвы
	Медь (Cu)	50	
	Марганец (Mn)	50	

1	2	3	4
Озимый и яровой рапс	Бор (В)	300	Бутионизация
	Медь (Сu)	175	
	Марганец (Mn)	100	
Кукуруза	Цинк (Zn)	75	6–8 листьев
	Медь (Сu)	75	
Семенники много-летних бобовых трав	Молибден (Mo)	40	Бутионизация
	Бор (В)	50	

Наиболее эффективным способом применения микроудобрений являются некорневые подкормки, так как они позволяют обеспечить растения микроэлементами тогда, когда в них ощущается максимальная потребность.

Таблица 3. Дозы микроэлементов для основного внесения

Культуры	Микроэлемент	Доза внесения, кг д. в.
Озимые и яровые зерновые	Медь	0,5–1,0
Зернобобовые	Бор	0,5
Сахарная свекла, кормовые корнеплоды	Бор	0,5–0,8
Лен	Бор	0,5–1,0
	Цинк	1,5
Картофель	Бор	0,4–0,8
	Медь	2,0
Крестоцветные	Бор	0,5
Кукуруза	Цинк	1,0–3,0
Многолетние бобовые травы	Медь	3,0
	Цинк	1,0–3,0
Многолетние злаковые травы	Медь	0,8–1,5
	Цинк	0,7–1,2

## 2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Регуляторы роста растений – это природные фитогормоны, их искусственные аналоги или композиционные препараты, которые содержат сбалансированный комплекс фиторегуляторов, биологически активных веществ, микроэлементов, позволяющие целенаправленно регулировать важнейшие процессы роста и развития растений, эффективно использовать потенциальные возможности сорта или гибрида, заложенные в геноме природой, селекционном или генно-инженерном

процессе. В сложной системе регуляции роста, жизнедеятельности и формировании продуктивных органов растений важная роль принадлежит фитогормонам. Согласно современным представлениям регуляция роста и развития растений осуществляется комплексом фитогормонов, включающим ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовую кислоту, этилен.

Биостимуляторы повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам природного или антропогенного происхождения – критическим перепадам температур, дефициту влаги, фитотоксическому действию пестицидов, поражению болезнями и вредителями.

В связи с широким применением интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур роль регуляторов роста растений резко возросла. Очень ценным свойством регуляторов роста в условиях интенсивных технологий является усиление при их применении поступления элементов питания в корневую систему растений.

Это объясняется тем, что под влиянием регуляторов роста повышается адаптация и устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды и в результате они более энергично используют питательные элементы из удобрений и почвы. Это и обуславливает повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В ряде работ показана эффективность комплексного применения минеральных удобрений, пестицидов, микроэлементов и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы, ячменя и яровой тритикале. Использование регуляторов роста в малых дозах имеет большое экологическое значение. Уже обнаружено около 5000 соединений химического, микробного и растительного происхождения, обладающих регуляторным действием, но в мировой практике используется только около 50. Наличие в растительной клетке эндогенной системы регуляции, координации и саморегуляции является основой для управления ими с помощью экзогенных регуляторов роста. Как показали исследования, такие регуляторы роста растений оказывают существенное влияние на многие реакции обмена веществ, затрагивают генный и гормональный уровень регуляции, однако в зависимости от вида и сорта степень изменения указанных процессов различна.

Характер влияния регуляторов роста и развития зависит от фона минерального питания. Регуляторы роста могут усиливать поступление элементов питания в корневую систему – при их применении можно снижать дозы удобрений. В ходе исследований установлено, что более сильное действие регуляторов роста проявляется при сред-

них дозах удобрений. При возделывании яровой пшеницы, картофеля и других культур применение средних доз удобрений в сочетании с регуляторами роста обеспечивало получение таких же урожаев, как и при внесении повышенных доз, что позволяет снижать дозы минеральных удобрений на 25 % и является важным элементом ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

### **3. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

#### **3.1. Яровая пшеница**

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

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

По урожайности в производстве она превосходит рожь и овес, уступая озимой пшенице, тритикале и яровому ячменю, существенно превосходя их по качеству.

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

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

В 2008 и 2010 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком, изучалась эффективность применения регуляторов роста эпин и экосил, микроэлемента меди и комплексного микроудобрения Эколист 3 при возделывании яровой пшеницы сорта Контеса.

Регуляторы роста эпин (80 мл/га) и экосил (50 мл/га), микроудобрения сернокислая медь (150 г/га), Эколист 3 (N – 10,5 %, K<sub>2</sub>O – 5,1, MgO – 2,5, B – 0,38, Cu – 0,45, Fe – 0,07, Mn – 0,05, Mo – 0,0016, Zn – 0,19 %) в дозе 3 л/га применялись в фазе начала выхода в трубку.

Общая площадь делянки в опытах 36 м<sup>2</sup>, учетная – 24,7 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

В опыте с яровой пшеницей применялись карбамид, КАС, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Норма высева семян 5 млн/га.

Применение некорневой подкормки медью повысило урожайность зерна яровой пшеницы в 2010 г. на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> КАС на 4,4 ц/га, а в среднем за 2 года – на 3,6 ц/га (табл. 4). Комплексное микроудобрение Эколист 3 повышало урожайность зерна пшеницы в 2010 г. по сравнению с фоновым вариантом N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> КАС на 3,8 ц/га и в среднем за 2008 и 2010 гг. на 4,5 ц/га. В засушливом 2010 г. урожайность зерна яровой пшеницы была значительно ниже, чем в 2008 г. Под влиянием эпина и экосила на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> урожайность зерна яровой пшеницы в среднем за 2 года возросла на 2,9 и 4,8 ц/га соответственно. Наиболее высокая урожайность зерна яровой пшеницы была в среднем за 2 года в вариантах с применением Эколиста 3 на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> КАС (47,6 ц/га) и экосила на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (48,3 ц/га), а окупаемость 1 кг NPK килограммами зерна (8,9 кг) при использовании экосила.

Применение экосила на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> КАС повышало урожайность зерна яровой пшеницы на 3,1 ц/га.

Наиболее высокое содержание сырого белка в зерне яровой пшеницы (13,5 %) отмечено в варианте с дробным внесением повышенных доз азота (N<sub>70</sub> + 30 + 20) на фоне P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>. Масса 1000 зерен была наибольшей при применении экосила на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> и Эколиста 3 на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> КАС. Наибольшим сбор сырого белка был в варианте с применением меди, а также при использовании Эколиста 3

на фоне  $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{30}$  КАС и при дробном внесении повышенных доз азота ( $N_{120}$ ) на фоне  $P_{70}K_{120}$  и экосила на фоне  $N_{70}P_{60}K_{90}$ . В этих вариантах сбор сырого белка составил 5,4 ц/га.

Таблица 4. Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Конгеса

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Окупаемость 1 кг НРК кг зерна, среднее за 2 года
	2008 г.	2010 г.	среднее за 2 года	
1. Контроль (без удобрений)	35,6	21,8	28,7	–
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	40,1	28,5	34,3	3,4
3. $N_{70}P_{60}K_{90}$	51,4	35,6	43,5	6,7
4. $N_{70}P_{60}K_{90}$ + эпин	53,4	39,4	46,4	8,0
5. $N_{70}P_{60}K_{90}$ + экосил	53,9	42,7	48,3	8,9
6. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС в фазе начала выхода в трубку	50,6	35,6	43,1	5,8
7. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС + экосил в фазе начала выхода в трубку	54,0	38,4	46,2	7,0
8. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС с Си в фазе начала выхода в трубку	53,3	40,0	46,7	7,2
9. $N_{70}P_{70}K_{120} + N_{30}$ КАС в фазе начала выхода в трубку + $N_{20}$ КАС – флаговый лист	52,0	39,4	45,7	5,5
10. $N_{70}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС в фазе начала выхода в трубку с Эко-листом З	55,7	39,4	47,6	7,6
НСР <sub>05</sub>	2,0	3,2		

Применение регуляторов роста эпин и экосил способствовало на фоне  $N_{70}P_{60}K_{90}$  возрастанию содержания сырого белка в зерне на 0,4 и 0,6 % соответственно (табл. 5).

Важное значение имеет расчет экономической эффективности применения удобрений и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы (табл. 6).

Расчет экономической эффективности был произведен в ценах 2010 г. Более высокий чистый доход и рентабельность получены при обработке посевов регуляторами роста экосил и эпин на фоне  $N_{70}P_{60}K_{90}$ , которые составили 217 200 и 150 300 руб. и 20,2 и 28,1 % соответственно.

Таблица 5. Влияние макро- и микроудобрений и регуляторов роста на качество зерна яровой пшеницы

Вариант опыта	Масса 1000 семян, г			Сырой белок, %			Выход сырого белка, ц/га		
	2008 г.	2010 г.	среднее за 2 года	2008 г.	2010 г.	среднее за 2 года	2008 г.	2010 г.	среднее за 2 года
1. Без удобрений	33,5	21,0	27,3	12,5	11,1	11,8	3,6	2,08	2,8
2. N <sub>16</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	34,4	23,0	28,7	12,6	11,2	11,9	4,3	2,75	3,5
3. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	34,8	24,3	29,6	14,0	10,8	12,4	6,2	3,31	4,8
4. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + эпин	34,4	22,6	28,5	13,9	11,7	12,8	6,4	3,96	5,2
5. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + экосил	36,9	22,3	29,6	13,8	12,1	13,0	6,4	4,44	5,4
6. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС в фазе начала выхода в трубку	34,6	20,8	27,7	13,4	12,5	13,0	5,8	3,83	4,8
7. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС + экосил в фазе начала выхода в трубку	34,6	20,9	27,8	13,5	12,5	13,0	6,3	4,13	5,2
8. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС с Си в фазе начала выхода в трубку	34,8	23,9	29,4	14,8	11,4	13,1	6,8	3,92	5,4
9. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> КАС в фазе начала выхода в трубку + N <sub>20</sub> КАС – флаговый лист	33,7	23,9	28,8	14,8	12,2	13,5	6,6	4,13	5,4
10. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС в фазе начала выхода в трубку с Эколистом 3	36,0	22,4	29,7	14,0	12,0	13,0	6,7	4,07	5,4

Таблица 6. Экономическая эффективность применения средств химизации под яровую пшеницу (в среднем за 2008 и 2010 гг.)

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, руб/га	Всего затрат, с учетом накладных расходов	Чистый доход, руб/ га	Рентабельность, %
1	2	3	4	5	6
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. N <sub>16</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	5,6	282600	377100	–	–
3. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	14,8	747300	656700	90600	13,8
4. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + эпин	17,7	893700	743400	150300	20,2

1	2	3	4	5	6
5. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + экосил	19,6	989700	772500	217200	28,1
6. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС	14,4	727200	722400	4800	0,6
7. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС + экосил	17,5	883500	805200	78300	9,7
8. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС с Cu	18,0	908700	792300	116400	14,7
9. N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> КАС + N <sub>20</sub> КАС	17,0	858300	867900	–	–
10. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС с Эколистом 3	18,9	954300	831600	122700	14,8

Таким образом, оптимальными вариантами, обеспечивающими более высокую урожайность и окупаемость 1 кг НРК килограммами зерна яровой пшеницы, были варианты с применением экосила на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> и Эколиста 3 на фоне N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> КАС.

### 3.2. Пивоваренный ячмень

Почвенно-климатические условия Республики Беларусь благоприятны для возделывания пивоваренного ячменя, особенно в центральных и северных областях. Потребность в зерне ячменя для пивоваренной промышленности в республике составляет 150–170 тыс. т.

Повысить урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя можно на основе комплексного применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста.

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, но и повышения качества продукции растениеводства и животноводства.

Микроэлементы – это необходимые элементы питания, без которых растения не могут полноценно развиваться. Они входят в состав важнейших физиологически активных веществ и участвуют в процессе синтеза белков, углеводов, витаминов, жиров. Под влиянием микроэлементов растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям атмосферной и почвенной засухи, пониженным и повышенным температурам, поражению вредителями и болезнями.

Современным направлением повышения урожайности и качества продукции растениеводства является внедрение в сельскохозяйствен-

ное производство высоких энергосберегающих технологий с применением регуляторов роста растений. Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста позволяет существенно повысить устойчивость к неблагоприятным факторам среды: высоким и низким температурам, недостатку влаги.

Повысить эффективность микроудобрений можно за счет перевода их в комплексные соединения (хелаты), которые эффективны в любых почвенно-климатических зонах и хорошо совместимы с регуляторами роста растений. При этом перспективное значение имеют регуляторы роста природного происхождения (экосил, гуматы и др.), поскольку они легко включаются в естественные природные цепи превращений, легко расщепляются до простых химических соединений.

В настоящее время широкое распространение получили комплексные препараты на основе микроэлементов и регуляторов роста, эффективность которых слабо изучена на пивоваренном ячмене.

Целью исследований явилось изучение эффективности минеральных удобрений, новых регуляторов роста растений, микроудобрений в хелатной форме на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком.

В 2011–2013 гг. для этого были проведены полевые опыты с пивоваренным ячменем сорта Бровар, норма высева семян которого составила 5,0 млн/га.

В опытах применялись карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий, КАС.

Некорневые подкормки пивоваренного ячменя в фазе начала выхода в трубку проводились комплексным препаратом на основе микроэлементов и регуляторов роста МикроСтим Медь Л (медь – 78 г/л, азот – 65 г/л, гуминовые вещества – 0,6–5,0 мг/л) в дозе 1 л/га.

В фазе начала выхода в трубку на ячмене проводилась обработка посевов регулятором роста экосил в дозе 50 мл/га.

Почва опытных участков с ячменем по годам исследований имела слабокислую реакцию ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,7–6,0), среднее содержание гумуса (1,66–1,70 %), повышенное содержание подвижного фосфора (186–225 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного калия (186–240 мг/кг), среднюю обеспеченность подвижной медью (1,7–2,2 мг/кг) и низкую – подвижным цинком (1,7–2,3 мг/кг).

В среднем за 2011–2013 гг. урожайность зерна ячменя по сравнению с неудобренным контролем при применении  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$  и  $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$  возросла на 12,2 и 16,8 ц/га соответственно.

Наибольшая урожайность зерна ячменя была получена в вариантах с применением нового комплексного препарата МикроСтим Медь Л на фоне  $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$  карбамид и на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$  карбамид (табл. 7).

Таблица 7. Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста на урожайность зерна ячменя и массу 1000 зерен (среднее за 2011–2013 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна	Масса 1000 зерен, г
1. Без удобрений	27,8	–	54,7
2. $N_{60}P_{60}K_{90}$	40,0	5,8 (7,0*)	56,0
3. $N_{90}P_{60}K_{90}$	44,6	7,0	56,6
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + экосил в фазе начала выхода в трубку	47,3	8,1	56,2
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС в фазе начала выхода в трубку	45,4	7,3	55,9
6. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазе начала выхода в трубку	47,5	8,2	56,6
7. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС с экосилом в фазе начала выхода в трубку	48,8	8,8	56,1
8. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид + МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку	55,2	11,4	56,8
9. $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$ карбамид в фазе начала выхода в трубку + МикроСтим Медь Л	54,2	8,0	56,6
НСР <sub>05</sub>	1,2		0,4

\* Среднее за 2012–2013 гг.

Прибавка урожайности зерна при этом в варианте  $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$  карбамид + МикроСтим Медь Л составила по отношению к фоновому варианту 7,7 ц/га. Высокая прибавка урожая в этом варианте опыта оказала влияние на увеличение окупаемости 1 кг NPK килограммами зерна, которая составила 11,4 кг.

Обработка посевов пивоваренного ячменя регулятором роста экосил по сравнению с вариантом  $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$  КАС увеличивала урожайность зерна на 3,4 ц/га и на фоне  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – на 2,7 ц/га.

Следует отметить, что накопление сырого белка в зерне пивоваренного ячменя свыше допустимых 12 % было только в 2013 г. Наибольших величин (13,3 %) оно достигало в варианте с применением МикроСтим Медь Л на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$  карбамид (табл. 8).

Таким образом, сорт Бровар даже при дозе  $N_{90}$  с применением микроэлемента меди в комплексе с регулятором роста не накапливал чрезмерно большого количества сырого белка в зерне.

В табл. 8 приведена натура зерна пивоваренного ячменя. Натура – это масса 1 л зерна, выраженная в граммах. Натура характеризует наполненность и плотность зерновки, ее технологические свойства. Зерно с большой натурой хорошо развито, выполнено, содержит большее количество эндосперма и меньше оболочек. Чем выше натура, тем больше его масса в единице объема. Натура зерна ячменя составляет обычно 580–700 г/дм<sup>3</sup> (табл. 8).

Таблица 8. Влияние макро- и микроудобрений и регуляторов роста на содержание сырого белка и натуру зерна пивоваренного ячменя

Вариант опыта	Сырой белок, %			Натура, среднее за 2011–2013 гг.
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	
1. Без удобрений	7,8	9,5	9,8	624
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	8,0	9,9	9,9	631
3. N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	10,0	10,8	10,5	633
4. N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + экосил в фазе начала выхода в трубку	8,3	10,3	12,0	654
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС в фазе начала выхода в трубку	8,7	9,9	11,1	656
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> карбамид в фазе начала выхода в трубку	8,5	11,1	12,3	651
7. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС с экосилом в фазе начала выхода в трубку	10,3	9,9	11,3	673
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> карбамид + МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку	10,7	10,3	12,0	663
9. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>30</sub> карбамид в фазе начала выхода в трубку + МикроСтим Медь Л	10,2	9,4	13,3	653
НСР <sub>05</sub>	0,7	0,6	0,5	11,5

Натура зерна ячменя в вариантах опыта колебалась в среднем за 2011–2013 гг. в пределах 624–673 г/дм<sup>3</sup>. Несколько ниже она была в варианте без удобрений и при внесении невысоких доз азотных удобрений. Выше она была в вариантах с применением МикроСтим Медь Л на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> карбамид.

Согласно проведенным исследованиям в 2011–2013 гг. установлено, что зерно пивоваренного ячменя сорта Бровар отвечает всем требованиям ГОСТ 5060–1986 и относится ко второму классу качества зерна, поставляемого для пивоварения (табл. 9).

Таблица 9. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на качество урожая пивоваренного ячменя (среднее за 2011–2013 гг.)

Вариант опыта	Цвет	Запах	Состояние	Зараженность вредителями хлебных злаков							
				Влажность, %	Сорная примесь, %	Зерновая примесь, %	Мелкие зерна, %	Крупность, %	Способность прорастания, %	Жизнеспособность, %	Зараженность вредителями хлебных злаков
1. Без удобрений	Светло-желтый	Свойственный нормальному зерну ячменя (без затхлового, солодового, плесневого и посторонних запахов)	Здоровый, негренущийся	14,2	1,5	3,3	6,1	72	98	94	Нет
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Светло-желтый			14,3	1,5	3,2	6,3	72	98	96	
3. N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Серовато-желтый			14,2	1,5	3,3	6,1	72	98	95	
4. N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + экосил в фазе начала выхода в трубку	Серовато-желтый			14,2	1,5	3,3	6,3	72	98	96	
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС в фазе начала выхода в трубку	Серовато-желтый			14,3	1,4	3,2	6,2	72	97	96	
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> карбамид в фазе начала выхода в трубку	Серовато-желтый			14,0	1,5	3,2	6,3	73	99	96	
7. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС с экосилом в фазе начала выхода в трубку	Светло-желтый			14,0	1,5	3,3	6,3	73	98	95	
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> карбамид + МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку	Серовато-желтый			14,3	1,4	3,2	6,1	72	98	95	
9. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>30</sub> карбамид в фазе начала выхода в трубку + МикроСтим Медь Л	Светло-желтый			14,2	1,5	3,0	6,1	72	98	94	

Расчеты экономической эффективности показали, что наиболее результативным для пивоваренного ячменя был вариант с применением МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> +

N<sub>30</sub> карбамид, в котором прибыль составила 188,9 долл/га при рентабельности 49,2 % (табл. 10).

Таблица 10. Экономическая эффективность применения средств химизации под пивоваренный ячмень (среднее за 2011–2013 гг.)

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, долл.	Всего затрат, долл.	Прибыль, долл.	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	12,2	255,0	306,5	–	–
3. N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	16,8	351,1	355,8	–	–
4. N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + экосил в фазе начала выхода в трубку	19,5	407,6	370,8	36,8	9,9
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС в фазе начала выхода в трубку	17,6	367,8	350,9	16,9	4,8
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> карбамид в фазе начала выхода в трубку	19,7	411,7	365,7	46,0	12,6
7. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> КАС с экосилом в фазе начала выхода в трубку	21,0	439,0	368,1	70,9	19,3
8. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> карбамид + МикроСтим Медь Л1 в фазе начала выхода в трубку	27,4	572,7	383,8	188,9	49,2
9. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>30</sub> карбамид в фазе начала выхода в трубку + МикроСтим Медь Л1	26,4	551,8	487,2	64,6	13,3

### 3.3. Овес

Овес является ценной продовольственной и зернофуражной культурой. В мировом производстве овса 78 % используется на корм, 16–17 % – в питании человека, 4 % – в промышленности, семеноводстве, причем во всех странах Европы и США доля пищевого овса растет. 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. Незначительная часть (около 1,5 %) используется в бродильной промышленности для выработки спирта, главным образом в смеси с другими зерновыми культурами и картофелем.

Наиболее ценная часть зерна овса – белок, хотя на его долю и приходится 10–15 % от общего состава. Больше белка в зерне овса накапливается при жаркой и засушливой погоде. Белки овса легко усваиваются организмом и содержат все незаменимые аминокислоты. Цен-

ность культуры овса обусловлена ее неприхотливостью возделывания, высокими качественными показателями всех частей произрастающих растений.

В 2013–2014 гг. проводились исследования с голозерным сортом овса Гоша и пленчатым сортом овса Запавет на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Общая площадь делянки 21 м<sup>2</sup>, учетная – 16,5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Посев овса проводился сеялкой RAU Airsem-3 с нормой высева семян у овса голозерного Гоша 5,5 млн. всхожих семян на гектар и пленчатого овса Запавет – 5,0 млн. всхожих семян на гектар соответственно. Агротехника возделывания общепринятая для Беларуси.

Почва опытного участка по годам исследований имела рН<sub>KCl</sub> 5,4–6,1, низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), повышенное и высокое содержание подвижных форм фосфора (225–291 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного калия (186–238 мг/кг), низкую и среднюю обеспеченность подвижной медью (1,2–2,2 мг/кг).

Протравливание семян овса проводилось препаратом Кинто-Дуо в дозе 2,5 л/т семян. До посева использовали в опытах карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O). В подкормку применяли 0,8 л/га Адоб Медь (жидкий концентрат удобрения, содержащий 6,43 % меди в хелатной форме, 9 % азота и 3 % магния), а также комплексный препарат на основе микроэлементов и регуляторов роста в дозе 1 л/га МикроСтим Медь Л (медь – 78,0 г/л, азот – 65,0 г/л, гуминовые вещества – 0,6–5,0 мг/л). В фазе начала выхода в трубку на овсе использовали регулятор роста экосил в дозе 75 мл/га.

Подкормка овса проводилась карбамидом также в фазе начала выхода в трубку.

Применение удобрений по сравнению с неудобренным контролем способствовало существенному возрастанию урожайности овса (табл. 11, 12).

В среднем за 2 года урожайность зерна овса пленчатого сорта Запавет в варианте N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> по сравнению с контролем возросла на 15,6 ц/га, а у голозерного сорта овса Гоша – на 10,7 ц/га. Окупаемость 1 кг НРК килограммами зерна по этому варианту опыта у пленчатого сорта Запавет составила 6,5 кг, а у голозерного сорта Гоша – 4,5 кг. В варианте опыта с дробным внесением азота (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> мочевины

в подкормку) урожайность зерна по сравнению с разовым внесением у сорта Запавет и у сорта Гоша была на одном уровне.

Таблица 11. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна пленчатого овса сорта Запавет

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Средняя урожайность, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зерна	Сырой белок, среднее за 2 года, %
	2013 г.	2014 г.			
1. Контроль (без удобрений)	18,7	36,3	27,5	—	10,3
2. N <sub>16</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	25,5	42,4	34,0	3,9	11,1
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	30,1	47,3	38,7	5,3	11,4
4. N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 1)	32,1	54,1	43,1	6,5	11,8
5. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> мочевины в фазе начала выхода в трубку (фон 2)	33,7	54,5	44,1	6,6	12,5
6. Фон 1 + экосил в фазе начала выхода в трубку (75 мл/га)	34,9	61,8	48,4	8,7	12,6
7. Фон 1 + Адоб Медь в фазе начала выхода в трубку	34,8	62,1	48,5	8,8	13,1
8. Фон 1 + МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку	36,4	61,8	49,1	9,0	13,0
9. Фон 2 + МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку	36,7	65,5	51,1	9,4	14,0
10. N <sub>80</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>40</sub> мочевины в фазе начала выхода в трубку + Адоб Медь	37,0	69,7	53,4	8,3	15,2
НСР <sub>05</sub>	3,3	3,0	2,3		0,5

Обработка посевов овса регулятором роста экосил на фоне N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> у пленчатого сорта повышала урожайность зерна на 5,3 ц/га, у голозерного сорта овса – на 5,9 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK килограммами зерна в этом варианте опыта составила 8,7 и 6,9 кг. Примерно на таком уровне было действие микроудобрения Адоб Медь, которое на фоне N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> повышало урожайность зерна у пленчатого сорта Запавет на 5,4 ц/га, у голозерного сорта Гоша – на 6,2 ц/га, при окупаемости 1 кг NPK 8,8 и 7,0 кг зерна.

Применение комплексного препарата на основе меди и регулятора роста МикроСтим Медь Л на фоне N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> увеличивало урожайность зерна овса сорта Запавет на 6,0 ц/га, сорта Гоша – на 4,7 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK килограммами зерна по этому варианту опыта у пленчатого сорта составила 9,0 кг, а у голозерного сорта Гоша – 6,4 кг. Использование этого же комплексного препарата на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>+N<sub>30</sub>

мочевина также повысило урожайность пленчатого сорта на 7,0 ц/га, голозерного сорта овса – на 4,7 ц/га, при окупаемости 1 кг НРК 9,4 и 6,9 кг зерна.

Наиболее высокая урожайность зерна в среднем за 2013–2014 гг. у пленчатого сорта овса Запавет (53,4 ц/га) и у голозерного сорта Гоша (38,5 ц/га) отмечена при некорневой подкормке микроудобрением Адоб Медь на фоне  $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$  мочевины. Окупаемость 1 кг НРК килограммами зерна в этом варианте опыта составила 8,3 и 5,6 кг соответственно.

Таблица 12. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна голозерного овса сорта Гоша

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Средняя урожайность, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК кг зерна	Сырой белок, среднее за 2 года, %
	2013 г.	2014 г.			
1. Контроль (без удобрений)	14,8	27,3	21,1	–	13,6
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	18,8	30,9	24,9	2,3	14,4
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	25,4	34,5	30,0	4,2	14,6
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$ (фон 1)	27,2	36,4	31,8	4,5	14,8
5. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ мочевины в фазе начала выхода в трубку (фон 2)	28,6	38,8	33,7	5,0	14,9
6. Фон 1 + экосил в фазе начала выхода в трубку (75 мл/га)	32,8	42,6	37,7	6,9	15,2
7. Фон 1 + Адоб Медь в фазе начала выхода в трубку	32,9	43,0	38,0	7,0	15,6
8. Фон 1 + МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку	30,9	42,0	36,5	6,4	15,6
9. Фон 2 + МикроСтим Медь Л в фазе начала выхода в трубку	33,1	43,7	38,4	6,9	16,4
10. $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ мочевины в фазе начала выхода в трубку + Адоб Медь	33,9	43,0	38,5	5,6	17,0
НСР <sub>05</sub>	1,0	1,6	0,9		0,6

Одним из важных показателей качества зерна овса является содержание сырого белка. Наиболее высокое содержание сырого белка в зерне наблюдалось у пленчатого сорта овса Запавет (15,2 %), у голозерного сорта овса Гоша (17,0 %) с использованием микроудобрения Адоб Медь на фоне  $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$  мочевины.

Таким образом, наиболее рациональной схемой применения удобрения для пленчатого и голозерного овса, обеспечивающей высокую

агрономическую эффективность, является внесение до посева  $N_{60}P_{60}K_{90}$  в форме мочевины, аммофоса и хлористого калия и проведение в фазе начала выхода в трубку подкормки  $N_{30}$  мочевиной и некорневой подкормки комплексным препаратом на основе микроэлемента меди и регулятора роста МикроСтим Медь Л.

### 3.4. Люпин узколистный

Возделывание различных видов зернобобовых культур является важнейшим звеном в системе кормопроизводства Республики Беларусь и обусловлено главным образом запросами комбикормовой промышленности для балансирования концентрированных кормов по переваримому белку.

Для устранения дефицита белка РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» предложено ввести оптимизированную структуру посевных площадей. В ближайшие годы в этой структуре предусмотрено увеличение посевных площадей под зернобобовыми культурами до 350 тыс. га, из них люпина узколистного – 130 тыс. га.

Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время оптимизация питания растений микроэлементами особенно актуальна. Так, В. Ч. Шор, Н. С. Купцов указывают на необходимость применения в посевах люпина узколистного не только бора, молибдена, кобальта для формирования активных клубеньков, но и марганца, меди и цинка, способствующих более активному совместному взаимодействию микро- и макросимбионтов. Как считает И. П. Такунов, необходимость применения борных, кобальтовых и других микроудобрений устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от почвенных условий.

Для изучения эффективности макроудобрений, бактериальных удобрений, регулятора роста и микроэлементов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком, в 2011–2013 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» были заложены полевые опыты с люпином узколистным сорта Ян. Сорт Ян – сорт зернового направления с редуцированным ветвлением колобовидного типа. Выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации. Масса 1000 семян 125–135 г, вегетационный период 90–100 суток, высота растений 50–60 см. Содержание белка в зерне – 33–35 %, алкалоидность – 0,025–0,035 %. Устойчив к фузариозу. Сорт

внесен в Государственный реестр Республики Беларусь по всем областям.

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) соответствовала современным технологическим регламентам.

Минеральные удобрения вносились общим фоном в дозах  $N_{30}P_{30}K_{90}$ . В опытах использовали карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 %  $P_2O_5$ ), хлористый калий (60 %  $K_2O$ ). В качестве протравителя применяли Максим XL в дозе 1 л/т. Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные препараты вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2%-ный раствор Na КМЦ. Для инкрустации семян применялись различные формы микроэлементов в виде солей:

– **сульфат меди** (медный купорос)  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Содержит 23,4–24,9 % меди. Это кристаллический порошок серо-голубого цвета, хорошо растворимый в воде. Рекомендуемая доза для предпосевной обработки семян люпина узколистного 600 г/т;

– **сульфат цинка** – кристаллический порошок белого цвета, содержащий 22 % цинка. Рекомендуемая доза для предпосевной обработки семян люпина узколистного 700 г/т;

– **сульфат марганца**  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  – мелкокристаллическая соль белого цвета, содержащая 22,8 % марганца. Предельная растворимость в 1 л водного раствора 380 г. Рекомендуемая доза для предпосевной обработки семян люпина узколистного 650 г/т;

–  **$Na_3[Co(NO_2)_6]$**  – неорганическое комплексное соединение металла кобальта, желтые кристаллы, растворимые в холодной воде, содержание кобальта 20 %. Рекомендуемая доза для предпосевной обработки семян люпина узколистного 360 г/т.

Хелатная форма микроэлементов была представлена однокомпонентными хелатами, производство ОАО «БелВетУнифарм» – Купровет, Цинковет, Кобальвет:

– **Купровет** (Cuprovetum,  $NaCuH(edta) \cdot nH_2O$ , где edta – этилендиаминтетраацетат,  $n = 0-2$ , является комплексоном меди (II)). Препарат представляет собой однородный сыпучий порошок, хорошо растворимый в воде, без запаха. В 1 г препарата содержится меди (в хелатной форме) 0,17 г. Рекомендуемая доза для предпосевной обработки семян люпина узколистного 900 г/т;

– **Цинковет** (Zincovetum,  $NaZnH(edta) \cdot nH_2O$ , где edta – этилендиаминтетраацетат,  $n = 0-2$ , является комплексоном цинка). Препарат

представляет собой однородный, сыпучий, белого цвета порошок, хорошо растворимый в воде, без запаха. В 1 г препарата содержится цинка (в хелатной форме) 0,17 г. Рекомендуемая доза для предпосевной обработки семян люпина узколистного 900 г/т;

– **Кобальвет** (Cobalvetum,  $\text{NaCoH(edta)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где edta – этилендиаминтетраацетат,  $n = 0-2$ , является комплексоном кобальта). Препарат представляет собой однородный, сыпучий, сиреневого цвета порошок, хорошо растворимый в воде, без запаха. В 1 г препарата содержится цинка (в хелатной форме) 0,12 г. Рекомендуемая доза для предпосевной обработки семян люпина узколистного 380 г/т.

Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводился регулятор роста эпин в дозе 80 мл/т. Бактериальные удобрения (фитостимифос и сапронит), разработанные в НИИ микробиологии НАН Беларуси, для инокуляции семян люпина применяли в дозе 200 мл на гектарную норму высева. Также схемой опыта был предусмотрен вариант с некорневой подкормкой **ЖКУ для бобовых** марки 5-7-10-0,15(B)-0,01 (Mo) в хелатной форме в фазе бутонизации люпина, доза 4 л/га.

Агрохимические показатели свидетельствуют о том, что почва по годам исследований имела низкое и среднее содержание гумуса (1,48–1,69 %), повышенное и среднее содержание подвижных форм фосфора и калия (238–242 мг/кг; 176–187 мг/кг соответственно), низкое и среднее содержание меди и цинка (1,35–2,82 мг/кг; 1,87–3,26 мг/кг соответственно), низкое содержание Co (0,55–0,6 мг/кг) и  $\text{Mn}_{\text{обм}}$  (1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,1–6,2). Согласно расчету индекса агрохимической окультуренности, почва среднеокультуренная (ИО 0,71).

За счет естественного плодородия почвы в среднем за 3 года исследований была получена урожайность зерна в 18,6 ц/га. Инокуляция семян перед посевом бактериальными препаратами фитостимифос и сапронит в среднем за годы исследований повышала урожайность зерна на 2,0 ц/га. Необходимо отметить, что реализация потенциала бактериальных препаратов в большей степени зависит от погодных условий, особенно в начальные периоды роста. Введение в предпосевную обработку росторегулятора эпин обеспечило достоверную прибавку урожайности относительно  $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$  + фитостимифос + сапронит по годам исследований, в среднем же была получена урожайность 23,2 ц/га.

В результате исследований установлено, что минеральные соли кобальта по своей эффективности уступали хелатным соединениям (–3,2 ц/га). По влиянию на урожайность зерна применение цинка в неорганической и хелатной форме было равнозначным – прибавка урожайности зерна по отношению к фону составила 2,4 и 3,2 ц/га соответственно (табл. 13).

Таблица 13. Влияние условий питания на урожайность семян люпина узколистного (среднее за 2011–2013 гг.)

Вариант опыта	Урожайность семян, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г
1. Контроль (без удобрений)	18,6	–	28,6	5,3	4,5	208,3
2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	20,9	+2,3	28,9	6,0	5,1	210,7
3. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит	22,0	+3,4	29,4	6,5	5,5	215,7
4. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин (фон)	23,2	+4,6	30,1	7,0	6,0	223,0
5. Фон + ЖКУ*	27,1	+3,9	31,1	8,4	7,2	229,3
6. Фон + CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	27,3	+4,1	31,3	8,5	7,2	227,1
7. Фон + Cu (хелат.)	26,6	+3,4	31,2	8,3	7,1	229,8
8. Фон + ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	25,7	+2,4	31,0	8,0	6,8	228,2
9. Фон + Zn (хелат.)	26,5	+3,2	31,0	8,2	7,0	228,0
10. Фон + Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	26,1	+2,9	31,6	8,2	7,0	231,0
11. Фон + Co (хелат.)	29,4	+6,1	31,9	9,4	8,0	234,6
12. Фон + MnSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	28,0	+4,8	32,5	9,1	7,7	236,9
НСР <sub>05</sub>	1,5		0,4			

\* Некорневая подкормка, фаза бутонизации.

Включение в инкрустационный состав сульфата марганца повышало урожайность зерна по сравнению с фоновым вариантом N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>+ фитостимифос + сапронит + эпин в среднем за годы исследований на 4,8 ц/га. Установлено, что при однократной подкормке растений люпина удобрением жидким комплексным для бобовых с нормой расхода 4 л/га наблюдалось повышение урожайности зерна относительно фонового варианта в среднем на 3,9 ц/га.

За 2011–2013 гг. исследований содержание сырого белка повышалось в вариантах с внесением микроэлементов в среднем на 0,9–2,4 % по отношению к фоновому варианту. Наибольшее содержание сырого

белка было в варианте  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + фитостимифос + сапронит + эпин +  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  – 32,5 %. Максимальный сбор сырого и переваримого протеина был при введении в инкрустационный состав Со (хелат.) – 9,4 и 8,0 ц/га соответственно. Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином колебалась в зависимости от варианта от 208,3 в контроле до 236,9 г при применении  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + фитостимифос + сапронит + эпин +  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ .

Основными показателями экономической эффективности применения удобрений являются прибыль на гектар посева и ее производная – рентабельность на единицу производственных затрат. Расчет экономической эффективности показал, что наиболее высокие показатели (прибыль, рентабельность) были в вариантах фон + Со (хелат.) и фон +  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ , где прибыль составила 457,0 и 266,2 тыс. руб., а рентабельность – 31 и 20 % соответственно.

Таким образом, необходимо в технологию возделывания данной культуры включать бактериальные удобрения, регуляторы роста и микроэлементы (В, Мо, Со, Мп), позволяющие получить урожайность зерна свыше 30 ц/га с высокими показателями кормовой ценности – содержанием сырого протеина 30–33 %, обеспеченностью 1 к. ед. 230–240 г переваримого протеина.

### 3.5. Сорго

В последние годы в связи с изменением климата в нашей республике возникла необходимость в выращивании более засухоустойчивых силосных культур. В результате поиска было обращено внимание на сорго. Данная культура отличается высокой засухоустойчивостью, хорошей отавностью, относительно невысокой требовательностью к почвенному плодородию, высокой экологической пластичностью, универсальностью и многогранностью использования. Вся надземная вегетативная часть растения съедобна, из нее можно готовить различные виды кормов. Свежескошенное и хорошо измельченное сорго используют на корм скоту, для приготовления силоса, сенажа, сена, посеvy сорго можно использовать для пастбы. Использование сорго в системе зеленого конвейера позволяет обеспечить животных высококачественным кормом в наиболее напряженные месяцы второй половины лета и начала осени.

В среднем для полного созревания сорго необходима сумма положительных температур за вегетационный период от 3000 до 3500 °С, а при возделывании на зеленый корм – от 1600 до 2500 °С.

Обладая мощной корневой системой, сорго может формировать удовлетворительные урожаи зеленой массы за счет почвенного плодо-

родия. Но для максимальной реализации потенциала продуктивности культуры необходимо внесение минеральных удобрений. Однако в остро засушливые годы этот агроприем не дает положительного результата. Поэтому с целью повышения урожайности и качества продукции в условиях засухи и других стрессовых ситуациях считается актуальным применение комплексных микроэлементных удобрений. При этом у растений формируется более мощная корневая система, что позволяет противостоять неблагоприятным условиям засухи, похолоданию, способствует хорошему энергообеспечению и высокому уровню иммунитета. Но продолжают оставаться актуальными разработка и совершенствование научных основ рационального агрохимически эффективного и экологически безопасного применения микроудобрений в зависимости от погодно-климатических условий и обеспеченности растений основными элементами питания, особенно в посевах сорговых культур.

Для изучения влияния микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зеленой массы сорго в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, развивающейся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком, в 2012–2014 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» были заложены полевые опыты с гибридом сорго сахарного Славянское приусадебное. Семена приобретены во ВНИИ сорго и сои «Славянское поле», г. Ростов-на-Дону

***Славянское приусадебное.*** Среднеспелый, вегетационный период составляет 105–115 дней. На главном стебле находится до 10 листьев. Листья зеленые, с матовыми жилками, неопушенные. Выметывание позднее. Высота растений 190–220 см. Сочностебельный. Окраска жилки зеленая. Содержание сахара в соке в фазе восковой спелости зерна составляет до 18 %, в фазе выхода в трубку – начала выметывания – до 12–14 %. Метелка симметричная, прямостоячая, средней длины, при созревании – средней плотности. Масса 1000 зерен 21,8–28,0 г. Гибрид обладает повышенной интенсивностью начального роста, что позволяет успешно конкурировать с сорняками на первых стадиях развития. Неприхотлив к почвам. Высоко жаро- и засухоустойчив, адаптивен к условиям в различных зонах выращивания сорго, устойчив к вредителям и болезням. С 2005 г. районирован в Брестской области.

Обработка почвы в опыте была общепринятая для зерновых культур. Фосфорные удобрения вносились в дозе 40 и 60 кг/га д. в. на фоне  $N_{100}$  и  $K_{120}$ . Минеральные формы макроэлементов представлены солями. В качестве азотных удобрений использовалась мочевины ( $CO(NH_2)_2$ , 46 % N), в качестве фосфорных – аммофос ( $NH_4H_2PO_4$ , 10–12 % N, 42–50 %  $P_2O_5$ ), в качестве калийных – хлористый калий ( $KCl$ , 60 %  $K_2O$ ).

Посев проведен навесной сеялкой RAU, ширина междурядий 30 см, глубина заделки семян 4 см, норма высева 14 кг/га. Срок посева – первая (01.06) декада июня. После посева до всходов культуры проведена обработка почвы гербицидом Прометрекс Фло в дозе 1,5 л/га. В фазе начала кущения проведена некорневая подкормка посевов однокомпонентными хелатами микроэлементов (Cu, Zn) в дозе 50 г/га д. в. и регулятором роста эпин в дозе 200 мл/га.

Купровет (Cuprovvetum,  $\text{NaCuH(edta)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где edta – этилендиаминтетраацетат,  $n = 0-2$ , является комплексонатом меди (II)). Препарат представляет собой однородный сыпучий порошок голубого цвета, хорошо растворимый в воде, без запаха. Содержание меди в хелатной форме в 1 г препарата составляет 0,17 г.

Цинковет (Zincovvetum,  $\text{NaZnH(edta)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где edta – этилендиаминтетраацетат,  $n = 0-2$ , является комплексонатом цинка). Препарат представляет собой однородный, сыпучий порошок белого цвета, хорошо растворимый в воде, без запаха. Содержание цинка в хелатной форме в 1 г препарата составляет 0,17 г. Производство ОАО «БелВет-Унифарм».

К уборке растения сорго сахарного достигли фазы цветения. Уборка посевов проводилась комбайном «Полесье-3000» 1 октября.

Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы до закладки опыта были следующие: гумус – 1,65–1,67 %;  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  – 6,4–6,5;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 181–190;  $\text{K}_2\text{O}$  – 185–195; Cu – 2,75–2,81; Zn – 1,85–1,90 мг/кг почвы. Почва среднекультуренная (ИО 0,7). Сумма активных температур воздуха в период вегетации (июнь – сентябрь) значительно превышала среднеголетнюю величину (1851,7 °С) и составила 2058,3 °С – в 2012 г., 2019,7 °С – в 2013 г., 2009,1 °С – в 2014 г., что подтверждает возможность возделывания сорго в условиях северо-востока Беларуси.

В результате исследований установлено, что обработка посевов микроэлементами и эпином способствовала повышению урожая зеленой массы сорго сахарного и улучшению ее качества.

Некорневая подкормка микроэлементами и регулятором роста в большинстве вариантов привела к увеличению урожайности зеленой массы сорго на 44,3–96,7 ц/га, сухого вещества – на 4,55–28,93 ц/га (табл. 14). На содержание сырого протеина данный прием существенно влияния не оказал, сильнее повлияло увеличение дозы азотных удобрений до 100 кг/га д. в. В результате применения микроудобрений и эпина на фоне 60 кг/га д. в. фосфора отмечено увеличение содержания жира в биомассе на 0,61 %. Кроме того, содержание клетчатки в сорго сахарном снизилось до пределов допустимых значений (22–27 %).

Таблица 14. Урожайность и качество биомассы сорго сахарного и рентабельность его возделывания в зависимости от условий питания (среднее за 2012–2014 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %	Сахар, %	Сахаро-протеиновое соотношение	Окупаемость 1 кг NPK кг зеленой массы	Рентабельность, %
	зеленой массы	сухого вещества								
Контроль	474,7	102,27	8,60	1,09	27,05	3,24	10,67	1,2:1	–	–
N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	557,4	123,54	10,92	1,70	29,08	3,09	11,10	1:1	34,5	15,6
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	644,5	152,24	10,79	1,37	28,05	3,43	13,81	1,3:1	65,3	60,5
N <sub>100</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	538,1	115,58	11,11	1,40	27,05	4,37	14,12	1,3:1	24,4	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	569,2	139,23	12,38	1,35	27,62	4,01	12,85	1:1	33,8	11,3
N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub> + Cu+Zn + эпин	654,1	152,07	10,50	1,15	27,15	3,95	16,08	1,5:1	74,8	62,6
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Cu+Zn + эпин	638,3	156,79	10,75	1,25	26,11	4,01	18,31	1,7:1	62,9	49,7
N <sub>100</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub> + Cu+Zn + эпин	601,4	144,51	11,34	1,40	25,98	3,98	16,02	1,4:1	48,7	30,1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Cu+Zn + эпин	613,5	149,20	12,19	1,96	26,22	4,65	14,75	1,2:1	49,6	31,1
HCP <sub>05</sub>	21,0		0,67	0,22	0,73	0,51	0,74			

Содержание растворимых углеводов возросло на 1,90–4,98 %, при этом увеличилось сахаропротеиновое соотношение (оптимальное 0,8–1,2:1). Максимальная окупаемость 1 кг НРК 1 кг зеленой массы (74,8 кг) и рентабельность (62,6 %) получены в варианте  $N_{80}P_{40}K_{120} + Cu + Zn +$  эпин.

Исходя из вышеприведенной информации, можно сделать вывод, что обработка посевов сорго раствором хелатных форм микроэлементов (Cu и Zn) и эпина позволяет повысить урожайность зеленой массы (до 654,1 ц/га), сухого вещества (до 156,79 ц/га) и улучшить качество полученной биомассы.

При возделывании сорго сахарного Славянское приусадебное на зеленую массу рекомендуются внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{100}P_{60}K_{120}$  и некорневая подкормка хелатами микроэлементов (Cu, Zn) в дозе 50 г/га д. в. и эпином в дозе 200 мл/га в фазе начала кушения.

### 3.6. Просо

Просо является важнейшей крупяной культурой, которая используется и как источник получения ценного продукта питания – пшена, и как кормовое растение. Получаемое из него пшено по питательной ценности не уступает многим другим крупам. Оно содержит 12 % белка, 81 % крахмала, 3,5 % жира и 0,15 % сахара. Очень важно, что биологическая ценность белка проса находится на уровне белков кукурузы, фасоли, арахиса, пшеничной муки.

Благодаря своим биологическим особенностям просо обладает засухоустойчивостью, хорошей отзывчивостью на улучшение агротехники, мелкосемянностью, скороспелостью, широкой амплитудой сроков сева, длительностью хранения семян, в силу чего оно является прекрасной страховой культурой в случае гибели посевов озимых или ранних яровых культур.

Интенсификация современного производства требует наиболее полного соблюдения технологии возделывания проса, важнейшим элементом которой является система удобрения. Правильное построение этой системы в конкретных условиях произрастания является одним из первых условий наивысшего проявления сортового потенциала культуры. Это дает возможность получения высокой урожайности с отличными качественными показателями.

Исследования с просом проводились на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2009–2011 гг. Объектом исследований

являлось просо сорта Галинка. Предшественником проса был овес. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м.

Содержание гумуса 1,59–1,68 %, подвижного фосфора и калия повышенное – 237–248 и 208–244 мг/кг соответственно, меди и цинка низкое – 1,33–1,35 и 2,92–3,01 мг/кг соответственно, реакция почвенного раствора характеризовалась от слабокислой ( $pH_{KCl}$  5,98) до близкой к нейтральной ( $pH_{KCl}$  6,11).

Изучались применение различных доз азотного питания и способы их внесения, а также на их фоне влияние различных инкрустационных составов на урожайность и качество зерна проса. В качестве минеральных удобрений применялись карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий, которые вносились под предпосевную культувацию. В варианте  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  часть азота (30 кг/га) вносилась в подкормку в фазе 6–7 листьев (начало выхода в трубку). Для инкрустации семян применялись различные формы микроудобрений в хелатной форме: Купровет в дозе 900 г/т, Цинковет – 900 г/т и в виде солей: сульфат меди – 600 г/т, сульфат цинка – 700 г/т. Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводился регулятор роста эпин в дозе 80 мл/т.

Применение различных доз азотных удобрений проводилось на фоне  $P_{60}K_{90}$  и давало достоверную прибавку во всех вариантах. При внесении дозы азота 90 кг/га прибавка урожайности зерна проса составила 10,9 ц/га, при окупаемости 1 кг NPK килограммами зерна 6,6. Дробное внесение дозы  $N_{90}$  ( $N_{60+30}$ ) снижало прибавку урожая зерна проса до 9,5 ц/га, а также снижалась и окупаемость 1 кг NPK килограммами зерна до 6,0.

Применение микроудобрений при инкрустации семян проса было эффективным и способствовало увеличению урожайности от 1,8 до 5,2 ц/га. Наибольшее влияние на урожайность зерна проса оказало применение хелатной формы меди на фоне  $N_{90}P_{60}K_{90}$ , где была отмечена самая высокая прибавка от применения меди – 5,2 ц/га, а также самая высокая прибавка от применения NPK – 21,1 ц/га. Это позволило получить в этом варианте самую высокую урожайность – 44,0 ц/га и окупаемость 1 кг NPK килограммами зерна – 10,0. Также следует отметить, что применение микроэлементов в виде солей для инкрустации семян проса было также эффективным, однако уступало по прибавке урожая хелатным формам микроудобрений.

Дополнительное введение эпина в инкрустационный состав на фоне  $N_{60}P_{60}K_{90}$  как совместно с хелатными формами микроудобрений, так и с солями способствовало увеличению урожайности.

Лучшее сочетание эпина наблюдалось с хелатными формами меди и цинка, где прибавка от их внесения составила 5,3 ц/га при урожайности зерна проса 39,9 ц/га (табл. 15). Их совместное действие способствовало лучшему поглощению и усвоению основных элементов питания, что объясняется увеличением урожайности от применения NPK с 11,7 до 17,0 ц/га по сравнению с фоновым вариантом. Благодаря этому окупаемость 1 кг NPK килограммами зерна возросла до 8,1.

Таблица 15. Влияние удобрений на урожайность зерна проса (2009–2011 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га, при применении				Окупаемость 1 кг NPK кг зерна
		NPK	N	Cu-Zn	Cu + Zn + эпин	
1. Без удобрений	22,9					
2. $P_{60}K_{90}$	27,9	5,0				3,3
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	34,6	11,7	6,7			5,6
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$	38,8	15,9	10,9			6,6
5. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$	37,4	14,5	9,5			6,0
6. $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.)	37,7	14,8		3,1		7,0
7. $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.)	44,0	21,1		5,2		10,0
8. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O$	36,4	13,5		1,8		6,4
9. $N_{90}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O$	42,0	19,1		3,2		8,0
10. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.) + эпин	39,9	17,0			5,3	8,1
11. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O + ZnSO_4 \cdot 7H_2O +$ эпин	39,1	16,2			4,5	7,7
$NCP_{05}$	1,2–1,5					

Расчет экономической эффективности показал, что все варианты опыта с применением удобрений на просе были рентабельны. Наибольший чистый доход был получен при применении хелатной формы меди на фоне  $N_{90}P_{60}K_{90}$ , который составил 663,2 тыс. руб. при рентабельности 93,6 %.

Самая высокая рентабельность от применения микроудобрений была получена также в варианте с хелатной формой меди, но на фоне  $N_{60}P_{60}K_{90}$ , которая составила 118,6 % (табл. 16).

Совместное применение микроудобрений и регулятора роста на фоне  $N_{60}P_{60}K_{90}$  позволило увеличить рентабельность до 126 % в варианте с применением хелатных форм микроэлементов и до 107 % в варианте с применением солей.

На основании полученных результатов в данных почвенно-климатических условиях рекомендуется в производственных посевах проса при выращивании на зерно применять фон минерального питания на уровне  $N_{90}P_{60}K_{90}$  совместно с обработкой семян до посева инкрустационным составом, содержащим медь в форме соли или в виде хелатных форм. Использование данной системы применения удобрений позволит получить урожайность зерна проса на уровне 42–44 ц/га с окупаемостью 1 кг NPK 8–10 кг зерна и рентабельностью 85,3–93,6 %.

Таблица 16. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании проса на зерно (по ценам 2010 г.)

Вариант опыта	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб.	Всего затрат с учетом накладных расходов (22 %), тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. $P_{60}K_{90}$	5,0	325,0	260,2	64,8	24,9
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	11,7	760,5	418,2	342,3	81,9
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$	15,9	1033,5	512,2	521,3	101,8
5. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$	14,5	942,5	502,0	440,5	87,7
6. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.)	14,8	962,0	440,0	522,0	118,6
7. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.)	21,1	1371,5	708,3	663,2	93,6
8. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O$	13,5	877,5	467,8	409,7	87,6
9. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O$	19,1	1241,5	669,9	571,6	85,3
10. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.) + эпин	17,0	1105,0	489,0	616,0	126,0
11. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O + ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ + эпин	16,2	1053,0	508,6	544,4	107,0

Для повышения экономической эффективности применения удобрений при возделывании проса на зерно также рекомендуется на фоне минерального питания  $N_{60}P_{60}K_{90}$  проводить инкрустацию семян медью и цинком в форме солей или в виде хелатных форм совместно с регулятором роста растений эпин. Это позволит получить урожайность зерна проса на уровне 39,1–39,9 ц/га с рентабельностью 107–126 %.

### 3.7. Рапс яровой

Рапс (*Brassica napus oleifera* D. C.) относится к семейству Капустные (*Brassicaceae*). Это одна из перспективных маслично-белковых культур мира. В настоящее время в развитых странах наблюдается

закономерная тенденция увеличения потребления растительных масел и роста производства масличных культур, среди которых ведущая роль принадлежит рапсу.

Исключение селекционным путем антипитательных веществ – эруковой кислоты в масле и глюкозинолатов в шроте (жмыхе) – позволило использовать растительное масло рапса не только на технические, но и на пищевые цели, а его шрот в качестве высокобелковой кормовой добавки в кормлении животных и даже птицы. Рапсовый жмых (шрот) современных низкоглюкозинолатных сортов по кормовым достоинствам, аминокислотному и минеральному составу близок к соевому и льняному.

Увеличение сбора маслосемян рапса в Беларуси позволит решить в определенной степени две продовольственные проблемы: во-первых, рапсовое масло является дешевым источником диетического растительного масла, пригодного для питания населения республики; во-вторых, рапсовый шрот является ценным белковым концентратом для балансирования рационов животных, хорошо сбалансированным по аминокислотному составу, близким по питательности к соевому.

В 2013 г. посевные площади под яровым рапсом составляли более 120 тыс. га.

Исследования по изучению влияния препаратов, содержащих микроэлементы Адоб-Мн (1,6 л/га), ЭКОЛИСТ МОНО Марганец (1 л/га), ЭКОЛИСТ МОНО Бор (1 л/га), Адоб-Zn (1,6 л/га), проводились в 2012–2014 гг. в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Объектом исследований являлся сорт рапса ярового Гедемин. Предшественником была яровая пшеница. Методика закладки и проведения исследований общепринятая. Общая площадь делянки 36 м<sup>2</sup>, учетная – 24,7 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

В опытах применялись удобрения: мочевины (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8 % N), хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), Адоб-Zn (6,2 % Zn, 2,6 % N), Адоб-Мн (15,3 % Mn, 2,8 % Mg, 9,8 % N), ЭКОЛИСТ МОНО Бор (151 г/л В), ЭКОЛИСТ МОНО Марганец (N – 42 г/л; S – 69,5 г/л; Mn – 158 г/л). Препараты применялись в фазе бутонизации с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га.

В почве опытного участка отмечено среднее содержание гумуса (1,6–1,8 %), повышенное содержание подвижных форм фосфора (154–170 мг/кг) и калия (270–280 мг/кг), среднее содержание кальция (1020–

1036 мг/кг), повышенное содержание магния (194–212 мг/кг), среднее и высокое – бора (0,7–0,9 мг/кг), низкое – серы (4,8–5,0 мг/кг), меди (1,1–1,4 мг/кг), цинка (2,5–2,8 мг/кг) и марганца (20–22 мг/кг). Реакция почвы была нейтральная (6,7–6,9).

В среднем за 3 года исследований урожайность ярового рапса при применении макроудобрений составила 20,9 ц/га, что выше контрольного варианта, где не применялись удобрения, на 7,6 ц/га.

При применении Адоб-Мп и ЭКОЛИСТ МОНО Марганец прибавка к фону составила соответственно 2,6 и 2,7 ц/га, урожайность была на уровне 23,5 и 23,6 ц/га соответственно (табл. 17).

Таблица 17. Влияние минеральных удобрений и микроудобрений на урожайность семян рапса ярового

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК кг семян	Масличность семян в среднем за 3 года, %
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее				
1. Контроль (без удобрений)	16,9	11,4	11,6	13,3	–	–	6,0	38,71
2. N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> (фон)	19,8	21,3	21,5	20,9	7,6	–	9,5	41,27
3. Фон + Адоб-Мп	21,6	23,8	25	23,5	10,2	2,6	10,7	41,82
4. Фон + ЭКОЛИСТ МОНО Марганец	21,3	24,3	25,1	23,6	10,3	2,7	10,7	41,85
5. Фон + ЭКОЛИСТ МОНО Бор	22,0	26,3	30,3	26,2	12,9	5,3	11,9	43,27
6. Фон + Адоб-Zn	20,9	23,9	25,2	23,3	10,0	2,4	10,6	42,04
НСР <sub>05</sub>	1,1	1,5	1,0	0,7				

После опрыскивания посевов рапса препаратом Адоб-Zn урожайность была на уровне 23,3 ц/га, что на 2,4 ц/га выше, чем при применении только макроэлементов.

Наибольшая урожайность на фоне минеральных удобрений достигнута при применении препарата ЭКОЛИСТ МОНО Бор (26,2 ц/га), прибавка к фону составила 5,3 ц/га, а к контролю – 12,9 ц/га.

Рекомендуемая технологическая схема применения удобрений в течение вегетационного периода для рапса ярового приведена в табл. 18.

Таблица 18. Рекомендуемая технология применения удобрений при возделывании рапса ярового

Форма удобрений	Дозы удобрений	Сроки применения
Мочевина, аммофос, хлористый калий	N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	До посева
ЭКОЛИСТ МОНО Бор	1 л/га	Некорневое внесение в фазе бутонизации (расход рабочего раствора 200 л/га)

### 3.8. Редька масличная

Редька масличная (*Raphanus sativus* L. var. *oleifera* Metzg.) относится к семейству Капустные (Крестоцветные) – *Brassicaceae* (*Cruciferae*).

Как масличное растение она является одной из старейших культур, произрастающих в Азии. В Европе как масличная культура возделывается только в некоторых странах.

В России в середине XIX в. в связи с развитием маслобойной промышленности редька масличная считалась перспективной культурой из-за способности давать высокие урожаи семян. По сбору масла она значительно превосходит горчицу белую. Но из-за трудностей обмолота и отсутствия хороших молотилок эта ценная культура не получила широкого распространения, хотя семенная продуктивность ее во многих случаях была выше, чем у подсолнечника, а выращивание растений обходилось значительно дешевле. В настоящее время возделывание редьки масличной на семена является перспективным направлением в Республике Беларусь.

Исследования по изучению влияния препаратов, содержащих микроэлементы Адоб-Мп (1,6 л/га), ЭКОЛИСТ МОНО Марганец (1 л/га), ЭКОЛИСТ МОНО Бор (1 л/га), Адоб-Zn (1,6 л/га), проводились в 2012–2014 гг. в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком.

Объектом исследований являлся сорт редьки масличной Сабина. Предшественником была яровая пшеница. Методика закладки и проведения исследований общепринятая.

Общая площадь делянки 36 м<sup>2</sup>, учетная – 24,7 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

В опытах применялись удобрения: мочевина (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8 % N), хлористый калий (60 %

K<sub>2</sub>O), Адоб-Zn (6,2 % Zn, 2,6 % N), Адоб-Mn (15,3 % Mn, 2,8 % Mg, 9,8 % N), ЭКОЛИСТ МОНО Бор (151 г/л В), ЭКОЛИСТ МОНО Марганец (N – 42 г/л; S – 69,5 г/л; Mn – 158 г/л). Препараты применялись в фазе бутонизации с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га.

В почве опытного участка отмечено среднее содержание гумуса (1,6–1,8 %), повышенное содержание подвижных форм фосфора (154–170 мг/кг) и калия (270–280 мг/кг), среднее содержание кальция (1020–1036 мг/кг), повышенное содержание магния (194–212 мг/кг), среднее и высокое – бора (0,7–0,9 мг/кг), низкое – серы (4,8–5,0 мг/кг), меди (1,1–1,4 мг/кг), цинка (2,5–2,8 мг/кг) и марганца (20–22 мг/кг). Реакция почвы была нейтральная (6,7–6,9).

В среднем за 3 года исследований урожайность редьки масличной при применении макроудобрений составила 25,5 ц/га, что выше контрольного варианта, где не применялись удобрения, на 11,9 ц/га. Это свидетельствует о том, что редька масличная очень отзывчива на применение минеральных удобрений (табл. 19).

Таблица 19. Влияние минеральных удобрений и микроудобрений на урожайность семян редьки масличной

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК кг семян	Масличность семян в среднем за 3 года, %
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее				
1. Контроль (без удобрений)	17,2	11,2	12,5	13,6	–	–	6,2	29,09
2. N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> (фон)	23,8	25,3	27,3	25,5	11,9	–	11,6	30,35
3. Фон + Адоб-Mn	25,3	26,3	28,6	26,7	13,1	1,2	12,1	32,21
4. Фон + ЭКОЛИСТ МОНО Марганец	25,1	26,5	28,8	26,8	13,2	1,3	12,2	32,09
5. Фон + ЭКОЛИСТ МОНО Бор	26,1	31,8	33,9	30,6	17,0	5,1	13,9	33,29
6. Фон+Адоб-Zn	25,1	26,4	29,1	26,9	13,3	1,4	12,2	33,02
НСР <sub>05</sub>	0,89	1,14	0,79	0,6				

При применении Адоб-Mn и ЭКОЛИСТ МОНО Марганец прибавка к фону составила 1,2 и 1,3 ц/га соответственно, урожайность была на уровне соответственно 26,7 и 26,8 ц/га. После обработки посевов редьки масличной препаратом Адоб-Zn урожайность была на уровне

26,9 ц/га, что на 1,4 ц/га выше, чем при применении только минеральных удобрений.

Наибольшая урожайность на фоне минеральных удобрений достигнута при применении препарата ЭКОЛИСТ МОНО Бор (30,6 ц/га), прибавка к фону составила 5,1 ц/га.

Рекомендуемая технологическая схема применения удобрений в течение вегетационного периода для редьки масличной приведена в табл. 20.

Таблица 20. Рекомендуемая технология применения удобрений при возделывании редьки масличной

Форма удобрений	Дозы удобрений	Сроки применения
Мочевина, аммофос, хлористый калий	$N_{120}P_{40}K_{60}$	До посева
ЭКОЛИСТ МОНО Бор	1 л/га	Некорневое внесение в фазе бутонизации (расход рабочего раствора 200 л/га)

### 3.9. Горчица белая

Горчица белая (*Sinapis alba* L.) относится к семейству Капустные (Крестоцветные) – *Brassicaceae* (*Cruciferae*). Она имеет разветвленный стебель, который, как ее листья и плоды, покрыт густыми желтыми волосками. Он достигает высоты 1,5 м. Горчица развивает мощную корневую систему, которая может проникать на глубину 2,5–3,0 м. Это позволяет ей даже в засушливые годы использовать запасы почвенной влаги.

По данным Института физиологии растений Российской академии наук установлено, что у горчицы белой имеется на корнях множество клубеньков, обогащающих почву азотом.

Потребление питательных веществ из почвы, накопление их в растениях и вынос с урожаем находятся в прямой зависимости с продуктивностью посевов, которая во многом определяется обеспеченностью полевых культур элементами минерального питания.

Исследования по изучению влияния препаратов, содержащих микроэлементы Адоб-Мп (1,6 л/га), ЭКОЛИСТ МОНО Марганец (1 л/га), ЭКОЛИСТ МОНО Бор (1 л/га), Адоб-Zn (1,6 л/га), проводились в 2012–2014 гг. в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном су-

глинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Объектом исследований являлся сорт горчицы белой Елена. Предшественником была яровая пшеница. Методика закладки и проведения исследований общепринятая. Общая площадь делянки 36 м<sup>2</sup>, учетная – 24,7 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

В опытах применялись удобрения: мочевины (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8 % N), хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), Адоб-Zn (6,2 % Zn, 2,6 % N), Адоб-Mn (15,3 % Mn, 2,8 % Mg, 9,8 % N), ЭКОЛИСТ МОНО Бор (151 г/л В), ЭКОЛИСТ МОНО Марганец (N – 42 г/л; S – 69,5 г/л; Mn – 158 г/л). Препараты применялись в фазе бутонизации с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га.

В почве опытного участка отмечено среднее содержание гумуса (1,6–1,8 %), повышенное содержание подвижных форм фосфора (154–170 мг/кг) и калия (270–280 мг/кг), среднее содержание кальция (1020–1036 мг/кг), повышенное содержание магния (194–212 мг/кг), среднее и высокое – бора (0,7–0,9 мг/кг), низкое – серы (4,8–5,0 мг/кг), меди (1,1–1,4 мг/кг), цинка (2,5–2,8 мг/кг) и марганца (20–22 мг/кг). Реакция почвы была нейтральная (6,7–6,9).

В среднем за 3 года исследований урожайность горчицы белой при применении макроудобрений составила 18,6 ц/га, что выше контрольного варианта, где не применялись удобрения, на 9,1 ц/га. Это свидетельствует о том, что горчица белая очень отзывчива на применение минеральных удобрений (табл. 21).

Таблица 21. Влияние минеральных удобрений и микроудобрений на урожайность семян горчицы белой

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК кг семян	Масличность семян в среднем за 3 года, %
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее				
1. Контроль (без удобрений)	10,3	8,9	9,3	9,5	–	–	4,3	21,78
2. N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> (фон)	14,2	21,0	20,7	18,6	9,1	–	8,5	22,87
3. Фон + Адоб-Mn	15,9	23,9	24,7	21,5	12,0	2,9	9,8	24,42
4. Фон + ЭКОЛИСТ МОНО Марганец	15,5	24,1	25,5	21,7	12,2	3,1	9,9	23,74
5. Фон + ЭКОЛИСТ МОНО Бор	16,3	25,6	27,0	23,0	13,5	4,4	10,5	24,39
6. Фон + Адоб-Zn	15,2	23,2	25,6	21,3	11,8	2,7	9,7	24,84
НСР <sub>05</sub>	1,46	1,43	0,98	0,74				

При применении Адоб-Мп, ЭКОЛИСТ МОНО Марганец и Адоб-Zn прибавка к фону составила соответственно 2,9; 3,1 и 2,7 ц/га, урожайность была на уровне 21,5; 21,7 и 21,3 ц/га соответственно. Наибольшая урожайность на фоне минеральных удобрений достигнута при применении препарата ЭКОЛИСТ МОНО Бор (23,0 ц/га), прибавка к фону составила 4,4 ц/га, а прибавка к контрольному варианту – 13,5 ц/га.

Рекомендуемая технологическая схема применения удобрений в течение вегетационного периода для горчицы белой приведена в табл. 22.

Таблица 22. Рекомендуемая технология применения удобрений при возделывании горчицы белой

Форма удобрений	Дозы удобрений	Сроки применения
Мочевина, аммофос, хлористый калий	N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	До посева
ЭКОЛИСТ МОНО Бор	1 л/га	Некорневое внесение в фазе бутонизации (расход рабочего раствора 200 л/га)

#### 4. ПРАВИЛА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ И РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА

Внесение микроэлементов в почву в виде удобрений предусматривается только на почвах с низкой обеспеченностью этими элементами питания (1-я группа); на среднеобеспеченных почвах (2-я группа) применять их рекомендуется путем обработки семян и некорневых подкормок; на высокообеспеченных (3-я группа) или при избыточном содержании (4-я группа) внесение микроэлементов должно быть исключено.

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

При приготовлении рабочих растворов с многокомпонентными растворами микроудобрений емкость опрыскивания заполняют водой до половины и в нее добавляют составляющие в нижеуказанной по-

следовательности при работе опрыскивателя в режиме перемешивания:

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

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

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

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

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

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

При внесении удобрений необходимо постоянно следить за шириной захвата опрыскивателя. Недопустимо наличие необработанных полос на стыках двух смежных проходов, а также двукратная обработка растений, так как это может вызвать их ожоги. Не рекомендуется проводить подкормку при температуре выше 20 °С, а также после дождя, так как в результате смешивания капель КАС с водой увеличива-

ется площадь контакта удобрения с листом, что ведет к повышению вероятности ожогов. Для снижения ожогового действия обработку КАС лучше проводить после 15 часов, так как в вечерние часы и ночью азот поглощается медленнее. Во избежание сильных ожогов растений КАС необходимо разбавлять водой 1:3 и более. При приготовлении баковых смесей следует строго выдерживать рекомендуемые дозы азота, микроэлементов, пестицидов, регуляторов роста. Баковые смеси готовят непосредственно перед внесением и хорошо перемешивают. В зависимости от дозы расход баковой смеси составляет 250–400 л/га.

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

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

Опрыскивание посевов водными растворами регуляторов роста с помощью штанговых тракторных опрыскивателей проводят при безветренной погоде. Не допускается опрыскивание посевов перед возможным выпадением осадков. Значительное влияние на эффективность регуляторов роста оказывают сроки проведения опрыскивания посевов на протяжении дня. Наиболее эффективным является опрыскивание утром до 11 и вечером после 17–18 часов.

Опрыскивание посевов производится водными растворами из расчета 200–300 л/га в период вегетации штанговыми тракторными опрыскивателями марок ОП-2000, ОП-2000А, ОП-2000-16 и др.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Роль микроэлементов в жизни растений и основы их применения.....	4
2. Физиологическая роль регуляторов роста растений.....	9
3. Применение микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур.....	11
3.1. Яровая пшеница.....	11
3.2. Пивоваренный ячмень.....	15
3.3. Овес.....	20
3.4. Люпин узколистый.....	24
3.5. Сорго.....	28
3.6. Просо.....	32
3.7. Рапс яровой.....	35
3.8. Редька масличная.....	38
3.9. Горчица белая.....	40
4. Правила приготовления и применения рабочих растворов с микроэлементами и регуляторами роста.....	42

Производственно-практическое издание

**Вильдфлуш** Игорь Робертович  
**Персикова** Тамара Филипповна  
**Саскевич** Павел Александрович и др.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ  
И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Рекомендации

Редактор *Е. В. Ширалиева*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *Л. С. Разинкевич*

Подписано в печать 31.12.2015. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,24.  
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.