

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

КОМИТЕТ ПО СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ
И ПРОДОВОЛЬСТВИЮ МОГИЛЕВСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ
МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ,
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА
И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

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

Горки
БГСХА
2017

УДК 630*232.322.4
ББК 40.40
О60

*Утверждено коллегией Комитета по сельскому хозяйству
и продовольствию Могилевского облисполкома.
Постановление № 32-2 от 11 июля 2017 г.
Рекомендовано Научно-техническим советом БГСХА.
Протокол № 3 от 15 марта 2017 г.*

Авторы:

доктора сельскохозяйственных наук, профессора
И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, П. А. Саскевич;
председатель комитета по сельскому хозяйству
и продовольствию *О. И. Чикида;*
кандидаты сельскохозяйственных наук,
доценты *А. С. Мастеров, О. И. Мишура;*
ассистенты *Е. Л. Ионас, И. В. Полховская, О. В. Малашевская;*
аспиранты *Н. В. Барбасов, Д. И. Романцевич*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук *А. А. Запрудский;*
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. М. Комаров*

О60 Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро-, микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов : рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2017. – 34 с.

Изложены результаты исследований по эффективности различных систем удобрения ячменя, гороха, картофеля, гречихи, редьки масличной. Приведена характеристика, дозы, способы применения макро-, микро- и новых форм комплексных удобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов. Дана 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 630*232.322.4
ББК 40.40

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2017

ВВЕДЕНИЕ

Рациональная система применения удобрений является основным фактором формирования величины и качества урожая сельскохозяйственных культур, повышения плодородия почв. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур возможно только при сбалансированном применении всех элементов питания в расчетных дозах и в наиболее ответственные стадии развития растений.

В настоящее время повышенное внимание уделяется разработке и внедрению в производство ресурсосберегающих систем удобрений сельскохозяйственных культур. Большие возможности в этом направлении представляются при использовании новых форм комплексных удобрений, специализированных для различных сельскохозяйственных культур, содержащих макро- и микроэлементы в сбалансированных количествах.

По сравнению с простыми формами минеральных удобрений комплексные удобрения позволяют оптимизировать питание растений и снизить затраты на их применение. Разработан ряд новых форм микроудобрений в хелатной и органо-минеральной форме, эффективность которых существенно выше, чем простых солей.

Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста приобретает актуальное значение в связи с тем, что они повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам и позволяют существенно увеличить урожайность при минимальных затратах. Большой интерес представляет использование полученных в последнее время комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста, эффективность которых слабо изучена при возделывании зерновых и зернобобовых культур, а также картофеля в северо-восточном регионе Беларуси. Использование комплексных препаратов позволит снизить затраты на применение средств химизации.

Следует также принимать во внимание, что сорта различных сроков созревания отличаются по темпам потребления элементов питания, поэтому разработке системы удобрения следует рассматривать сортовые особенности сельскохозяйственных культур.

Высокоэффективное природопользование на основе разумного сочетания хозяйственных потребностей общества с требованиями охраны природы предполагает оптимизацию применения азотных удобре-

ний с целью увеличения доли биологического азота в урожае. В настоящее время арсенал бактериальных удобрений значительно расширился. Микробиологические препараты нового поколения отличаются сложным количественным и качественным составом, комплексностью действия на растения, эффективностью поддержания почвы в биологически активном состоянии.

Обладающие способностью фиксировать азот атмосферы бактериальные препараты осуществляют трансформацию труднорастворимых фосфатов почвы в более доступную форму, стимулируют рост растений.

Новые формы комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок, микроудобрения в хелатной форме, регуляторы роста и комплексные препараты на основе микроэлементов и регуляторов роста, бактериальные препараты позволяют оптимизировать питание растений, разработать высокоэффективную систему удобрения, уменьшить действие неблагоприятных метеорологических условий на формирование урожая сельскохозяйственных культур.

1. ЯЧМЕНЬ

Ячмень – важная продовольственная, кормовая и техническая культура. Зерно ячменя содержит 10–12 % сырого протеина, 2,3–2,5 % жира, 2,5–2,8 % золы, 72–80 % без азотистых экстрактивных веществ. В белке ячменя содержится весь набор незаменимых аминокислот, включая особо дефицитные – лизин и триптофан. Из зерна ячменя производят перловую и ячневую крупы, солодовые экстракты и другие пищевые продукты. Основная масса производимого зерна ячменя (около 70 %) в нашей стране расходуется на нужды животноводства. 1 кг зерна содержит 80–100 г переваримого белка и 1,15–1,18 к. ед. Зерно ячменя – важнейшее сырье для пивоваренной промышленности.

Преимуществом ячменя в агротехническом отношении является в большинстве случаев более короткий вегетационный период и меньшая потребность в азоте. Ячмень быстро освобождает занятые площади, которые можно использовать для посева пожнивных культур или качественной подготовки почвы для озимой ржи.

Яровой ячмень занимает 568 тыс. га (2015 г.), что составляет 22 % от площади всех зерновых культур в республике. Учитывая пересев погибшего озимого ячменя и других озимых культур, уборочная площадь ярового ячменя в республике редко бывает менее 600 тыс. га.

Полевые опыты с ячменем проводились в 2015–2016 годах в УНЦ «Опытные поля БГСХА», изучалась эффективность применения новых форм комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок для яровых зерновых культур, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста, новых жидких комплексных микроудобрений с регуляторами роста при возделывании раннеспелого сорта ячменя Батька.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком: среднее содержание гумуса (1,6–1,7 %) и общего азота (0,19–0,2 %), повышенную обеспеченность подвижным фосфором (195–203 мг/кг) и калием (200–208 мг/кг), среднее содержание подвижной меди (1,80–1,91 мг/кг) и цинка (3,52–3,95 мг/кг), слабокислую реакцию (pH_{KCl} 5,73–5,96).

В опытах применялись карбамид (N – 46 %), аммофос (N – 10–12 %, P_2O_5 – 46–52 %), хлористый калий (60 %). Из комплексных удобрений для основного внесения использовали новое комплексное удобрение марки N:P:K (16:11:20) с 0,15 % Cu и 0,10 % Mn, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Для не-

корневых подкормок использовали комплексные удобрения израильского производства Нутривант плюс (N (6 %), P₂O₅ (23 %), K₂O (35 %), MgO (1 %), B (0,1 %), Zn (0,2 %), Cu (0,25 %), Fe (0,05 %), Mo (0,002 %)), Кристалон особый, производимый в Нидерландах (N (18 %), P₂O₅ (18 %), K₂O (18 %), MgO (3 %), B (0,025 %), Zn (0,025 %), Cu (0,01 %), Fe (0,07 %), Mo (0,004 %), Mn (0,04 %), S (5,0 %)), Кристалон коричневый, производимый в Нидерландах (N (3 %), P₂O₅ (18 %), K₂O (38 %), MgO (4 %), B (0,025 %), Zn (0,025 %), Cu (0,01 %), Fe (0,07 %), Mo (0,004 %), Mn (0,04 %), S (27,5 %)), микроудобрения Адоб-Су (6,43 % меди в хелатной форме, 9 % азота и 3 % магния) и ЭлеГум-Медь (гуминовых веществ – 10 г/л и меди – 50 г/л), комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л (медь – 78,0 г/л, азот – 65,0 г/л, гуминовые вещества – 0,60–5,0 мг/л). Из регуляторов роста применяли Экосил – регулятор роста и индикатор иммунитета растений. Действующее вещество – сумма тритерпеновых кислот. Препаративная форма – 5%-ная водная эмульсия тритерпеновых кислот и Фитовитал (водорастворимый концентрат), д. в.: янтарная кислота, 5 г/л; сопутствующие компоненты: комплекс микроэлементов – Mg, Cu, Fe, Zn, B, Mn, Mo, Co, Li, Br, Al, Ni.

Комплексным удобрением Нутривант плюс было проведено две обработки: первая – в фазе кущения в дозе 2 кг/га, вторая – в фазе начала выхода в трубку в дозе 2 кг/га. Применялся Кристалон двух видов: особый – в фазе кущения в дозе 2 кг/га, коричневый – в фазе начала выхода в трубку в дозе 2 кг/га, а также Адоб Медь в фазе начала выхода в трубку в дозе 0,8 л/га. ЭлеГум-Медь и МикроСтим-Медь Л вносились в той же фазе, что и Адоб Медь в дозе 1 л/га. В фазе начала выхода в трубку на ячмене применялись регулятор роста Экосил в дозе 75 мл/га и Фитовитал в дозе 0,6 л/га.

Подкормка ячменя проводилась карбамидом в фазе начала выхода в трубку.

Применение удобрений по сравнению с неудобренным вариантом способствовало существенному повышению урожайности зерна ячменя (табл. 1). Применение медьсодержащих удобрений МикроСтим-Медь Л, ЭлеГум-Медь и Адоб Медь в фазе начала выхода в трубку на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ повышало урожайность зерна ячменя сорта Батька в среднем за два года исследований на 6,2; 9,5 и 5,1 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 12,9; 14,3 и 12,5 кг зерна соответственно.

Двукратная обработка посевов ячменя удобрением Кристалоном в фазе кущения и выхода в трубку обеспечивала прибавку к фону 5,6 ц/га, окупаемость 1 кг НРК при этом составила 12,4 кг зерна. Использование

Нутривант плюс в фазе кушения и в фазе выхода в трубку на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ обеспечивало прибавку урожайности зерна на 3,6 ц/га.

Таблица 1. Влияние макро- и микроудобрений и регуляторов роста на урожайность раннеспелого сорта ярового ячменя Батька

Вариант	Урожайность, ц/га		Среднее	Окупаемость 1 кг NPK зер- на, кг
	2015 г.	2016 г.		
Без удобрений	28,1	28,2	28,2	–
$N_{60}P_{60}K_{90}$	37,7	50,1	43,9	7,5
$N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	48,5	57,4	53,0	10,3
$N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ в фазе начала выхода в трубку – фон 2	50,7	65,1	57,9	9,6
Фон 1 + Адоб Медь в фазе начала выхода в трубку	55,4	60,8	58,1	12,5
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	52,7	60,5	56,6	11,8
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	54,9	61,1	58,0	12,4
Фон 1 + Экосил в фазе начала выхода в трубку	53,2	61,6	57,4	12,2
АФК с микроэлементами в дозе, эквивалентной $N_{90}P_{60}K_{90}$	58,1	61,0	59,6	13,1
Фон 1 + ЭлеГ ум-Медь в фазе начала выхода в трубку	61,8	63,2	62,5	14,3
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л1 в фазе начала выхода в трубку	53,8	64,5	59,2	12,9
Фон 1 + Фитовитал в фазе начала выхода в трубку	57,9	60,0	58,0	12,4
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л1 в фазе начала выхода в трубку	60,9	71,5	66,2	12,3
НСР ₀₅	1,5	3,4	1,8	–

Обработка посевов ярового ячменя регулятором роста Экосил по сравнению с фоновым вариантом $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивало урожайность зерна у раннеспелого сорта ячменя Батька на 4,4 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 12,2 кг зерна соответственно. Применение регулятора роста Фитовитал на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивало урожайность зерна ячменя на 5,0 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 12,2 кг зерна соответственно.

Использование нового комплексного удобрения для основного внесения (АФК с Cu и Mn) по сравнению с внесением в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{60}K_{90}$) стандартных удобрений (карбамид, аммофос, хлористый калий) увеличивало урожайность зерна ячменя на 6,6 ц/га, окупаемость 1 кг NPK зерна составила в данном варианте 13,1 кг. Максимальная урожайность зерна – 66,2 ц/га получена при дробном внесе-

нии азота в дозе $N_{80} + N_{40}$ и повышенных дозах фосфора и калия (70 и 120 кг д. в.) в сочетании с некорневой подкормкой МикроСтим-Медь Л.

Наибольшее содержание сырого белка – 12,8 %, наблюдалось в варианте с применением МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ карб. В этом же варианте был и максимальный выход сырого белка – 7,4 ц/га (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро- и микроудобрений и регуляторов роста на качество зерна ярового ячменя (среднее за 2015–2016 годы)

Вариант	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/дм ³
Без удобрений	8,8	2,1	50,3	475,4
$N_{60}P_{60}K_{90}$	9,5	3,7	53,7	507,7
$N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	10,2	4,9	54,5	518,4
$N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ в фазе начала выхода в трубку – фон 2	11,4	5,6	56,2	520,8
Фон 1 + Адоб Медь в фазе начала выхода в трубку	10,3	5,0	55,1	528,0
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	10,3	5,0	55,6	531,0
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	10,9	5,5	55,4	532,4
Фон 1 + Экосил в фазе начала выхода в трубку	11,4	5,6	55,5	538,4
АФК с микроэлементами в дозе, эквивалентной $N_{90}P_{60}K_{90}$	11,0	6,4	55,1	540,9
Фон 1 + ЭлеГум-Медь в фазе начала выхода в трубку	12,3	6,3	56,0	542,7
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку	12,2	6,2	55,8	543,6
Фон 1 + Фитовитал в фазе начала выхода в трубку	11,8	6,0	55,8	554,6
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку	12,8	7,4	57,7	558,4
НСР ₀₅	1,3	0,6	0,36	10,6

Наиболее высокие значения массы 1000 зерен были в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ карб. (57,7 г) и ЭлеГум-Медь на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ (56,0 г). Максимальная натура зерна (558,4 г/дм³) отмечена в варианте с некорневой подкормкой МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ карб.

Наибольшая рентабельность была достигнута в варианте с обработкой посевов ЭлеГум-Медь на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ – 48,3 % (табл. 3). Однако прибыль в данном варианте не была наивысшей. Максимальная

прибыль получена в варианте с применением МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ карб. – 214,6 руб.

Таблица 3. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании ячменя (в среднем за 2015–2016 годы)

Вариант опыта	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость прибавки, руб.	Всего дополнительных затрат, руб.	Прибыль, руб.	Рентабельность, %
Без удобрений	–	–	–	–	–
$N_{60}P_{60}K_{90}$	15,7	341,6	282,9	58,8	20,8
$N_{90}P_{60}K_{90}$ – фон 1	24,8	506,1	371,2	134,8	36,3
$N_{80}P_{70}K_{120} + N_{40}$ в фазе начала выхода в трубку – фон 2	29,7	597,4	464,9	132,5	28,5
Фон 1 + Адоб Медь в фазе начала выхода в трубку	29,9	601,1	422,9	178,2	42,4
Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	28,4	573,7	435,6	138,1	31,7
Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	29,8	599,3	447,9	151,4	33,8
Фон 1 + Экосил в фазе начала выхода в трубку	29,2	588,3	414,5	173,8	41,9
ДФК с микроэлементами в дозе, эквивалентной $N_{90}P_{60}K_{90}$	31,4	577,3	400,2	177,1	44,3
Фон 1 + ЭлеГум-Медь в фазе начала выхода в трубку	34,3	635,8	428,8	207,0	48,3
Фон 1 + МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку	31,7	506,1	385,7	120,4	31,2
Фон 1 + Фитовитал в фазе начала выхода в трубку	29,8	615,7	430,7	185,0	43,0
Фон 2 + МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку	38,0	757,0	542,4	214,6	39,6

Таким образом, для получения высоких урожаев зерна ячменя (60–65 ц/га) можно использовать две схемы применения удобрений.

При первой схеме до посева под культивацию вносится $N_{90}P_{60}K_{90} +$ ЭлеГум-Медь в фазе начала выхода в трубку в дозе 1 л/га (расход рабочего раствора – 200 л/га).

Вторая технологическая схема предусматривает внесение под культивацию $N_{80}P_{70}K_{120}$ в форме карбамида, аммофоса и хлористого калия, подкормку в фазе начала выхода в трубку N_{40} в форме карбамида и некорневую подкормку МикроСтим-Медь Л в дозе 1 л/га (расход рабочего раствора – 200 л/га).

2. ГОРОХ

В настоящее время горох является одной из наиболее распространенных зернобобовых культур. В Республике Беларусь максимальная посевная площадь гороха была отмечена в 1998 г. и составила 166,9 тыс. га. Однако в последние годы посевные площади под чистыми и смешанными посевами гороха в нашей стране стабилизировались на уровне 80–100 тыс. га.

Ценность гороха заключается в его универсальности. Он может использоваться в пищевом, кормовом, техническом и агротехническом направлениях. В семенах гороха в зависимости от сорта и погодных условий содержится 2–2,5 % жира, 20–30 % белка, 55–65 % безазотистых экстрактивных веществ, 4–5 % клетчатки. Кроме того, в них содержится большой набор минеральных компонентов: 6–7 г/кг фосфора и калия, 50–60 мг/кг железа, 10–23 мг/кг марганца, 9–11 меди, 34–38 цинка, 4–6 молибдена, 6–8 бора, 0,2–0,4 мг/кг кобальта и других микроэлементов. Также в них присутствует широкий спектр ферментов – амилаза, мальтаза, редуктаза, каталаза и витаминов – В₁, В₂, В₆, РР, К, С, Е и каротин.

Благодаря мощно развитой корневой системе и ее симбиозу с клубеньковыми бактериями, горох способен на 70–80 % обеспечивать себя азотом и накапливать его в почве до 150 кг/га для последующих культур. В связи с этим горох имеет большое агротехническое значение и является одним из лучших предшественников для зерновых, пропашных, овощных и других сельскохозяйственных культур.

Территория Беларуси относится к зоне, благоприятной для возделывания гороха по климатическим условиям. Поэтому существует возможность получения достаточно высокого урожая гороха при четком соблюдении всех правил и требований технологии возделывания культуры, системы удобрений и интегрированной системы защиты от вредных организмов.

Первоочередной задачей оптимизации минерального питания растений является сбалансированное соотношение элементов питания с учетом уровня плодородия почв. В настоящее время разработаны новые формы комплексных удобрений для зернобобовых культур для почв разного уровня плодородия, которые содержат в одной грануле макро- (азот, фосфор, калий) и микроэлементы (бор, молибден и др.) и гарантируют получение высокого урожая с хорошими технологическими качествами.

Целью исследований является изучение влияния новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество полевого гороха сорта Зазерский усатый и посевного сорта Миллениум.

Опыты с горохом проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Норма высева семян 1,5 миллионов всхожих семян на 1 га. Предшественником гороха был овес.

До посева гороха использовали аммофос, хлористый калий и карбамид, новое комплексное удобрение для зернобобовых культур марки 6-21-32 с 0,16 % В и 0,09 % Мо.

В фазе бутонизации проводились некорневые подкормки борной кислотой и молибдатом аммония в дозе 50 г В и 40 г Мо. В фазе бутонизации применялась и некорневая подкормка микроудобрением Адоб-В в дозе 0,33 л/га, а также обработка посевов регулятором роста Экосил (75 мл/га).

Обработка посевов гороха комплексным препаратом МикроСтим-Бор (содержит в 1 л 5 г азота, 150 г бора, 0,6–8,0 мг/л гуминовых веществ) производилась в фазе бутонизации. Применялись две обработки комплексным удобрением Кристалон (Нидерланды). Первая подкормка в фазе выбрасывания усов проводилась 2 кг/га Кристалоном желтым марки 13-40-13, который содержит наряду с азотом, фосфором и калием бор (0,025 %), медь (0,01 %), железо (0,07 %), марганец (0,04 %), молибден (0,004 %), цинк (0,025 %). Вторая подкормка Кристалоном особым марки 18-18-18 + 3MgO (бор – 0,025 %, медь – 0,01 %, железо – 0,07 %, марганец – 0,04 %, молибден – 0,004 %, цинк – 0,025 %) проводилась в дозе 2 кг/га в фазе начала образования бобов.

2.1. Горох полевой

Почва опытного участка, на котором проводились опыты с горохом Зазерский усатый, по годам исследований имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,4–6,1), низкое и среднее содержание гумуса (1,21–1,70 %), повышенное и высокое содержание подвижного фосфора (225–291 мг/кг), среднее и повышенное – подвижного калия (186–238 мг/кг), низкое и среднее – подвижной меди (1,19–2,20 мг/кг) и низкое – цинка (2,8–2,9 мг/кг).

Минеральные удобрения существенно повышали урожайность семян гороха. Внесение до посева $N_{10}P_{40}K_{60}$ увеличивало урожайность семян по сравнению с контролем в среднем за 2014 и 2015 годы – на 12,8 ц/га (табл. 4). Достаточно высокой была в этом варианте и окупаемость 1 кг НРК семян, которая составила в среднем за 2 года 11,5 кг. Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{30}P_{75}K_{120}$ способствовало дальнейшему повышению урожайности семян гороха, но при этом несколько снижалась окупаемость 1 кг НРК семян (табл. 4).

Применение до посева АФК с В и Мо для зернобобовых культур по сравнению с вариантом с эквивалентными дозами азота, фосфора и калия, внесенных в форме аммофоса и хлористого калия, повысило урожайность семян гороха в среднем за 2014–2015 годы на 3,5 ц/га.

Существенно повышалась урожайность семян при подкормках микроэлементами бором при использовании жидких микроудобрений Адоб-В и МикроСтим-Бор. Урожайность семян в этих вариантах опыта в среднем за 2014–2015 годы возрастала по сравнению с фоном $N_{18}P_{63}K_{96}$ на 4,4 и 4,0 ц/га. При двукратной обработке посевов гороха комплексным удобрением Кристалон урожайность семян по сравнению с фоновым вариантом возросла на 5,9 ц/га.

Весьма эффективным было и применение регулятора роста Экосила, под влиянием которого урожайность семян гороха в среднем за 2 года возросла по сравнению с фоном $N_{18}P_{63}K_{96}$ на 4,3 ц/га (табл. 4).

Таблица 4. Влияние макро- и микроудобрений и регуляторов роста на урожайность семян гороха и содержание в них сырого белка и массу 1000 семян (в среднем за 2014–2015 годы)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК семян, кг	Масса 1000 семян, г	Сырой белок, %
Без удобрений	16,4	–	–	–	190,7	22,3
$N_{10}P_{40}K_{60}$	29,2	12,8	–	11,5	205,8	23,0
$N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	32,9	16,5	–	9,3	209,5	23,3
$N_{30}P_{75}K_{120}$	34,6	18,2	–	8,1	209,7	24,0
$N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	36,4	20,0	–	11,3	215,2	24,5
Фон + В и Мо	34,8	18,4	1,9	10,4	212,6	24,9
Фон + Адоб-В	37,2	20,8	4,4	11,7	211,5	24,2
Фон + Кристалон (особый + желтый)	38,8	22,4	5,9	12,6	213,4	24,5
Фон + Экосил	37,1	20,7	4,3	11,7	212,8	24,2
Фон + МикроСтим-Бор	36,9	20,5	4,0	11,6	211,3	24,7
НСР ₀₅	1,5	–	–	–	–	1,3

Наиболее высокая урожайность семян гороха (36,4–38,8 ц/га) и окупаемость 1 кг НРК семян (11,3–12,6 кг) отмечены в вариантах с применением АФК с В и Мо, Адоб-В, Кристалона и регулятора роста Экосила на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$.

Применение удобрений по сравнению с неудобренным контролем способствовало увеличению массы 1000 семян гороха. Однако существенных различий между удобренными вариантами по массе 1000 семян гороха не отмечено (табл. 4). Применение удобрений повышало содержание сырого белка в семенах гороха. Некорневая подкормка борными и молибденовыми удобрениями и МикроСтимом-Бором по сравнению с вариантом $N_{18}P_{63}K_{96}$ повышали содержание сырого белка в семенах гороха на 1,6 и 1,4 % соответственно.

На посевах гороха оптимальной дозой минеральных удобрений была $N_{18}P_{63}K_{96}$ в совокупности с некорневой подкормкой Кристалоном, а также с МикроСтимом-Бором и регулятором роста Экосилом. В среднем за 2 года урожайность семян в этих вариантах составила 37,1–38,8 ц/га и содержание сырого белка 24,2–24,5 %.

Сбор сырого белка был наибольшим в вариантах с обработкой посевов на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ комплексным препаратом на основе бора и регулятора роста МикроСтим-Бор и удобрения Кристалон, который составил в среднем за 2 года 7,84 и 7,92 ц/га. В этих вариантах опыта был самым большим и выход переваримого протеина (табл. 5).

Таблица 5. Влияние удобрений и регуляторов роста на сбор сырого белка, переваримого протеина и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином у гороха (среднее за 2014–2015 годы)

Вариант	Выход, ц/га к. ед.	Сбор сырого белка, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином, г
Без удобрений	23,0	3,17	2,73	118
$N_{10}P_{40}K_{60}$	40,9	5,89	5,06	124
$N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	46,0	6,59	5,67	124
$N_{30}P_{75}K_{120}$	48,5	7,16	6,16	127
$N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	51,0	7,64	6,57	129
Фон + В и Мо	48,7	7,43	6,39	132
Фон + Адоб-В	52,2	7,78	6,69	128
Фон + Кристалон (особый + желтый)	54,3	7,92	6,82	126
Фон + Экосил	52,0	7,73	6,65	128
Фон + МикроСтим-Бор	51,6	7,84	6,74	131

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была приведена выше в вариантах с применением некорневых подкормок МикроСтимом-Бором и микроэлементами бором и молибденом на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ в фазе бутонизации. В этих вариантах опыта обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в среднем за 2014 и 2015 годы составила 131 и 132 г соответственно.

Таким образом, экономические методы позволяют дифференцированно подходить к определению эффективности удобрений с учетом природных, организационных и технологических факторов: почвенно-климатических условий, доз, видов, форм удобрений, отзывчивости на них культур и сортов и других факторов.

Применение удобрений во всех вариантах опыта было рентабельным и обеспечивало получение прибыли (табл. 6).

Таблица 6. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста при возделывании гороха (среднее за 2014–2015 годы)

Вариант	Прибавка, т/га	Стоимость прибавки, долл. США/га	Затраты на получение прибавки, долл. США/га	Прибыль, долл. США/га	Рентабельность, %
Без удобрений	–	–	–	–	–
$N_{10}P_{40}K_{60}$	1,28	172,8	70,2	102,6	146
$N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	1,65	222,8	100,2	122,6	122
$N_{30}P_{75}K_{120}$	1,82	245,7	113,6	132,1	116
$N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	2,00	270	175,4	94,6	54
Фон + В и Мо	1,84	248,4	114,5	133,9	117
Фон + Адоб-В	2,08	280,8	120,1	160,7	133
Фон + Кристалон (особый + желтый)	2,24	302,4	149,6	152,8	102
Фон + Экосил	2,07	275,4	122,7	152,7	124
Фон + МикроСтим-Бор	2,05	276,8	118,8	158,0	132

Более высоким чистый доход 158,0–160,7 долл. США/га был в вариантах с применением МикроСтима-Бора и Адоб-В на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$. В этих вариантах была и одна из самых высоких рентабельность (132–133 %). Несколько ниже эти показатели были при применении Адоб-В и Экосила на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$. Чистый доход при использовании Экосила составил 152,7 долл. США/га при рентабельности 124 %. Рентабельность при применении АФК с В и Мо была ниже, чем в других вариантах, в связи с высокими ценами на данное удобрение. Наибольшая рентабельность применения удобрений (146 %) от-

мечена в варианте с применением самых низких доз удобрений ($N_{10}P_{40}K_{60}$). Однако чистый доход (102,6 долл. США/га) был существенно ниже, чем в большинстве других удобряемых вариантах.

Более урожайными вариантами в опыте были варианты с двукратной обработкой в дозе 2 кг Кристаллоном (особый + желтый), применением микроудобрения Адоб-В и регулятора роста Экосил, которые обеспечивали урожайность семян 38,5; 37,8 и 37,1 ц/га и сбор переваримого протеина 6,82; 6,69 и 6,65 ц/га соответственно.

Повышалась экономическая эффективность применения удобрений при некорневых подкормках гороха микроэлементами. По показателям экономической эффективности оптимальными варианты были с внесением до посева $N_{18}P_{63}K_{96}$ с обработкой посевов микроудобрением Адоб-В и комплексным микроудобрением с регулятором роста Микро-Стим-Бор, где получена максимальная прибыль при достаточно высокой рентабельности.

2.2. Горох посевной

Опыты с горохом посевным сорта Миллениум проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва опытного участка за годы исследований имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 6,2–6,4), среднее содержание гумуса (1,5–1,7 %), повышенное и высокое содержание подвижного фосфора (197–233 мг/кг), среднее и повышенное – подвижного калия (172–223 мг/кг).

Минеральные удобрения существенно повышали урожайность семян гороха (табл. 7).

Таблица 7. Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество семян гороха (среднее за 2015–2016 годы)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Окупаемость 1 кг НРК семян, кг	Масса 1000 се- мян, г	Сырой белок, %
	2015 г.	2016 г.	сред- нее			
1	2	3	4	5	6	7
Без удобрений	21,3	25,1	23,2	–	208,1	24,8
$N_{10}P_{40}K_{60}$	28,5	27,3	27,9	4,3	214,0	24,9
$N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	32,4	30,1	31,3	4,6	226,1	25,3
$N_{30}P_{75}K_{120}$	34,0	32,3	33,2	4,4	223,3	25,0
$N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	38,1	36,0	37,1	7,8	232,9	25,6

1	2	3	4	5	6	7
Фон + В и Мо	35,3	34,3	34,8	6,5	225,0	25,7
Фон + Адоб-В	36,1	34,6	35,4	6,8	227,9	25,6
Фон+ Кристалон	38,0	35,8	36,9	7,7	232,3	25,1
Фон + Экосил	37,6	34,9	36,4	7,4	228,3	26,3
Фон + МикроСтим-Бор	37,0	34,7	35,9	7,2	228,6	25,0
НСР ₀₅	1,5	1,9	1,2	–	1,1	0,8

Внесение до посева $N_{10}P_{40}K_{60}$ увеличивало урожайность семян по сравнению с контролем на 4,6 ц/га, а $N_{18}P_{63}K_{96}$ – на 8,1 ц/га. Достаточно высокой была в этих вариантах и окупаемость 1 кг НРК семян, которая составила в среднем за 2 года 7,9 и 6,5 кг.

Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{30}P_{75}K_{120}$ способствовало дальнейшему повышению урожайности семян гороха, но при этом несколько снижалась окупаемость 1 кг НРК семян. Применение до посева АФК с В и Мо для зернобобовых культур по сравнению с вариантом с эквивалентными дозами стандартных удобрений, повышало урожайность семян гороха на 5,8 ц/га по сравнению с контролем.

Эффективными оказались некорневые подкормки микроэлементом бором при использовании жидких микроудобрений Адоб-В и МикроСтим-Бор. Урожайность семян в этих вариантах опыта возрастала по сравнению с фоном $N_{18}P_{63}K_{96}$ на 4,1 и 4,6 ц/га. При двукратной обработке посевов гороха комплексным удобрением Кристалон (Нидерланды) урожайность семян по сравнению с фоновым вариантом возросла на 5,7 ц/га. Наиболее высокая урожайность семян гороха (37,1–36,9 ц/га) и окупаемость 1 кг НРК семян (7,8–7,7 кг) отмечена в вариантах с применением АФК с В и Мо и Кристалона (Нидерланды) на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$.

Применение удобрений по сравнению с неудобренным контролем способствовало увеличению массы 1000 семян гороха и содержания сырого белка в семенах гороха. Обработки посевов Экосилом, Адобом-В и микроэлементами В и Мо, а также внесение комплексного удобрения (АФК с В и Мо) до посева по сравнению с контрольным вариантом повышали содержание сырого белка в семенах гороха.

Максимальный выход сырого белка отмечен в вариантах на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ с обработкой посевов Экосилом и внесением комплексного удобрения НРК с В и Мо, который составил 8,2 ц/га. В этих вариантах опыта был самым большим и выход переваримого протеина (табл. 8).

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была

выше в вариантах с применением микроэлементов бора и молибдена – АФК с В и Мо, N₁₈P₆₃K₉₆ + В и Мо, N₁₈P₆₃K₉₆ + Адоб-В, а также Экосила в фазе бутонизации. В этих вариантах опыта обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином составила от 136 до 140 г соответственно.

Таблица 8. Влияние удобрений и регуляторов роста на кормовую ценность гороха (среднее за 2015–2016 годы)

Вариант	Выход, ц/га к. ед.	Сбор сырого белка, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином, г
Без удобрений	32,5	4,9	4,2	131
N ₁₀ P ₄₀ K ₆₀	39,1	6,0	5,2	132
N ₁₈ P ₆₃ K ₉₆ – фон	43,8	6,8	5,9	134
N ₃₀ P ₇₅ K ₁₂₀	46,4	7,2	6,2	133
N ₁₈ P ₆₃ K ₉₆ (АФК с В и Мо)	51,9	8,2	7,0	136
Фон + В и Мо	48,7	7,7	6,6	136
Фон + Адоб-В	49,5	7,8	6,7	136
Фон+ Кристалон	51,7	8,0	6,9	133
Фон + Экосил	50,8	8,2	7,1	140
Фон + МикроСтим-Бор	50,2	7,7	6,6	132

Для определения прибыли предварительно рассчитывалась стоимость прибавки урожая, полученной за счет применения удобрений и регуляторов роста и затраты на их применение, а также уборку и доработку полученного прироста урожая. Стоимость всей полученной прибавки и прибыль рассчитаны в ценах на 01.03.2017 г., выражены в долларах США и позволяют определить более выгодные варианты систем удобрения (табл. 9).

Таблица 9. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста при возделывании гороха сорта Миллениум (среднее за 2015–2016 годы)

Вариант	Прибавка, т/га	Стоимость прибавки, долл. США	Затраты на получение прибавки, долл. США	Прибыль, долл. США	Рентабельность, %
1	2	3	4	5	6
N ₁₀ P ₄₀ K ₆₀	0,47	58,8	43,4	15,4	35,5
N ₁₈ P ₆₃ K ₉₆ – фон	0,81	101,3	72,4	28,9	39,9

1	2	3	4	5	6
$N_{30}P_{75}K_{120}$	1,00	125,0	86,5	38,9	45,0
$N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	1,39	173,8	138,3	35,5	25,7
Фон + В и Мо	1,16	145,0	92,1	52,9	57,4
Фон + Адоб-В	1,22	152,5	91,8	60,7	66,1
Фон+ Кристалон	1,37	171,3	120,9	50,4	41,7
Фон + Экосил	1,31	163,8	97,6	66,2	67,8
Фон + МикроСтим-Бор	1,27	158,8	93,1	65,7	70,6

Более высокими прибыль и рентабельность были при внесении на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ МикроСтима-Бора и Экосила. Несколько ниже эти показатели были при применении Адоб-В и В и Мо на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$. Рентабельность при применении АФК с В и Мо была ниже, чем в других вариантах, в связи с высокими ценами на данное удобрение.

Обработка посевов гороха регулятором роста существенно повышала прибыль. Так, при использовании Экосила и прибыль и рентабельность составили 66,2 долл. США и рентабельность – 67,8 %. Наибольшая рентабельность (70,6 %) при прибыли 65,7 долл. США была в варианте $N_{18}P_{63}K_{96}$ + МикроСтим-Бор. Таким образом, по комплексу показателей при возделывании посевного гороха оптимальными были варианты с применением регулятора роста Экосил и комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим-Бор на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$.

Результаты исследований с посевным горохом сорта Миллениум свидетельствуют о том, что внесение до посева $N_{18}P_{63}K_{96}$ в форме аммофоса и хлористого калия и применение в фазе бутонизации регулятора роста растений Экосил (75 мл/га) и комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим-Бор (0,33 л/га) на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ является эффективным и высокорентабельным приемом повышения урожайности при минимальных затратах.

3. КАРТОФЕЛЬ

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь. За последние пять лет (2012–2016 годы) эта культура возделывалась в Беларуси в зависимости от года на площади 294,6–335,2 тыс. га, с урожайностью 194–208 ц/га. Относительно невысокий урожай картофеля связан с рядом причин: применение низких

репродукций семенного материала, недостаточная и несвоевременная защита растений от вредных организмов, низкое плодородие почв, потери при уборке. В системе мероприятий, способствующих повышению урожайности картофеля, наиболее важными факторами для данной культуры являются сбалансированное использование удобрений с применением микроэлементов, а также потенциальные возможности сорта, которые могут раскрыться в том случае, если с помощью соответствующих агротехнических приемов будут созданы условия, отвечающие его биологическим требованиям.

Целью проведенных исследований являлась разработка рациональной системы удобрения для картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси, обеспечивающей высокую продуктивность и качество клубней, с применением новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, и комплексных препаратов на основе удобрений и регуляторов роста.

Исследования проводили в 2014–2016 годах на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». В качестве объекта выступал новый среднеранний сорт картофеля Манифест, внесен в Государственный реестр РБ в 2014 г. Предшественниками картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки – 25,2 м², учетной – 16,8 м², повторность в опыте – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Посадку картофеля проводили в 2014 г. – 12 мая, в 2015 и 2016 годах – 6 мая, четырехрядной картофелесажалкой КСМ-4, семенными клубнями 35–55 мм. Глубина посадки составляла 8–10 см. Способ посадки – гребневой.

Почва опытного участка имела низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), кислую и слабокислую реакцию почвенной среды (рН_{KCl} 5,1–5,8), высокое содержание подвижных форм фосфора (262–318 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (173,3–214,5 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,54–2,13 мг/кг), среднее содержание подвижного цинка (3,06–4,52 мг/кг).

Под культивацию использовали стандартные формы минеральных удобрений, а также новые формы комплексных удобрений для основного внесения в эквивалентных дозах по азоту, фосфору и калию (N₉₀P₆₈K₁₃₅). В опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O). Из комплексных удобрений для основного внесения использовали азотно-фосфорно-калийное

(далее – АФК) удобрение марки N:P:K (16:12:24) с содержанием 0,12 % В, 0,15 % Cu и 4,0 % S, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, а также комплексное бесхлорное органоминеральное гранулированное удобрение для картофеля с содержанием макро- и микроэлементов и регулятором роста (N – 6,0 %, P₂O₅ – 8,0 %, K₂O – 9,0 %, MgO – 2,0 %, Fe – 0,07 %, Mn – 0,1 %, Cu – 0,01 %, В – 0,025 %, массовая доля гуминовых соединений – 2,0 %), производимое в России.

Для некорневой подкормки использовали израильское комплексное водорастворимое удобрение Нутривант плюс (картофельный) с содержанием (N₀ + P₄₃ + K₂₈ + Mg₂ + B_{0,5} + Mn_{0,2} + Zn_{0,2} + фертивант), которое вносили по вегетирующим растениям в дозах по 2,5 кг/га в фазе смыкания ботвы и в фазе бутонизации – конец цветения. В опытах применяли белорусское жидкое комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Бор, Cu включающее (N – 65 г/л, В – 40 г/л, Cu – 40 г/л, гуминовые вещества – 0,6–6,0 мг/л) в дозе 1,3 л/га в фазе начала бутонизации. Агротехника возделывания картофеля – общепринятая для условий Могилевской области. Анализы почвы и растительных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Учет урожая проводили сплошным поделяночным методом.

Уход за посадками картофеля состоял из трехкратных междурядных обработок культиватором-окучкой с интервалом 10 дней. За период вегетации картофеля были внесены гербициды до всходов и по всходам культуры, а также проводились фунгицидные и инсектицидные обработки.

Применение азотных и фосфорных удобрений (N₉₀P₆₈) увеличивало урожайность клубней картофеля сорта Манифест по сравнению с неудобренным контролем на 6,8 т/га. Внесение калийных удобрений (K₁₃₅) в форме хлористого калия на фоне N₉₀P₆₈ способствовало возрастанию урожайности клубней на 2,9 т/га (табл. 10).

Внесение до посадки бесхлорного АФК удобрения и хлорсодержащего по действию на урожайность клубней было равнозначным и повышало урожайность по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий (N₉₀P₆₈K₁₃₅) в форме стандартных удобрений, на 10,3 и 8,9 т/га. Окупаемость 1 кг NPK клубней при внесении бесхлорного и хлорсодержащего АФК удобрения по сравнению с применением стандартных удобрений возросла на 35 и 30 кг.

Внесение до посадки картофеля N₉₀P₆₈K₁₃₅ и N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ по сравнению с неудобренным контролем повысило урожайность клубней в

среднем за три года на 9,7 и 15,3 т/га, окупаемость – 1 кг NPK 33 и 48 кг клубней.

Таблица 10. Влияние новых форм комплексных удобрений на урожайность картофеля сорта Манифест

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожая, т/га		Окупаемость 1 кг д. в. NPK удобрений урожаем клубней, кг
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	к контролю	к фону	
Без удобрений (контроль)	29,8	24,6	22,4	25,6	–	–	–
N ₉₀ P ₆₈	34,9	33,7	28,6	32,4	6,8	–	43
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ – фон 1	38,0	35,2	32,7	35,3	9,7	–	33
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее удобрение)	41,8	49,1	41,7	44,2	18,6	–	63
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – бесхлорное удобрение)	42,0	50,3	44,4	45,6	20,0	–	68
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₃₀ – фон 2	44,3	40,5	37,8	40,9	15,3	–	48
Фон 2 + МикроСтим-Бор, Си	46,2	44,2	42,9	44,4	18,8	3,5	59
Фон 2 + Нутривант плюс	50,6	52,6	46,8	50,0	24,4	9,1	76
N ₁₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Нутривант плюс	48,3	45,7	43,7	45,9	20,3	–	55
HCP ₀₅	1,9	2,8	2,4	1,4	–	–	–

Максимальная продуктивность картофеля (50,0 т/га) была получена от некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀. В этом варианте прибавка урожайности к фону составила 9,1 т/га, а окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней 76 кг.

При использовании Нутриванта плюс на фоне более высоких доз удобрений (N₁₃₀P₉₀K₁₅₀) урожайность картофеля и окупаемость 1 кг NPK кг клубней снизились и составили 45,9 т/га и 55 кг соответственно.

Обработка посадок комплексным удобрением МикроСтим-Бор, Си на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ по действию уступала применению Нутриванта плюс. В этом варианте опыта прибавка от внесения МикроСтима-Бора, Си составила к фону 3,5 т/га при окупаемости 1 кг NPK клубней 59 кг.

В среднем за три года исследований максимальное количество крахмала в клубнях картофеля у сорта Манифест было получено при внесении бесхлорного АФК удобрения (17,3 %), что было выше фона, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий

(N₉₀P₆₈K₁₃₅) в форме стандартных удобрений, на 0,7 %. Выход крахмала в этом варианте составил 7,9 т/га (табл. 11).

Таблица 11. Влияние новых форм комплексных удобрений на качество клубней картофеля сорта Манифест (среднее за 2014–2016 годы)

Вариант опыта	Содержание крахмала, %	Выход крахмала, т/га	Содержание сухого вещества, %	Вита-мин С, мг/100 г	Сырой протеин, % на сухое вещество
Без удобрений (контроль)	16,6	4,3	23,8	19,4	5,20
N ₉₀ P ₆₈	16,4	5,3	22,7	17,7	6,51
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ – фон 1	16,6	5,9	22,8	17,2	7,86
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее удобрение)	16,7	7,4	23,8	20,0	7,36
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – бесхлорное удобрение)	17,3	7,9	25,1	18,3	6,90
N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₃₀ – фон 2	16,6	6,8	23,8	17,4	8,12
Фон 2 + МикроСтим-Бор, Си	16,7	7,4	23,8	17,3	7,51
Фон 2 + Нутривант плюс	17,0	8,5	24,4	22,7	7,21
N ₁₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Нутривант плюс	16,5	7,6	23,5	19,3	8,47
HCP ₀₅	0,2	–	1,0	1,1	0,25

Использование Нутриванта плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ повысило содержание крахмала в клубнях картофеля на – 0,4 % и обеспечило максимальный выход крахмала – 8,5 т/га.

Внесение хлорсодержащего АФК удобрения и применение МикроСтима-Бора, Си не изменило содержание крахмала в клубнях картофеля по сравнению с фоном. Выход крахмала в этих вариантах опыта составил 7,4 т/га.

Некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне повышенных доз удобрений N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ снизила содержание крахмала по сравнению с использованием Нутриванта плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ на 0,5 % и его выход на 0,9 т/га.

Наибольшее содержание сухого вещества было получено при внесении бесхлорного АФК удобрения (25,1 %), что было выше фона, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий (N₉₀P₆₈K₁₃₅) в форме стандартных удобрений, на 2,3 % и с применением Нутриванта плюс (24,4 %), превышая фон (N₁₂₀P₇₀K₁₃₀) на 0,6 %.

Внесение хлорсодержащего АФК удобрения по сравнению с внесением в эквивалентной дозе по азоту, фосфору и калию (N₉₀P₆₈K₁₃₅) карбамида, аммофоса и хлористого калия увеличивало содержание

сухого вещества на 1,0 %. При использовании МикроСтива-Бора, Си содержание сухого вещества в клубнях находилось на уровне фона.

Некорневая подкормка Нутривантом плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ снижала содержание сухого вещества по сравнению с применением Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ на 0,9 %.

Наибольшее содержание витамина С в клубнях картофеля было получено в варианте с использованием Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$ (22,7 мг%), увеличив содержание витамина С к фону на 5,3 мг%.

Внесение до посадки хлорсодержащего и бесхлорного АФК удобрения по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, повышало количество витамина С в клубнях на 2,8 и 1,1 мг%.

Применяемые новые формы комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок и комплексного препарата на основе удобрений и регуляторов роста не способствовали увеличению сырого протеина в клубнях картофеля сорта Манифест.

Расчет экономической эффективности применения удобрений показал, что в удобряемых вариантах получена прибыль при рентабельности от 187 до 558 % (табл. 12).

Таблица 12. Экономическая эффективность применения новых форм комплексных удобрений при возделывании картофеля сорта Манифест (среднее за 2014–2016 годы)

Вариант опыта	Прибавка к контролю, т/га	Стоимость прибавки урожая, долл. США/га	Всего затрат, долл. США/га	Прибыль, долл. США/га	Рентабельность, %
Без удобрений (контроль)	–	–	–	–	–
$N_{90}P_{68}$	6,8	829,6	146,6	683,0	466
$N_{90}P_{68}K_{135}$ – фон 1	9,7	1183,4	205,1	978,3	477
$N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК – хлорсодержащее удобрение)	18,6	2269,2	375,6	1893,6	504
$N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК – бесхлорное удобрение)	20,0	2440,0	849,3	1590,7	187
$N_{120}P_{70}K_{130}$ – фон 2	15,3	1866,6	292,7	1573,9	538
Фон 2 + МикроСтим-Бор, Си	18,8	2293,6	353,9	1939,7	548
Фон 2 + Нутривант плюс	24,4	2976,8	452,2	2524,6	558
$N_{130}P_{90}K_{150}$ + Нутривант плюс	20,3	2476,6	407,2	2069,4	508

Максимальная прибыль (2524,6 долл. США/га) при рентабельности 558 % была получена при применении Нутриванта плюс на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$. Достаточно высокая прибыль (1939,7 долл. США/га) при рентабельности 548 % была в варианте с использованием МикроСтима-Бора, Си на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$, а также (2069,4 долл. США/га) при рентабельности 508 % с применением Нутриванта плюс на фоне повышенных доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$. В вариантах с внесением до посадки бесхлорного и хлорсодержащего АФК удобрения прибыль составила 1590,7 и 1893,6 долл. США/га при рентабельности 187 и 504 % соответственно.

Для получения урожайности картофеля 500 ц/га на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси рекомендуется применять следующую схему применения удобрений в течение вегетационного периода (табл. 13).

Таблица 13. Рекомендуемая технологическая схема применения удобрений под картофель для получения урожайности 500 ц/га

Дозы удобрений	Форма удобрений	Срок применения
$N_{120}P_{70}K_{130}$	Карбамид, аммофос, хлористый калий	До посадки
2,5 кг/га	Нутривант плюс (картофельный)	Двукратное некорневое внесение в фазе смыкания ботвы и в фазе бутонизации – конец цветения (расход рабочего раствора – 200 л/га)

4. ГРЕЧИХА

В Республике Беларусь гречиха является одной из ведущих крупных культур. Она содержит значительно больше белка по сравнению с рисовой, пшеничной, овсяной и перловой. Белки крупы-ядрицы легко усваиваются организмом человека и характеризуются хорошей сбалансированностью по составу аминокислот. Кроме того, гречиха единственная в нашей стране зерновая культура, содержащая рутин, необходимый для нормальной работы сердечно-сосудистой системы и который организм человека не способен вырабатывать самостоятельно.

В структуре посевных площадей сельскохозяйственных культур за последние 10 лет гречиха занимает всего лишь 0,2–0,8 % при фактической урожайности 1,3–1,5 т/га. Стабилизировать валовые сборы зерна гречихи можно двумя путями: расширением площадей и (или) повышением урожайности. Последнее предполагает использование новых сортов и совершенствование питания растений путем определения

наиболее оптимального сочетания доз азотных, фосфорных и калийных удобрений совместно с необходимыми микроэлементами, прежде всего бором, а также внедрением в производство регуляторов роста и биологических препаратов.

Исследования по изучению влияния применения различных доз макроэлементов, бора, регулятора роста эпин и бактериальных препаратов Ризобактерина и Фитостимифоса в посевах гречихи сорта Лакнея проводились в 2012–2014 годах в полевых опытах на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Пахотный горизонт опытного участка по годам исследований характеризовался слабокислым и близкой к нейтральной (pH_{KCl} 5,6–6,2) реакцией почвенной среды, содержанием общего азота (0,08–0,12 %), низким содержанием гумуса (1,21–1,48 %), повышенной и высокой обеспеченностью подвижными формами фосфора (245,6–276,0 мг/кг) и повышенной обеспеченностью подвижного калия (224,5–284,3 мг/кг), средним содержанием бора (0,4–0,7 мг/кг).

В качестве основного удобрения под гречиху с осени вносились аммофос (12 % N, 50 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O), весной – карбамид (46 % N). В качестве микроудобрений использовалась борная кислота, в качестве регулятора роста – эпин. Предпосевная обработка семян согласно схеме опыта проводилась методом инкрустации семян эпином (4–5 мл/т 0,025%-ного раствора) и борной кислотой (300 г/т) с добавлением 8 л/т семян воды и 0,2 кг NaKMЦ. В фазе ветвления – начало бутонизации производилась обработка посевов эпином (80 мл/га 0,025%-ного раствора) и борной кислотой (0,5 кг/га) с добавлением 200 л/га воды. Также для предпосевной обработки семян использовались бактериальные препараты Ризобактерин (ТУ РБ 03535144.004-97, номер государственной регистрации 10-0036) и Фитостимифос (ТУ РБ 100289066.022-2002, номер государственной регистрации 014876/01) в расчете 200 мл инокулянта на гектарную норму семян гречихи (2%-ный раствор). Обработка производилась за день до посева (согласно рекомендациям по применению препаратов Ризобактерин и Фитостимифос Института микробиологии НАН Беларуси).

Наиболее оптимальной дозой макроудобрений по годам исследований являлась $\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$, обеспечивающая получение средней урожайности зерна гречихи 17,2 ц/га (табл. 14).

Таблица 14. **Агрономическая эффективность макроэлементов, эпина, бора и биопрепаратов в посевах гречихи**

Вариант	Урожайность зерна, ц/га								
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее за 3 года	окупаемость 1 кг NPK, кг/га	к контролю		к фону	
						ц/га	%	ц/га	%
Контроль	13,1	12,9	12,5	12,8	0,0	0,0	0,0	–	–
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ – фон	17,5	20,8	19,2	19,2	3,3	6,4	50,0	–	–
N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	16,6	18,1	17,0	17,2	2,9	4,4	34,4	–	–
Фон + эпин (инкрустация семян)	18,2	21,2	19,8	19,7	3,5	6,9	53,9	0,5	2,6
Фон + В (инкрустация семян)	18,6	21,6	20,1	20,1	3,7	7,3	57,0	0,9	4,7
Фон + эпин + В (инкрустация семян)	18,7	22,4	20,8	20,6	4,0	7,8	60,9	1,4	7,3
Фон + эпин (обработка посевов)	17,4	21,5	20,2	19,7	3,5	6,9	53,9	0,5	2,6
Фон + В (обработка посевов)	17,6	22,3	20,6	20,2	3,8	7,4	57,8	1,0	5,2
Фон + эпин + В (обработка посевов)	17,8	23,9	22,0	21,2	4,3	8,4	65,6	2,0	10,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ризобактерин	17,7	21,1	19,3	19,4	4,4	6,6	51,6	0,2	1,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос	17,5	21,5	18,9	19,3	4,3	6,5	50,8	0,1	0,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ризобактерин + Фитостимифос	18,6	22,6	20,0	20,4	5,1	7,6	59,4	1,2	6,3
НСР ₀₅	0,8	0,9	0,6	0,4	–	–	–	–	–

Использование эпина как для обработки семян, так и посевов позволяет получить прибавку к фону в размере 0,5 ц/га (2,6 %) и повышает окупаемость 1 кг д. в. NPK на 0,2 кг зерна. Применение бора для инкрустации семян повышает урожайность зерна на 0,9 ц/га (4,7 %), для обработки посевов – на 1,0 ц/га (5,2 %). При использовании смеси росторегулятора и микроэлемента при инкрустации семян урожайность зерна растет на 1,4 ц/га (7,3 %), при обработке вегетирующих растений – на 2,0 ц/га (10,4 %), а окупаемость 1 кг д. в. NPK – на 0,7 и 1,0 кг зерна. При внесении N₄₅P₆₀K₉₀ и обработки посев в фазе ветвление – начало бутонизации была получена максимальная в среднем за 2012–2014 годы урожайность зерна гречихи в 21,2 ц/га.

Действие биопрепаратов проявляется при средних дозах удобрений, поэтому их эффективность изучалась при пониженных дозах внесения азота и фосфора. Применение Ризобактерина позволяет полу-

чить прибавку урожайности зерна на 2,2 ц/га (12,8 %), Фитостимифос – 2,1 ц/га (12,2 %). Наиболее эффективным приемом является инокуляция семян гречихи смесью биопрепаратов, что позволяет получить прибавку урожайности в размере 3,2 ц/га (18,6 %) (табл. 14).

При внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$ масса 1000 семян возросла на 1,13 г (4,1 %) по отношению к контролю и составила 28,9 г, пленчатость снизилась на 3,9 % (15,9 %), содержание белка в зерне увеличилось на 1,67 п. п. (16,0 %) (табл. 15).

Таблица 15. Влияние применения макроэлементов, эпина, бора и биопрепаратов на качественные показатели и рентабельность производства зерна гречихи (в среднем за 2012–2014 годы)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Пленчатость, %	Натура, г/л	Содержание белка, %	Рентабельность производства, %
Контроль	27,80	24,5	593	10,44	7,6
$N_{45}P_{60}K_{90}$ – фон	28,93	20,6	621	12,11	19,8
$N_{30}P_{30}K_{90}$	28,55	22,1	613	11,32	18,9
Фон + эпин (инкрустация семян)	29,03	20,5	626	12,68	22,0
Фон + В (инкрустация семян)	29,52	19,6	636	12,86	24,2
Фон + эпин + В (инкрустация семян)	29,53	19,5	636	12,99	26,4
Фон + эпин (обработка посевов)	28,96	20,6	623	12,72	9,8
Фон + В (обработка посевов)	29,43	19,6	633	13,03	22,5
Фон + эпин + В (обработка посевов)	29,45	19,4	636	13,09	17,1
$N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин	29,11	20,3	627	11,67	22,5
$N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	28,85	20,7	621	11,70	21,9
$N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин + Фитостимифос	29,38	19,4	633	11,98	27,7
НСР ₀₅	0,49	0,5	5	0,34	–

При применении борной кислоты, как для обработки семян, так и посевов на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$ масса 1000 семян увеличилась в среднем за 3 года на 0,51–0,60 г или 1,8–2,2 % по отношению к фону, содержание плодовых оболочек в плодах гречихи снизилось на 1,0 п. п. или 5,0 % по отношению к фону, что позволило получить низкопленчатое зерно, а натура зерна возросла на 4,8 % и достигла значения 636 г/л.

Инкрустация семян и обработка вегетирующих растений гречихи эпином способствует увеличению содержания сырого белка в зерне на 4,6–5,0 % (табл. 15). Обработка семян бором повышает содержание сырого белка в зерне гречихи на 6,2 %, а вегетирующих растений – на

7,6 %. При использовании смеси препаратов как для обработки семян, так и посевов содержание сырого белка в зерне увеличивается на 7,2–8,1 % и достигает максимальных значений 13,0–13,1 %.

При использовании смеси азотфиксирующего и фосфатмобилизирующего бактериальных препаратов на уровне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$ усиливается их положительное влияние на показатели качества зерна по сравнению с отдельным использованием, что ведет к приросту массы 1000 семян на 0,82 г или 2,9 % по отношению к уровню питания $N_{30}P_{30}K_{90}$, натуры – на 5,4 % и снижению пленчатости зерна. Содержание сырого белка в зерне составляет 12,0 % (табл. 15).

Расчет экономической эффективности применения удобрений в посевах гречихи сорта Лакнея показал, что оптимизация доз макроэлементов для питания растений гречихи способствует росту экономической эффективности производства зерна данной культуры. При оптимальной дозе $N_{45}P_{60}K_{90}$ рентабельность производства составляет 19,8 %.

Использование регулятора роста отдельно и совместно с борной кислотой для обработки посевов гречихи не дало ожидаемого роста рентабельности по сравнению с фоновым вариантом минерального питания $N_{45}P_{60}K_{90}$. Наиболее же рентабельным по результатам расчетов оказался вариант применения Ризобактерина и Фитостимифоса в посевах гречихи на среднем уровне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$. В данном варианте рентабельность производства зерна достигла 27,7 % (табл. 15).

Таким образом, для получения высоких урожаев зерна гречихи в 20,4–20,6 ц/га хорошего качества можно порекомендовать две схемы возделывания. Первая схема подразумевает внесение с осени $P_{60}K_{90}$, в предпосевную культивацию N_{45} , инкрустирование перед посевом семян эпином (4–5 мл/т 0,025%-ного раствора) и борной кислотой (300 г/т) с добавлением 8 л/т семян воды. Вторая схема предполагает снижение вносимой дозы азота до 30 кг/га д. в., а фосфора до 30 кг/га д. в. за счет предпосевной обработки семян смесью бактериальных препаратов Ризобактерин и Фитостимифос в расчете 200 мл инокулянта на гектарную норму семян гречихи (2%-ный раствор).

5. 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 обмола та 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 сроков, доз и форм внесения азотных удобрений проводились в 2014–2016 годах 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 был сорт редьки масличной Сабина. Предшественник – ячмень. Методика закладки и проведения исследований – общепринятая. Общая площадь деланки составляла 36 м², учетная – 24,7 м². Опыт проводился в четырехкратной повторности.

Почва опытного участка имела среднее содержание гумуса (1,64–1,70 %), повышенное содержание подвижных форм фосфора (154–160 мг/кг) и калия (270–275 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (pH_{KCl} 6,5–6,7).

В опытах применялись удобрения: карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P₂O₅, 8 % N), хлористый калий (60 % K₂O), КАС (30 % N), в варианте с внесением только фосфорных и калийных удобрений – двойной суперфосфат марки Б (43 % P₂O₅).

Хозяйственная урожайность семян редьки масличной как в варианте без удобрений, так и с удобрениями была выше в 2014 г. (табл. 16). Однако действие удобрений в 2015 и 2016 годах было выше, чем в 2014 г.

Таблица 16. Влияние доз и сроков внесения азотных удобрений на урожайность семян редьки масличной

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем	
Без удобрений	32,6	15,7	14,5	20,9	–
P ₄₀ K ₆₀	33,4	20,4	18,9	24,2	3,3
N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀	34,2	26,0	24,8	28,3	7,4
N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀ + N ₅₀	41,4	28,2	27,8	32,5	11,6
N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀ + N ₇₀	42,3	33,1	29,0	34,8	13,9
N ₅₀ P ₄₀ K ₆₀ + N ₅₀ + N ₂₀	43,1	34,3	29,2	35,5	14,6
НСР ₀₅	1,9	2,1	2,0	–	–

Максимальная урожайность семян в 43,1 ц/га получена в 2014 г. в варианте опыта с внесением минеральных удобрений в дозе N₅₀P₄₀K₆₀ + N₅₀ в начале фазы бутонизации + N₂₀ в начале цветения. Этот же вариант показал максимальную урожайность и в 2015–2016 годах.

Внесение минеральных удобрений в дозе P₄₀K₆₀ под редьку масличную по сравнению с вариантом без удобрений не увеличивало урожайность семян в 2014 г. В 2015 и 2016 годах урожайность семян в этом варианте выросла на 4,7 и 4,4 ц/га соответственно, а в среднем за три года – на 3,3 ц/га (табл. 16).

Применение азотного удобрения в основное внесение перед посевом в 2014 г. не увеличивало урожайность семян, но в 2015 г. увеличивало на 5,6 ц/га и на 5,9 ц/га – в 2016 г., а в среднем за три года – на 4,1 ц/га по сравнению с вариантом внесения только фосфорно-калийных удобрений (табл. 16).

Подкормка N₅₀ в начале бутонизации повышала урожайность в 2014 г. на 7,2 ц/га, в 2015 г. – на 2,2 ц/га, в 2016 г. – на 3,0 ц/га, а в среднем за три года – на 4,2 ц/га. Совместное внесение N₅₀P₄₀K₆₀ + N₅₀ в среднем за три года увеличивало урожайность семян на 11,6 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений.

Увеличение второй подкормки на N₂₀ на фоне минеральных удобрений в дозе N₅₀P₄₀K₆₀ + N₅₀ привело к прибавке урожая к контролю в 2014 г. в 9,7 ц/га, в 2015 г. – в 17,4 ц/га, в 2016 г. – в 14,5 ц/га, в среднем за три года – в 13,9 ц/га. Прибавки урожая семян от применения дополнительно N₂₀ в 2014 и 2016 годах, а в 2015 г. она составила 4,9 ц/га.

Перенос азотного удобрения в дозе N₂₀ в третье внесение привело к прибавке урожайности семян к контролю в 2014 г. на 10,5 ц/га, в 2015 г. – на 18,6 ц/га, в 2016 г. – на 14,7 ц/га и в среднем за три года –

на 14,6 ц/га. Прибавки от переноса N_{20} в третью подкормку не было, по сравнению с вариантом $N_{50}P_{40}K_{60} + N_{70}$.

По эффективности КАС и карбамид существенно не различались (табл. 17).

Таблица 17. Влияние форм азотных удобрений на урожайность семян редьки масличной

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю, ц/га
	2015 г.	2016 г.	в среднем	
N_{50} (карбамид) $P_{40}K_{60}$ – фон	26,0	25,0	25,5	–
Фон + N_{50} (карбамид)	28,2	27,8	28,0	2,5
Фон + N_{50} (КАС)	29,0	28,3	28,7	3,2
Фон + N_{70} (карбамид)	33,1	29,0	31,1	5,6
Фон + N_{70} (КАС)	35,2	33,2	34,2	8,7
Фон + N_{50} (карбамид) + N_{20} (карбамид)	34,3	29,2	31,8	6,3
Фон + N_{50} (КАС) + N_{20} (КАС)	35,1	31,0	33,1	7,6
HCP_{05}	1,8	1,9	–	–

Рекомендуемая технологическая схема применения удобрений в течение вегетационного периода для редьки масличной приведена в табл. 18.

Таблица 18. Рекомендуемая технология применения минеральных удобрений при возделывании редьки масличной

Форма удобрений	Дозы удобрений	Сроки применения
Карбамид, аммофос, хлористый калий	$N_{50}P_{40}K_{60}$	До посева
Карбамид или КАС	N_{50}	В начале бутонизации
Карбамид или КАС	N_{20}	В начале цветения

6. 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 органо-минеральной форме.

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

- карбамид (при необходимости);
- растворы неорганических солей микроэлементов или растворы, содержащие микроэлементы в форме хелатных соединений Адоб или других 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 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 она может вызвать у них ожоги.

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. Ячмень.....	5
2. Горох.....	10
2.1. Горох полевой.....	11
2.2. Горох посевной.....	15
3. Картофель.....	18
4. Речиха.....	24
5. Редька масличная.....	28
6. Правила приготовления и применения рабочих растворов с микроэлементами и регуляторами роста.....	31

Производственно-практическое издание

Вильдфлуш Игорь Робертович
Цыганов Александр Риммович
Саскевич Павел Александрович и др.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ КОМПЛЕКСНОМ
ПРИМЕНЕНИИ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ, РЕГУЛЯТОРОВ
РОСТА И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Рекомендации

Редактор *А. С. Зайцева*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 20.09.2017. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,94.
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.