

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ

А.Р. Цыганов¹, Э.М. Батыршаев², И.Р. Вильдфлуш²

*¹Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

*²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе стратегической задачей агропромышленного комплекса Беларуси является обеспечение продовольственной безопасности. Для ее решения важнейшее значение имеет производство в требуемом объеме собственного качественного продовольственного и кормового зерна. Одним из направлений в достижении этой цели является повышение продуктивности сравнительно новой зерновой культуры – озимого тритикале, которое превосходит традиционные для белорусских полей рожь, ячмень и овес как по урожайности, так и по качеству зерна. Поэтому в последние годы посевные площади этой культуры стремительно расширились и к настоящему времени достигли 480 тыс. га. Высокая потенциальная урожайность озимого тритикале, составляющая 10 т/га, пока реализуется не в полной мере (в производственных условиях Беларуси составляет около 3,0–3,5 т/га) [1–3].

Тритикале отличается от других зерновых наименьшим переходом радионуклидов в зерно, что послужило основанием для рекомендаций по расширению посевных площадей этой культуры в районах, загрязненных ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr [4].

Существенным резервом повышения продуктивности озимого тритикале может быть оптимизация минерального питания путем комплексного применения минеральных макро- и микроудобрений, регуляторов роста и средств химической защиты растений.

В настоящее время разработан ряд новых видов однокомпонентных и многокомпонентных микроудобрений в хелатной и органо-минеральной форме, эффективность которых существенно выше, чем простых солей микроэлементов. Производятся многокомпонентные микроудобрения, эффективность которых в недостаточной мере изучена [5, 6].

Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста приобретает актуальное значение в связи с тем, что позволяет существенно повысить стрессоустойчивость растений при неблагоприятных условиях и увеличить урожайность при минимальных затратах. Большой интерес, наряду с природными физиологически активными веществами (ФАВ), представляют синтетические регуляторы роста – аналоги природных фитогормонов, обладающие специфическим спектром физиологической активности, в котором многие свойства фитогормонов

2. Плодородие почв и применение удобрений

редуцированы, но одновременно их защитное действие усилено. Установлено, что такие регуляторы роста стимулируют биосинтетические процессы и оказывают действие на белок, синтезирующий аппарат листьев, способствуют повышению температурного порога коагуляции белков цитоплазмы, стабилизируют величину листовой поверхности и интенсивность фотосинтеза.

Разработаны комплексные препараты, содержащие в своем составе микроудобрения и регуляторы роста растений [5].

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

На фоне комплексного применения средств химизации (макро- и микроудобрений, пестицидов и регуляторов роста) растения зерновых культур более полно используют элементы питания (в первую очередь азот) из почвы и удобрений, снижаются затраты на их внесение. В результате у обработанных растений усиливается формирование корневой системы и листового аппарата, повышается интенсивность метаболических процессов. Все это создает условия для формирования высокого урожая зерна с хорошим качеством [5, 7].

Исследования по влиянию совместного применения КАС с пестицидами, регулятором роста растений Эпин и комплексным микроудобрением Витамар-3 на продукционные процессы, урожайность и качество зерна при возделывании озимого тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве проведены впервые в республике, что и определило их новизну и актуальность.

Цель исследований – изучить влияние комплексного применения минеральных удобрений и средств защиты растений на интенсивность продукционных процессов, урожайность и качество зерна озимого тритикале.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений и средств защиты растений на интенсивность продукционных процессов, урожайность и качество зерна озимого тритикале изучалось на дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины более метра моренным суглинком, почве. Исследования проводили на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства «БГСХА» в 2004–2007 гг. с озимым тритикале сорта Дубрава.

Почва пахотного горизонта опытного участка до закладки опыта по годам исследований характеризовалась близкой к нейтральной реакцией почвенной среды (6,2–6,4), низким и недостаточным содержанием гумуса (1,38–1,83 %), высокой обеспеченностью подвижными соединениями фосфора (296–324 мг/кг почвы), повышенным содержанием подвижного калия (224–225 мг/кг почвы). Обеспеченность почвы подвижными медью и цинком была средней – 1,6–1,7 и 3,7–4,4 мг/кг почвы соответственно.

Предшественник – горохо-овсяная смесь. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 39,4 м², повторность – четырехкратная.

Посев озимого тритикале был произведен сеялкой RAU Airsem с нормой высева 4,5 млн/га всхожих зерен в оптимальные сроки.

В опытах применялись карбамид (46 % N), КАС (30 % N) (разведение 1:3, объем рабочего раствора – 300 л/га), аммонизированный суперфосфат (8 % N и 30 % P₂O₅) и хлористый калий (60 % K₂O). Внесение минеральных удобрений осуществлялось вручную осенью под предпосевную культивацию. Первую подкормку карбамидом в дозе N₅₀ проводили в начале возобновления активной вегетации растений.

В опытах с озимым тритикале комплексное микроудобрение Витамар–3 стимулирующего действия, представляющее собой жидкий концентрат микроэлементов с биологическим стимулятором роста – гидрогуматом, применялось в начале фазы выхода в трубку в дозе 1 л/га. В 1 литре Витамар–3 содержатся следующие компоненты: MgSO₄·7H₂O – 220 г, H₃BO₃ – 20 г, ZnSO₄·7H₂O – 20 г, MnSO₄·4H₂O – 120 г, CuSO₄·5H₂O – 260 г, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O – 10 г, FeSO₄·7H₂O – 120 г, соль Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O – 10 г, гуматы – 50 мл.

Сульфат меди применялся в аналогичные сроки в дозе 150 г/га. Гербицид Линтур вносился в фазу кущения в дозе 135 г/га во всех вариантах, регулятор роста растений Эпин в дозе 20 мг/га и фунгицид Рекс Т в дозах 0,42 и 0,60 л/га – в начале фазы выхода в трубку.

Подкормки КАС, микроудобрениями, а также обработки озимого тритикале гербицидом, фунгицидом и регулятором роста растений проводились согласно схеме опыта ранцевым опрыскивателем.

Агрохимические показатели почвенных и растительных образцов были определены согласно ГОСТам и общепринятым методикам.

В опытах велись фенологические наблюдения, проводилось определение сухой массы растений в фазы начала трубкования, флагового листа, колошения, молочной спелости, полной спелости. Показатели фотосинтетической деятельности посевов (площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза) определялись по общепринятым методикам.

Учет урожая озимого тритикале проводили сплошным методом.

Полученные данные обработаны дисперсионным и корреляционно-регрессионными методами анализа по Б.А. Доспехову с использованием ПЭВМ.

Отмечена хорошая совместимость КАС с комплексным микроудобрением Витамар–3, сульфатом меди, регулятором роста растений Эпином, фунгицидом Рекс Т, а также Эпина с Рексом Т. При смешивании сульфата меди с КАС и Рексом Т происходило подкисление реакции среды.

Метеорологические условия осени 2004 г. и весенне-летнего периода 2005 г. в целом способствовали нормальному росту и развитию озимого тритикале. Расчет гидротермического коэффициента показал, что в сентябре 2004 г. и июле 2005 г. рост и развитие растений проходили в засушливых условиях, а в мае – июне 2005 г. – в условиях избыточного увлажнения.

Погодные условия осеннего периода 2005 г. и весенне-летнего периода 2006 г. были менее благоприятны для роста и развития озимого тритикале. Сентябрь 2005 г. был сухим (ГТК = 0,2), май 2006 г. – нормально увлажненным (ГТК = 1,5), июнь 2006 г. – избыточно увлажненным (ГТК = 2,0), июль 2006 г. – недостаточно увлажненным (ГТК = 1,2).

Метеоусловия с сентября 2006 г. по август 2007 г. были в некоторой степени аномальными. Данный период характеризовался очень поздней зимой и ранней весной, но несмотря на это в 2007 г. по сравнению с 2006 г. была получена более высокая урожайность зерна хорошего качества.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для разработки ресурсосберегающих технологий применения средств химизации при возделывании озимого тритикале существует необходимость поиска направлений, обеспечивающих оптимальные условия для лучшего использования растением солнечной энергии и протекания процесса фотосинтеза.

По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», для формирования 1 ц зерна озимых зерновых культур, возделываемых на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, необходимо сформировать площадь листьев в межфазовый период второй узел (последний лист) – колошение в пределах 1 тыс. м²/га. При меньшей площади листового аппарата процессы фотосинтеза протекают недостаточно активно, что приводит к недобору урожая зерна. Формирование значительно большей площади листьев также не способствует дальнейшему увеличению продуктивности озимых зерновых культур, что связано с активным затенением нижнего яруса листьев и, как следствие, снижением эффективности фотосинтеза. Кроме того, чрезмерное нарастание листового аппарата увеличивает опасность полегания посевов. Для озимого тритикале оптимальным значением фотосинтетического потенциала является 0,52–1,65 млн м² × сутки/га [8].

По результатам исследований с зерновыми культурами в Республике Беларусь и других странах, отмечается сильная прямая корреляционная зависимость между урожайностью и площадью листовой поверхности.

При возделывании озимого тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве динамика нарастания листового аппарата была обусловлена применением в большей степени макроудобрений и в значительной мере – регулятора роста растений Эпин и микроудобрений Витамар–3 и сульфата меди. Как раздельное, так и совместное применение изучаемых средств химизации за 2005–2007 гг. исследований обеспечило интенсивный фотосинтез посевов вплоть до стадии молочной спелости (табл. 1).

Наибольшее значение площади листовой поверхности озимого тритикале в среднем за годы исследований, которое составило 64,2–67,2 тыс. м²/га, зафиксировано в межфазовый период флаговый лист – колошение в вариантах с применением микроудобрений и Эпина, что и обеспечивало формирование высоких урожаев зерна.

Наименьшая площадь листовой поверхности (31,1 тыс. м²/га) была отмечена в варианте без удобрений в фазу колошения.

Обработка вегетирующих растений в фазу начала выхода в трубку сульфатом меди приводила к увеличению листовой поверхности на 3,2 тыс. м²/га по сравнению с фоновым вариантом.

Регулятор роста растений Эпин, применяемый на фоне N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС + Рекс Т, оказал заметное влияние на величину листовой поверхности растений озимого тритикале. Так, под его действием в фазу колошения она увеличилась в среднем за три года на 4,1 тыс. м²/га.

Препарат Витамар–3, содержащий комплекс микроэлементов и регулятор роста растений, оказывал положительное влияние на динамику формирования листовой поверхности растений озимого тритикале по сравнению с фоном (+ 3,7 тыс. м²/га).

Показатели фотосинтетической деятельности озимого тритикале
(среднее за 2005 – 2007 гг.)

Вариант	Фаза развития	Показатели		
		Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП	ЧПФ
1. Без удобрений + Рекс Т	первый узел – флаговый лист	12,0–27,1	0,20	2,9
	флаговый лист – колосшение	27,1–31,1	0,50	2,5
	колосшение – молочная спелость	31,1–9,2	0,39	4,4
2. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Рекс Т (0,6 л/га) – фон	первый узел – флаговый лист	33,1–56,9	0,45	3,8
	флаговый лист – колосшение	56,9–61,7	1,01	4,5
	колосшение – молочная спелость	61,7–24,4	0,83	5,4
3. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Рексом Т (0,6 л/га)	первый узел – флаговый лист	33,8–58,7	0,46	3,7
	флаговый лист – колосшение	58,7–63,8	1,04	4,4
	колосшение – молочная спелость	63,8–24,3	0,85	5,5
4. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Рексом Т (0,42 л/га)	первый узел – флаговый лист	32,6–58,3	0,45	3,6
	флаговый лист – колосшение	58,3–62,9	1,03	4,7
	колосшение – молочная спелость	62,9–23,1	0,83	5,6
5. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Cu + Рекс Т	первый узел – флаговый лист	33,9–59,0	0,46	4,2
	флаговый лист – колосшение	59,0–64,9	1,05	4,7
	колосшение – молочная спелость	64,9–24,4	0,86	5,3
6. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Cu + Рекс Т	первый узел – флаговый лист	31,8–60,4	0,46	4,3
	флаговый лист – колосшение	60,4–65,0	1,07	4,8
	колосшение – молочная спелость	65,0–24,3	0,86	5,2
7. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Cu с Рексом Т	первый узел – флаговый лист	33,0–60,8	0,47	4,3
	флаговый лист – колосшение	60,8–64,2	1,06	4,7
	колосшение – молочная спелость	64,2–24,7	0,86	5,3
8. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Витамар–3 + Рекс Т	первый узел – флаговый лист	31,8–61,8	0,47	4,9
	флаговый лист – колосшение	61,8–65,4	1,08	4,9
	колосшение – молочная спелость	65,4–25,1	0,88	5,2
9. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Витамаром–3 + Рекс Т	первый узел – флаговый лист	32,5–62,1	0,47	4,6
	флаговый лист – колосшение	62,1–66,8	1,10	5,0
	колосшение – молочная спелость	66,8–24,8	0,89	5,2
10. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Эпин + Рекс Т	первый узел – флаговый лист	33,2–61,5	0,47	4,5
	флаговый лист – колосшение	61,5–65,8	1,08	4,7
	колосшение – молочная спелость	65,8–24,8	0,88	5,6

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 1

Вариант	Фаза развития	Показатели		
		Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП	ЧПФ
11. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Эпином + Рекс Т	первый узел – флаговый лист	32,2–61,6	0,47	4,2
	флаговый лист – колошение	61,6–66,6	1,09	4,8
	колошение – молочная спелость	66,6–24,9	0,88	5,4
12. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Эпин с Рексом Т	первый узел – флаговый лист	31,5–61,4	0,47	4,4
	флаговый лист – колошение	61,4–65,7	1,08	4,9
	колошение – молочная спелость	65,7–24,7	0,87	5,5
13. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Рекс Т + N ₁₅ КАС (фаза колошения)	первый узел – флаговый лист	33,4–61,8	0,48	4,0
	флаговый лист – колошение	61,8–67,2	1,10	4,7
	колошение – молочная спелость	67,2–25,8	0,90	5,8

Примечание. ФП – фотосинтетический потенциал, млн м²*сутки/га; ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, г/м²*сутки.

Самые высокие значения площади листовой поверхности (61,6–67,2 тыс. м²/га) посевов озимого тритикале в межфазовый период флаговый лист – колошение были отмечены в вариантах с совместным применением КАС с Эпином или Витамаром–3 и в варианте N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС + Рекс Т + N₁₅ КАС (фаза колошения).

Установлено, что совместное внесение изучаемых микроудобрений и регулятора роста растений Эпин с КАС или фунгицидом Рекс Т по влиянию на показатели фотосинтетической деятельности посевов озимого тритикале (площадь листовой поверхности, ФП, ЧПФ) было равнозначно их отдельному применению.

Формирование фотосинтетического потенциала по фазам развития озимого тритикале, как показали исследования, определяется, прежде всего, метеорологическими условиями, уровнем минерального питания и применением регулятора роста растений.

Анализ динамики ФП тритикале во все годы исследований по фазам развития растений показал, что наиболее высокие приросты этого показателя по всем вариантам отмечались в межфазовый период флаговый лист – колошение и составляли 0,50–1,10 млн м² × сутки/га.

В вариантах с совместным внесением сульфата меди, Витамара–3 и Эпина с КАС фотосинтетический потенциал в указанный выше период составлял 1,07; 1,10 и 1,09 млн м² × сутки/га соответственно. В варианте N₁₉P₇₀K₁₀₀ + N₅₀ + N₃₀ КАС + Рекс Т + N₁₅ КАС данный показатель достиг 1,10 млн м² × сутки/га.

После прохождения фазы колошения величина ФП уменьшалась вследствие постепенного отмирания листьев.

Полученные результаты исследований показывают, что в межфазовый период первый узел – молочная спелость озимого тритикале чистая продуктивность фотосинтеза увеличивалась с 3,6 до 5,8 г/м² × сутки в зависимости от варианта опыта, за исключением варианта без применения удобрений.

Совместное применение фунгицида Рекс Т с КАС по влиянию на чистую продуктивность фотосинтеза оказалось равнозначным их отдельному внесению. Снижение дозы Рекса Т на 30 % в составе баковой смеси с КАС не повлияло на изменение данного показателя.

Совместное и отдельное внесение изучаемых микроудобрений и регулятора роста растений Эпин с КАС или фунгицидом Рекс Т способствовало повышению чистой продуктивности фотосинтеза озимого тритикале в межфазовый период первый узел – флаговый лист на $0,4-1,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ по сравнению с фоновым вариантом $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Рекс Т.

В среднем за три года исследований наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза в период флаговый лист – колошение зафиксирована в варианте с применением баковой смеси комплексного препарата Витамар–3 с КАС – $5,0 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$.

Анализ парной корреляционно–регрессионной зависимости урожайности зерна озимого тритикале от площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза показал тесную связь ($R^2 = 0,95-0,97$) между урожайностью зерна и площадью листовой поверхности, фотосинтетическим потенциалом (табл. 2).

Величина $(1-R^2) \cdot 100 \%$ показывает, сколько процентов вариации параметра Y обусловлены факторами, не включенными в регрессионную модель. При высоком ($R^2 >$ или $= 75 \%$) значении коэффициента детерминации можно делать прогноз $y = f(x)$ для конкретного значения x .

Таблица 2

Зависимость урожайности зерна озимого тритикале от показателей продукционного процесса (среднее за 2005–2007 гг.)

Показатель	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации, R^2
Площадь листовой поверхности (колошение), тыс. м ² /га	1) $y = 0,8732x + 6,368$	0,95
Фотосинтетический потенциал (флаговый лист – колошение), млн м ² сутки/га	2) $y = 50,109x + 9,6554$	0,97
Чистая продуктивность фотосинтеза (флаговый лист – колошение), г/м ² сутки	3) $y = 5,3355x + 37,747$	0,61

Примечание. X – показатель; y – урожайность зерна, ц/га. Значения x : 1) 62,9–66,8; 2) 1,03–1,10; 3) 4,4–5,0.

Совместное применение Рекса Т в дозе 0,6 л/га с КАС по сравнению с отдельным повышало урожайность зерна в среднем за три года на 1,5 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK кг зерна – на 0,6 кг (табл. 3).

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 3

Влияние раздельного и совместного применения средств химизации на урожайность и качество зерна озимого тритикале (среднее за 2005–2007 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Обеспеченность 1 к.ед. перевариваемым протеином, г
1. Без удобрений + Рекс Т	28,7	10,1	2,5	34,7	59,9
2. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Рекс Т (0,6 л/га) – фон	60,2	12,9	6,7	37,6	76,4
3. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Рексом Т (0,6 л/га)	61,7	13,5	7,2	37,1	80,0
4. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Рексом Т (0,42 л/га)	61,3	13,7	7,2	36,9	81,2
5. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Си + Рекс Т	62,1	13,5	7,2	37,8	80,0
6. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Си + Рекс Т	63,0	13,4	7,3	38,0	79,4
7. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Си с Рексом Т	62,8	14,0	7,6	38,6	83,0
8. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Витамар–3 + Рекс Т	63,6	13,8	7,5	38,8	81,8
9. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Витамаром–3 + Рекс Т	64,5	14,0	7,8	38,9	83,0
10. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Эпин + Рекс Т	63,9	13,9	7,6	38,6	82,4
11. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС с Эпином + Рекс Т	64,5	14,1	7,8	39,0	83,6
12. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Эпин с Рексом Т	64,1	14,0	7,7	38,8	83,0
13. N ₁₉ P ₇₀ K ₁₀₀ + N ₅₀ + N ₃₀ КАС + Рекс Т + N ₁₅ КАС	65,0	14,4	8,0	39,2	85,3
НСР _{0,05}	1,1	0,6		1,0	

В варианте с совмещением операций по внесению КАС и меди в дозе 150 г/га на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50}$ + Рекс Т повышение урожайности составило 2,8 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK кг зерна возросла на 1,1 кг. В варианте $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Си с Рексом Т по сравнению с фоном урожайность зерна повысилась в среднем за три года на 2,6 ц/га, окупаемость – до 1 кг зерна.

Применение препарата Витамар–3 на почве со средним содержанием подвижных соединений меди и цинка отдельно или в составе баковой смеси с N_{30} КАС на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50}$ + Рекс Т по действию на урожайность зерна озимого тритикале было равнозначным и повышало ее в среднем за 2005–2007 гг. на 3,4 и 4,3 ц/га соответственно.

При совместном внесении Эпина с КАС и Рексом Т урожайность зерна составила 64,5 и 64,1 ц/га соответственно, что выше по сравнению с фоновым вариантом на 4,3 и 3,9 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK кг зерна при отдельном внесении Эпина возросла по сравнению с фоном на 1,4 кг, а при совместном применении с КАС или Рексом Т – на 1,5–1,6 кг.

Следует отметить, что в вариантах с совместным внесением КАС и Эпина или препарата Витамар–3 получена самая высокая окупаемость 1 кг NPK кг зерна (13,3 кг).

Максимальная урожайность зерна озимого тритикале 65,0 ц/га получена в среднем за 3 года в варианте $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Рекс Т + N_{15} КАС (фаза колошения) при окупаемости 1 кг NPK 12,8 кг зерна. В вариантах опыта, где применялись Эпин и баковая смесь N_{30} КАС с Витамаром–3, урожайность зерна не отличалась от вышеуказанной.

Качество полученной продукции во многом определяет ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. В связи с этим улучшение химического состава растений и повышение качества урожая относятся к числу наиболее важных и актуальных агрохимических задач.

При совместном внесении Рекса Т с КАС в начале фазы выхода в трубку при возделывании озимого тритикале как в полной дозе (0,6 л/га), так и в пониженной (0,42 л/га) по сравнению с фоновым вариантом $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Рекс Т (0,6 л/га) наблюдалось увеличение содержания сырого белка на 0,6–0,8 %, а его выхода – на 0,5 ц/га (табл. 3).

Некорневые подкормки Витамаром–3 в начале трубкования в составе баковой смеси с КАС по сравнению с фоновым вариантом $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС + Рекс Т (0,6 л/га) увеличивали содержание сырого белка в зерне озимого тритикале на 1,1 %, а его выход – на 1,1 ц/га.

Использование в опыте баковой смеси КАС с Эпином привело к получению урожая зерна озимого тритикале с высоким содержанием сырого белка (14,1 %) и его выходом (7,8 ц/га).

Следует отметить эффективность подкормки азотом в дозе 15 кг/га д.в. в начале фазы колошения, которая способствовала повышению содержания сырого белка в зерне в среднем за три года исследований на 1,5 % (14,4 %) и дополнительному сбору белка с 1 гектара на 1,3 ц/га (8,0 ц/га).

Эффективными агрохимическими приемами, способствующими повышению массы 1000 зерен, оказались отдельные или совместные обработки посевов в начале фазы выхода в трубку регулятором роста растений Эпин с КАС или Рексом Т. Значение данного показателя повышалось до 39,0 г.

Максимальное значение обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином (85,3 г) зафиксировано в варианте $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}$ КАС с дополнительной подкормкой N_{15} КАС в начале фазы колошения. При совместном

2. Плодородие почв и применение удобрений

применении комплексного препарата Витамар–3 и Эпина с $N_{30}KAC$ в начале фазы трубкования на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50}$ обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином возросла на 6,6 и 7,2 г соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Комплексное применение минеральных удобрений и средств защиты растений оказывает положительное влияние на динамику нарастания листовой поверхности и величину листового фотосинтетического потенциала озимого тритикале. Исходя из фактически полученной максимальной урожайности зерна (65,0 ц/га) озимого тритикале, можно считать, что площадь листьев и листовая фотосинтетический потенциал в межфазовый период флаговый лист – колошение при значениях 67,2 тыс. $m^2/га$ и 1,10 млн $m^2 \cdot сутки/га$ для озимого тритикале являются оптимальными. Между урожайностью зерна озимого тритикале и площадью листовой поверхности, фотосинтетическим потенциалом отмечена сильно выраженная зависимость ($R^2 = 0,95-0,97$).

2. Эффективными агрохимическими приемами, способствующими повышению урожайности и качества зерна озимого тритикале, являются обработки посевов:

– $N_{15}KAC$ в начале фазы колошения на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}KAC +$ Рекс Т;

– многокомпонентным удобрением Витамар–3 в дозе 1 л/га совместно с $N_{30}KAC$ в начале фазы выхода в трубку на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} +$ Рекс Т;

– Эпином в дозе 20 мг/га в составе баковой смеси с $N_{30}KAC$ в начале фазы выхода в трубку на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} +$ Рекс Т и Эпином в дозе 20 мг/га в составе баковой смеси с Рексом Т в дозе 0,6 л/га в начале фазы выхода в трубку на фоне $N_{19}P_{70}K_{100} + N_{50} + N_{30}KAC$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булавина, Т.М. Агротехнологические основы повышения эффективности производства зерна тритикале на дерново-подзолистых почвах: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук. – Жодино, 2009. – 43 с.

2. Вага, И.И. Эффективность применения удобрений, физиологически активных веществ, ретардантов и фунгицидов при возделывании озимого тритикале на антропогенно-преобразованных торфяных почвах: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. – Минск, 2012. – 24 с.

3. Ильина, З.М. Научные основы продовольственной безопасности / З.М. Ильина. – Минск: Мисанта, 2001. – 228 с.

4. Рекомендации по возделыванию озимого тритикале в пределах РДУ на дерново-подзолистых супесчаных почвах, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr / Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. И.М. Богдевича. – Минск, 2008. – 43 с.

5. Применение новых форм микроудобрений, регуляторов роста и комплексных препаратов на их основе при возделывании сельскохозяйственных культур: рекомендации / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; БГСХА. – Горки, 2011. – 34 с.

6. Применение удобрений жидких комплексных с хелатными формами микроэлементов под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Г.В. Пироговская [и др.]. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 40 с.

7. Цыганов, А.Р. Влияние комплексного применения минеральных удобрений и средств защиты растений на интенсивность продукционных процессов, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / А.Р. Цыганов, И.Р. Вильдфлуш, Э.М. Батыршаев // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2010. – Т. 54, №1. – С. 117.

8. Оптимизация минерального питания зерновых культур на основе регулирования интенсивности продукционных процессов: рекомендации / Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 12 с.

INFLUENCE OF COMPLEX USAGE OF MINERAL FERTILIZERS AND PLANT PROTECTION MEANS ON THE INTENSITY OF PRODUCTIVE PROCESSES, YIELD AND QUALITY OF GRAIN WINTER TRITICALE

A.R. Tsyganov, E.M. Batyrshayeu, I.R. Vildflush

Summary

In the article the information about the influence of separate and complex usage of mineral fertilizers and plant protection means on the intensity of productive processes, yield and quality of grain winter triticale cultivated on sod-podzolic light loamy soil is presented.

Поступила 22.04.13

УДК 633.16:631.8:631.445.24

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И.Р. Вильдфлуш, О.И. Мишура, И.В. Глатанкова

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур является применение микроудобрений. Микроэлементы выполняют важнейшие функции в процессе жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы удобрения для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур [1, 2].

В настоящее время потребность в микроудобрениях возросла в связи с тем, что сократилось применение органических удобрений, многие формы высококонцентрированных макроудобрений почти не содержат микроэлементов, внесение