

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ ЦИНКА ПОД ОЗИМУЮ ТРИТИКАЛЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*И.А. Бобренко, д.с.-х.н., Н.В. Гоман, к.с.-х.н., Е.Ю. Павлова, ОмГАУ,
В.М. Красницкий, д.с.-х.н., ЦАС «Омский»*

Установлено в полевых опытах на лугово-чернозёмной почве, что растения озимой тритикале положительно относятся на применение цинковых удобрений.

Ключевые слова: тритикале, урожайность, качество, лугово-черноземная почва, химический состав, микроудобрения, опудривание семян.

Увеличение производства растительного белка и повышение качества продукции зерновых культур – важнейшие задачи сельского хозяйства. В их выполнении важную роль играют минеральные удобрения, в том числе микроудобрения, применение которых является эффективным приемом повышения урожайности и качества зерна возделываемых культур. Трудность использования микроудобрений заключается в том, что их дозы гораздо ниже, чем макроудобрений, а требования к равномерности внесения выше.

Озимая тритикале – перспективная зерновая и кормовая культура. В её зерне больше, чем у озимой пшеницы жизненно необходимой аминокислоты лизин, которой в белке чаще всего не хватает. По хлебопекарным качествам тритикале уступает мягкой пшенице, однако благодаря своим особенностям с успехом может использоваться для производства так называемого «белого» ржаного хлеба, кондитерских и кулинарных изделий из пресного теста, где важна питательная ценность, а не качество клейковины [4].

Применение микроудобрений в сельском хозяйстве – существенный резерв повышения урожая возделываемых культур. По данным ФГУ ЦАС «Омский», на основании проведенных обследований почв черноземного ряда, в первом минимуме находится цинк. Низкое содержание его в почвах Омской области отмечено на 2878,5 тыс. га, или на 98,8% обследованной пашни. Повышение эффективности внесения цинковых удобрений под озимую тритикале на лугово-черноземной почве путем определения оптимальных способов и доз их внесения – один из актуальных вопросов повышения продуктивности этой культуры [2,3].

Цель исследования – установить наиболее эффективные способы и дозы внесения цинковых удобрений под озимую тритикале в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Методика. Полевые опыты проводили в 2007-2011 гг. на опытных полях СИБНИИСХа в подзоне южной лесостепи Омской области на лугово-черноземной среднетяжелой среднегумусовой тяжелоуглинистой почве. Содержание гумуса в слое 0-40 см – 6,8%, рН_{H2O} 6,7.

В среднем по годам исследований в 30-сантиметровом слое почвы опытных участков содержание нитратного азота и подвижного фосфора – среднее (соответственно, 11-13 и 63-75 мг/кг), обменного калия – очень высокое (445-600 мг/кг), подвижного цинка – низкое (0,35 мг/кг). В почвенных образцах нитратный азот определяли в водной вытяжке по Грандваль-Ляжу, подвижный фосфор, обменный калий – по Чирикову в модификации ЦИНАО, цинк – в вытяжке ацетатно-аммонийного буферного раствора (рН 4,8).

Сорт озимой тритикале – Сибирский. Схемы опыта приведены в таблицах 1 и 2. Площадь делянки 20 м². Число повторностей в опыте – 3. Расположение повторностей – в три яруса, вариантов в повторениях – систематическое. Уборка урожая сплошным методом. Формы удобрений – аммиачная селитра (N – 34%), суперфосфат двойной (P₂O₅ – 46%), калий хлористый (K₂O – 60%), сульфат цинка (Zn – 22,5%).

Результаты и их обсуждение. Для установления влияния цинковых удобрений на урожайность озимой тритикале в

опыте изучали два способа их применения: основное внесение и опудривание семян перед посевом.

Действие цинковых удобрений на продуктивность озимой тритикале во многом зависело от метеорологических условий года и дозы микроудобрений (табл. 1). Урожайность зерна озимой тритикале в контрольном варианте варьировала от 1,3 т/га (2009 г.) до 3,15 т/га (2011 г.). Возрастающие дозы цинковых удобрений положительно влияли на продуктивность озимой тритикале. При увеличении дозы цинковых удобрений с 4 до 8 кг д.в./га, без применения фосфорных удобрений, прибавки зерна в среднем за четыре года составили 0,32 т/га, или 14,2% и 0,42 т/га, 18,6% соответственно. В варианте с внесением цинковых удобрений в дозе 12 кг/га средняя урожайность составила 3,2 т/га, с прибавкой зерна по отношению к контрольному варианту 0,94 т/га, или 41,6%. Следует отметить, что данная доза удобрений была введена в схему только в 2009 г., поэтому средняя урожайность на данном варианте отражает характер ее изменений за два года и несколько выше остальных. Так, в условиях 2010 г. при увеличении дозы цинковых удобрений до 12 кг д.в./га урожайность снизилась с 2,70 до 2,54 т/га, а в 2011 г. оказалась меньше наименьшей существенной разницы (НСР) и составила 3,87 т/га. Поэтому, в качестве оптимальной дозы цинковых удобрений можно считать 8 кг д.в./га.

Установлено достоверное увеличение урожайности озимой тритикале при улучшении фосфорного питания. Так, при внесении в почву при посеве фосфорных удобрений в дозе 60 кг д.в./га средняя урожайность составила 2,96 т/га и получена прибавка зерна 0,70 т/га, или 31,0 % по отношению к контрольному варианту. На фоне P₆₀ максимальная средняя урожайность зерна получена в варианте Zn₈ и составила 3,28 т/га, получена прибавка 1,02 т/га (45,1 %), что существенно больше прибавки от внесения Zn₄ 0,80 т/га (35,4 %). Дальнейшее увеличение дозы цинковых удобрений до 12 кг д.в./га не сопровождалось ростом урожайности (3,11 т/га). Следовательно, высокий эффект от внесения цинка наблюдается при хорошей обеспеченности растений азотом и фосфором. Наиболее эффективна при основном внесении доза цинка 8 кг д.в./га, как без фосфорных удобрений, так и при их внесении.

При опудривании семян озимой тритикале на фосфорном фоне максимальная прибавка в среднем по годам исследований получена в варианте с внесением дозы 150 г/ц – 0,94 т/га, или 41,6% по отношению к контролю. Однако по годам исследований картина несколько иная. При увеличении дозы опудривания семян с 100 до 150 г соли сульфата цинка на 1 ц семян урожайность изменялась незначительно – с 2,31 до 2,34 т/га в 2010 г. и с 4,10 до 4,07 т/га в 2011 г. Средняя урожайность на варианте с опудриванием дозой 100 г/ц семян составила 3,16 т/га, или 31,8%, что несколько ниже чем на варианте с опудриванием дозой 150 г/ц семян – 3,20 т/га, или 41,6%. Следовательно, применение большей дозы (150 г/ц семян) нецелесообразно.

При совместном внесении фосфорных и калийных удобрений (P₆₀K₆₀) средняя урожайность составила 2,92 т/га (29,2%). Опудривание дозой 150 г/ц семян на сбалансированном фосфорно-калийном фоне по годам исследований не обеспечило увеличения урожайности по сравнению с дозой 100 г/ц. Урожайность несколько снизилась – с 2,47 до 2,41 т/га в условиях 2009-2010 гг. и с 4,36 до 4,31 т/га в 2010-2011 гг. Таким образом, на данном фоне доза опудривания 100 г/ц семян имеет преимущество в повышении урожайности зерна озимой тритикале. Средняя урожайность зерна здесь составила 3,16 т/га, или 39,8%.

Проведенные исследования по изучению эффективности макро- и микроудобрений под озимую тритикале на лугово-черноземной почве позволяют отметить высокую отзывчивость культуры на применение удобрений.

Цинковые удобрения при основном внесении на лугово-черноземной почве южной лесостепи Западной Сибири положительно влияли на содержание белка в зерне озимой тритикале (табл. 1). В контрольном варианте содержание белка в зерне составило 16,3%. Под влиянием цинковых удобрений вносимых в дозе 8 кг д.в./га, его содержание увеличилось. При внесении цинка в дозе 12 кг д.в./га содержание белка в зерне озимой тритикале несколько снижается.

1. Влияние применения цинка на качество зерна озимой тритикале (среднее за 2007-2010 гг.)

Вариант опыта	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %
<i>Основное внесение</i>			
Контроль	604	50	16,3
Zn ₄	637	50	16,5
Zn ₈	639	50	16,9
Zn ₁₂	641	48	16,5
P ₆₀	635	50	16,4
P ₆₀ Zn ₄	638	50	16,6
P ₆₀ Zn ₈	641	49	16,8
P ₆₀ Zn ₁₂	640	49	16,6
<i>Опудривание семян солью сульфата цинка</i>			
Контроль	604	50	16,3
P ₆₀	635	50	16,6
P ₆₀ Zn ₅₀ *	640	49	16,6
P ₆₀ Zn ₁₀₀ *	641	50	17,0
P ₆₀ Zn ₁₅₀ *	643	50	16,8
P ₆₀ K ₆₀	638	50	16,7
P ₆₀ K ₆₀ Zn ₅₀ *	640	50	16,7
P ₆₀ K ₆₀ Zn ₁₀₀ *	641	50	17,1
P ₆₀ K ₆₀ Zn ₁₅₀ *	645	50	16,9

*Граммов соли на 1 ц семян.

При улучшении фосфорного питания положительный эффект от внесения цинковых удобрений несколько уменьшается. Вероятно, это можно объяснить негативным влиянием на поступление цинка повышенного содержания фосфора в почве при применении фосфорных удобрений и меньшим влиянием цинка в таких условиях на синтез белка. Максимальное количество белка в зерне озимой тритикале содержалось в варианте с внесением цинка в дозе 8 кг д.в./га. Тенденция к снижению содержания белка по мере увеличения дозы цинка до 12 кг д.в./га сохраняется.

Кроме того, внесение цинка в почву заметно влияло на натуру зерна озимой тритикале: лучшими оказались варианты с внесением в почву 8 кг д.в./га цинковых удобрений.

Опудривание семян озимой тритикале перед посевом солью сульфата цинка также положительно влияло на показатели качества зерна.

Прослеживается четкая закономерность увеличения содержания белка в зерне озимой тритикале от дозы цинковых удобрений, применяемых по фосфорному фону. Максимальное количество белка накопилось в зерне на варианте с опудриванием из расчета 100 г соли на 1 ц семян.

При одновременном внесении фосфорных и калийных удобрений лучшим также оказался вариант с опудриванием дозой 100 г соли на 1 ц семян. Показатель натуры зерна пропорционально возрастает с увеличением дозы микроудобрений. Наибольшая натура зерна получена от опудривания дозой 150 г соли на 1 ц семян по фосфорно-калийному фону.

Стекловидность зерна озимой тритикале за годы исследований составляла 48-50 %. В целом на стекловидность цинк не оказывал заметного влияния.

Более точно и всесторонне оценить технологические процессы, связанные с возделыванием озимой тритикале, позволяет расчет энергетической эффективности применения удобрений. Ее определяли по энергоотдаче или по биоэнергетическому КПД [1].

При внесении удобрений на единицу энергетических затрат получено 3,4-8,3 единиц энергии, содержащейся в прибавке урожая от минеральных удобрений (табл. 2).

2. Биоэнергетическая эффективность применения цинковых и микроудобрений в основное внесение под озимую тритикале (по фону N₃₀, среднее за 2007-2011 гг.)

Вариант опыта	Прибавка, т/га	Количество энергии, накопленной в основной продукции (V _{ф0}), МДж/га	Энергетические затраты на применение минеральных удобрений (A ₀), МДж/га	Биоэнергетический КПД, ед.
<i>Основное внесение цинковых удобрений</i>				
Zn ₄	0,32	5322	645	8,3
Zn ₈	0,42	6985	919	7,6
P ₆₀	0,70	11641	2700	4,3
P ₆₀ + Zn ₄	0,80	13304	3318	4,0
P ₆₀ + Zn ₈	1,02	16963	4138	4,1
<i>Опудривание семян микроэлементами</i>				
P ₆₀	0,70	11641	2700	4,3
P ₆₀ + Zn ₅₀ *	0,72	11974	2738	4,4
P ₆₀ + Zn ₁₀₀ *	0,90	14967	3051	4,9
P ₆₀ K ₆₀	0,66	10976	3230	3,4
P ₆₀ K ₆₀ + Zn ₅₀ *	0,67	11142	3241	3,4
P ₆₀ K ₆₀ + Zn ₁₀₀ *	0,90	14967	3692	4,1

*Граммов соли на 1 ц семян.

Полученные данные свидетельствуют о том, что основное внесение цинка наиболее энергетически эффективно без применения фосфорных удобрений, так как энергетические затраты при этом относительно невелики.

При увеличении дозы цинка до 8 кг д.в./га энергетические затраты увеличились, что привело к снижению биоКПД. Внесение цинка на фоне P₆₀ не способствовало увеличению энергетической эффективности применения удобрений, биоКПД снизился на варианте P₆₀ + Zn₄ по сравнению с вариантом P₆₀.

Биоэнергетический КПД применения фосфорно-калийных удобрений (P₆₀K₆₀) под озимую тритикале составил 3,4 ед. Опудривание семян солью сульфата цинка по данному фону способствовало снижению энергетических затрат и увеличению энергии, накопленной в основной продукции и, как следствие, повышению биоКПД до 4,1 (P₆₀K₆₀ + Zn₁₀₀).

Выводы. Полученные данные свидетельствуют, что цинковые удобрения положительно влияют на урожайность и качество зерна озимой тритикале, возделываемой на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Установлено, что опудривание семян более эффективно, чем основное внесение. Определены оптимальные дозы при основном внесении цинка (8 кг д.в./га) и при опудривании (100 г соли сульфата цинка на 1 ц семян). Микроудобрения значительно повышают энергетическую эффективность внесения макроудобрений.

Литература

1. Ермохин Ю.И., Неклюдов А.Ф. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений: Методические рекомендации. – Омск, 1994. – 44 с. 2. Красницкий В.М. Агрохимическая характеристика и плодородие почв Омской области. – Омск, 1999. – 51 с. 3. Орлова Э.Д., Пыхтарева Е.Г. Микроэлементы в почвах и растениях Омской области и применение микроудобрений: 2-е изд., перераб. и доп. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 76 с. 4. Сечняк Л.К., Сулима Ю.Г. Тритикале. – М.: Колос, 1984. – 317 с.

**EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF ZINC APPLICATION FOR WINTER TRITICALE ON THE YIELD OF GRAIN
IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA**

I.A. Bobrenko¹, V.M. Krasnitsky², N.V. Goman¹, E.Yu. Pavlova¹

¹Stolypin State Agrarian University, Institutskaya pl. 2, Omsk, 644008 Russia, www.omgau.ru

²Omskii Center of Agricultural Service, pr. Koroleva 34, Omsk, 644012 Russia krasnitsky@omsknet.ru

In field experiments on meadow-chernozemic soil, it was established that winter triticale plants positively responded to the application of micronutrient (zinc) fertilizers.

Keywords: triticale (Triticale), yield, quality, meadow-chernozemic soils, chemical composition, micronutrient fertilizers, seed dusting.