

позволяет существенно увеличить урожайность озимой пшеницы по сравнению с традиционно применяемой нитроаммофоской (16:16:16). Тем не менее, максимальное содержание клейковины и белка в зерне в нашем опыте достигалось при применении нитроаммофоски.

Божков Д.В. – аспирант; e-mail: bozhkov-dmitrii@mail.ru.

Бирюкова О.А. – доцент, доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: olga_alexan@mail.ru.

Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону).

Авторы признательны региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России В.В. Носову за ряд комментариев при подготовке статьи.

Литература

- Долгополова Н.В., Скрипни В.А., Шеринёва О.М. и Алябьева Ю.В. 2009. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 5: 52-56.
- Найденов А.С., Захаров Б.А. и Леплявченко Л.И. 1994. Агротехника, 2: 13-20.
- Губашиев Б.Х. 2000. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от почвенно-климатических условий и уровня минерального питания в Кабардино-Балкарской Республике. Автореф. дис. ... к. с.-х. наук. Нальчик.
- Хачидзе А.С., Волощенко В.С., Гогмачадзе Г.Д. 2010. АгроЭкоИнфо, 2: 3-8.
- Бирюкова О.А. 2011. Интегрированная диагностика плодородия чернозема обыкновенного Нижнего Дона: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Ростов-на-Дону.
- Шафран С.А. 2000. Диагностика азотного питания зерновых культур и определение потребности в азотных удобрениях. РАСХН, Москва. 66 с.

Влияние разных приемов внесения цинка под озимую тритикале в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Павлова Е.Ю., Бобренко И.А., Гоман Н.В.

В полевых опытах, проведенных на лугово-чернозёмной почве в Омской области, установлено, что растения озимой тритикале положительно отзываются на применение цинковых удобрений. В статье показано и проанализировано изменение урожайности и качества зерна данной культуры в зависимости от способа и дозы внесения цинковых удобрений в условиях недостаточного содержания подвижного цинка в почве.

Поиск новых источников получения продуктов питания, а также способов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в настоящее время имеет большое практическое значение. Важнейшей задачей сельского хозяйства страны является увеличение производства растительного белка и улучшение качества продукции зерновых культур. При этом ключевая роль принадлежит минеральным удобрениям, в том числе и микроудобрениям, применение которых, по многочисленным данным (Бобренко и др., 2011а, 2011б), является эффективным приемом повышения урожайности и качества зерна возделываемых зерновых культур. Трудность использования микроудобрений состоит в том, что их дозы гораздо ниже, чем макроудобрений, а требования к равномерности внесения – выше.

Озимая тритикале (Triticale) – перспективная зерновая культура. По сравнению с зерном озимой пшеницы в зерне тритикале содержится больше такой важнейшей незаменимой аминокислоты, как лизин, которой в белке чаще всего не хватает. По хлебопекарным качествам тритикале уступает мягкой пшенице, однако, благодаря своим особенностям, тритикале может с успехом использоваться для производства так называемого «белого» ржаного хлеба, кондитерских и кулинарных изделий из пресного теста, где важна питательная ценность, а качество

клейковины не играет роли (Сечняк, 1984).

По данным агрохимического обследования пахотных почв Омской области, в первом минимуме часто находится цинк. Низкое содержание подвижного цинка выявлено на 2.9 млн. га, что составляет 99% обследованной площади пашни в регионе. Как правило, лугово-черноземные почвы недостаточно обеспечены и подвижными формами фосфора. Однако при внесении фосфорных удобрений в почву подвижность цинка снижается, и коэффициент его использования из почвы уменьшается. Таким образом, сбалансированное применение цинковых удобрений под зерновые культуры очень важно для оптимизации минерального питания растений с целью получения высокого урожая зерна с высокими показателями качества (Красницкий, 2002). Повышение эффективности внесения цинковых удобрений непосредственно под озимую тритикале является одним из актуальных вопросов увеличения продуктивности этой культуры на лугово-черноземных почвах южной лесостепи Западной Сибири (Красницкий, 1999; Орлова, 2007).

Цель нашего исследования – установление наиболее эффективных способов и доз внесения цинковых удобрений под озимую тритикале в условиях подзоны южной лесостепи Омской области. Данная подзона характеризуется среднегодовым количеством осадков

Таблица 1. Влияние основного внесения цинковых удобрений (кг Zn/га) на урожайность и качество зерна озимой тритикале на лугово-черноземной почве.

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га					Прибавка		Натура, г/л	Стекло-видность, %	Белок, %	Число падения, сек.
	2008	2009	2010	2011	Среднее	т/га	%				
N ₃₀	2.58	1.30	2.03	3.15	2.27	-	-	604	50	16.3	63
+ Zn ₄	2.71	1.47	2.41	3.75	2.59	0.32	14	637	50	16.5	63
+ Zn ₈	2.79	1.37	2.70	3.86	2.68	0.41	18	639	50	16.9	63
N ₃₀ P ₆₀	2.94	2.29	2.13	4.28	2.91	-	-	635	50	16.4	64
+ Zn ₄	3.23	2.38	2.59	4.33	3.13	0.22	8	638	50	16.6	63
+ Zn ₈	3.05	2.87	2.93	4.33	3.30	0.39	13	641	49	16.8	63
HCP _{0.05}	0.16	0.13	0.13	0.11							

Примечание: для качественных показателей зерна даны средние значения за 4 года.

за вегетационный период в 135 мм. Исследования проводились в 2007-2011 гг. на опытных полях Сибирского НИИ сельского хозяйства на лугово-черноземной среднетяжелой среднетяжелосуглинистой почве. В среднем по годам исследований в 30-сантиметровом слое почвы опытных участков исходное содержание нитратного азота и подвижного фосфора в вытяжке 2% CH₃COOH (Ермохин, 1995) было средним (соответственно 8.0 мг N-NO₃/кг почвы и 9.1 мг P₂O₅/кг почвы), подвижного калия в той же вытяжке – высоким (59.0 мг K₂O/кг почвы), подвижного цинка (вытяжка CH₃COONH₄ с pH 4.8) – низким (0.6 мг Zn/кг почвы). Возделывали озимую тритикале сорта «Сибирский». Площадь делянки – 16 м², повторность – 3-х кратная. Предшественник – чистый пар. Азотные и калийные удобрения (аммиачная селитра и хлористый калий) вносились под основную обработку почвы, фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносились в рядки с семенами при посеве. Изучалось два способа внесения сульфата цинка – внесение под основную обработку почвы и опудривание семян перед посевом.

За годы исследований урожайность зерна в варианте опыта с внесением только азотных удобрений варьировала от 1.30 до 3.15 т/га и в среднем составила 2.27 т/га (табл. 1). Действие цинковых удобрений на продуктивность озимой тритикале во многом зависело от метеорологических условий года и дозы микроудобрений. Возрастающие дозы цинковых удобрений при внесении в почву на фоне приме-

нения азотных удобрений положительно повлияли на продуктивность озимой тритикале – во все годы исследований были получены достоверные прибавки урожая зерна. При внесении цинковых удобрений в дозах 4 и 8 кг Zn/га прибавки урожая зерна в среднем за 4 года составили соответственно 0.32 т/га (14%) и 0.41 т/га (18%).

При средней обеспеченности лугово-черноземной почвы подвижным фосфором было установлено значительное увеличение урожайности озимой тритикале при улучшении условий фосфорного питания. При внесении в почву фосфорных удобрений в дозе 60 кг P₂O₅/га на фоне применения азотных удобрений прибавка урожая зерна в среднем за годы исследований составила 0.64 т/га или 28% (табл. 1). Важно отметить, что в условиях вегетационного периода 2008-2009 гг., который отличался недостаточной теплообеспеченностью и избыточным количеством выпадающих осадков, применение фосфорных удобрений было наиболее эффективно – прибавка урожая зерна составила 0.99 т/га или 76%.

На фоне применения азотных и фосфорных удобрений (вариант N30P60) цинковые удобрения, внесенные в почву в дозах 4 и 8 кг Zn/га, повышали урожай зерна в среднем за 4 года соответственно на 0.22 и 0.39 т/га или на 8 и 13% (табл. 1). В наших опытах максимальная средняя урожайность озимой тритикале (3.30 т/га) была получена в варианте с внесением в почву минеральных удобрений в дозе

Таблица 2. Влияние обработки семян цинковыми удобрениями (г ZnSO₄/ц семян) на урожайность и качество зерна озимой тритикале на лугово-черноземной почве.

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га					Прибавка		Натура, г/л	Стекло-видность, %	Белок, %	Число падения, сек.
	2008	2009	2010	2011	Среднее	т/га	%				
N ₃₀ P ₆₀	2.94	2.29	2.13	4.28	2.91	-	-	635	50	16.6	64
+ Zn ₅₀	2.99	2.48	2.19	4.26	2.98	0.07	2	640	49	16.6	63
+ Zn ₁₀₀	3.64	2.60	2.31	4.10	3.16	0.25	9	641	50	17.0	63
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3.04	2.33	2.04	4.30	2.93	-	-	638	50	16.7	63
+ Zn ₅₀	3.14	2.71	2.25	4.32	3.11	0.18	6	640	50	16.7	63
+ Zn ₁₀₀	2.94	2.88	2.47	4.36	3.16	0.23	8	641	50	17.1	63
HCP _{0.05}	0.14	0.13	0.11	0.13							

Примечание: для качественных показателей зерна даны средние значения за 4 года.

N30P60Zn8. Следовательно, высокая урожайность зерна в изученных почвенно-климатических условиях достигается при сбалансированном питании растений азотом, фосфором и цинком.

В последние два года мы ввели в схему опытов варианты с внесением в почву повышенной дозы цинковых удобрений, равной 12 кг Zn/га (на обоих фонах – N30 и N30P60), но это не привело к дальнейшему росту урожайности озимой тритикале по сравнению с вариантами, где цинк вносился в почву в дозе 8 кг Zn/га (данные не представлены). Таким образом, оптимальной дозой цинковых удобрений при почвенном внесении является доза в 8 кг Zn/га.

Опудривание семян сульфатом цинка в дозах 50 и 100 г ZnSO₄/ц семян в целом было менее эффективно по сравнению с почвенным внесением данной формы цинкового удобрения. Так, на фоне применения N30P60 обработка семян сульфатом цинка в среднем за годы исследований повышала урожайность на 2-9% (табл. 2).

Анализ данных по урожайности озимой тритикале в вариантах опыта с внесением полного минерального удобрения (N30P60K60) позволяет сделать вывод о том, что применение калийных удобрений на лугово-черноземной почве неэффективно (табл. 2). Однако тенденция к положительному действию калийных удобрений на урожайность зерна проявилась в условиях сезона 2007-2008 гг., который характеризовался малоснежной зимой и недобором осадков по многим месяцам.

Важно отметить, что эффективность обработки семян цинком на фоне внесения полного минерального удобрения (N30P60K60) была максимальной в условиях сезона 2008-2009 гг. (табл. 2), когда, как уже отмечалось, были недостаточная обеспеченность теплом и избыточное количество осадков. Прибавка урожая зерна при внесении минимальной дозы цинка (50 г ZnSO₄/ц семян) в указанный сезон составила 0.38 т/га или 16%, а при внесении максимальной дозы цинка (100 г ZnSO₄/ц семян) – 0.55 т/га или 24%. В среднем за годы исследований обработка семян цинком на фоне внесения N30P60K60 повышала урожайность зерна на 6-8%.

В последние два года мы ввели в схему опытов варианты с обработкой семян повышенной дозой цинковых удобрений в 150 г ZnSO₄/ц семян (на обоих фонах – N30P60 и N30P60K60), но это не привело к росту урожайности зерна по сравнению с дозой в 100 г ZnSO₄/ц семян (данные не представлены). Следовательно, оптимальной дозой цинковых удобрений при опудривании семян является доза, равная 100 г ZnSO₄/ц семян.

Цинковые удобрения оказали наиболее сильное положительное влияние на качественные показатели зерна озимой тритикале при основном внесении в почву на азотном фоне (табл. 1). При этом повысилась натура зерна – с 604 до 639 г/л и увеличилось содержание белка в зерне – с 16.3 до 16.9% (в среднем за 4 года при внесении в почву 8 кг Zn/га). При улучшении условий фосфорного питания указанное положительное влияние почвенного внесения цинковых удобрений на качество зерна уменьшалось.

Опудривание семян цинком оказало небольшое положительное влияние на качественные характеристики зерна на фоне внесения азотно-фосфорных удобрений и полного минерального удобрения (табл. 2). Тем не менее, необходимо отметить, что максимальное количество белка в зерне озимой тритикале (17.1%) накапливалось в варианте с внесением N30P60K60 и опудриванием семян из расчета 100 г ZnSO₄/ц семян.

В целом низкие значения показателя «число падения» (63-64 сек.) свидетельствует о высокой активности фермента альфа-амилазы и накоплении продуктов расщепления крахмала в зерне озимой тритикале сорта «Сибирский», что придает липкость хлебному мякишу.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что цинковые удобрения оказывают существенное положительное влияние на урожайность и качество зерна озимой тритикале, возделываемой на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири. В изученных почвенно-климатических условиях было установлено, что внесение цинка в почву в целом является более эффективным способом повышения урожайности озимой тритикале по сравнению с опудриванием семян. Оптимальная доза цинка при внесении в почву составила 8 кг Zn/га, а при опудривании семян – 100 г ZnSO₄/ц семян.

Павлова Е.Ю. – студентка магистратуры, кафедра агрохимии; e-mail: www.elena.ru.09@mail.ru.

Бобренко И.А. – декан факультета агрохимии, почвоведения и экологии, доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: bobrenko67@mail.ru.

Гоман Н.В. – заведующая кафедрой агрохимии, кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: nera@mail.ru.

Омский государственный аграрный университет.

Авторы признательны региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России В.В. Носову за ряд комментариев при подготовке статьи.

Литература

- Бобренко И.А., Гоман Н.В., Попова В.И. и Болдышева Е.П. 2011а. Омский научный вестник, 1 (104): 246-250.*
- Бобренко И.А., Красницкий В.М., Гоман Н.В. и Попова В.И. 2011б. Плодородие, 4: 18-19.*
- Сечняк Л.К. и Сулима Ю.Г. 1984. Тритикале. М.: Колос. 317 с.*
- Красницкий В. М. 2002. Агрохимическая и экологическая характеристики почв Западной Сибири, Омск: Изд-во ОмГАУ. 144 с.*
- Красницкий В.М. 1999. Агрохимическая характеристика и плодородие почв Омской области. Омск. 51 с.*
- Орлова Э.Д. 2007. Микроэлементы в почвах и растениях Омской области и применение микроудобрений. Омск: Изд-во ОмГАУ. 76 с.*
- Ермохин Ю.И. 1995. Диагностика питания растений. Омск: Изд-во ОмГАУ. 208 с.*