

На правах рукописи

Зайцев Василий Николаевич

**ИНТЕГРИРОВАННОЕ ВЛИЯНИЕ
УДОБРЕНИЙ И ФУНГИЦИДА НА УРОЖАЙНОСТЬ
И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ**

06.01.04 – агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2010

Работа выполнена в ФГОУ ВПО
«Ставропольский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: доктор биологических наук, доцент
Подколзин Анатолий Иванович

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Цховребов Валерий Сергеевич

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент
Онищенко Людмила Михайловна

Ведущее предприятие: ГНУ «Ставропольский
научно-исследовательский институт
сельского хозяйства» РАСХН

Защита состоится «__» _____ 2010 г. в _____ часов
на заседании диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГОУ ВПО
«Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу:
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, ауд. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО
«Ставропольский государственный аграрный университет», с авторе-
фератом – на официальном сайте университета: <http://www.stgau.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

А. П. Шутко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Многообразие агрохимических средств, используемых в современных условиях, вызывает огромный интерес науки и практики к их интегрированному применению с целью обеспечения увеличения урожайности, улучшения качества продукции, воспроизводства плодородия почв, ограничения агрогенного загрязнения окружающей среды, повышения эффективности всего сельскохозяйственного производства.

Высокая стоимость средств химизации, особенности превращения биогенных элементов и действующего вещества средств защиты растений в баковых смесях, их влияние на растения и почву актуализируют решение проблем сокращения непроизводительных затрат и роста эффективности применения агрохимических средств.

В Ставропольском крае основной сельскохозяйственной культурой является озимая пшеница, площадь которой ежегодно составляет более 1,5 млн га. Одним из основных резервов увеличения её урожайности и улучшения качества зерна является повышение эффективности использования средств химизации. В комплексе мероприятий и приёмов рационального их применения важное значение приобретают баковые смеси удобрений и средств защиты растений.

Вместе с тем в настоящее время недостаточно исследовано влияние баковых смесей на рост и развитие растений озимой пшеницы, эффективность удобрений и средств защиты растений, агрохимическое состояние почв, листо-стеблевые болезни. В связи с этим изучение эффективности новых удобрений Лигнас и Лаварин совместно с фунгицидом Тимус представляется актуальным.

Цель исследований – выявить влияние совместного применения удобрений и средств защиты растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, степень поражения и распространённость болезней растений озимой пшеницы, уровень загрязнения продукции тяжёлыми металлами в зоне неустойчивого увлажнения на чернозёме обыкновенном; найти наиболее эффективные способы, дозы применения микроэлементсодержащих препаратов Лигнас, Лаварин и фунгицида Тимус в условиях экологизации сельскохозяйственного производства.

В задачи исследований входило:

- установить биологическую эффективность баковой смеси микроэлементсодержащих удобрений Лигнас, Лаварин и фунги-

- цида Тимус в отношении листо-стеблевых болезней озимой пшеницы;
- определить место удобрений Лигнас, Лаварин в технологии производства зерна озимой пшеницы, с целью увеличения урожайности и повышения качества;
 - выявить влияние удобрений и фунгицида на содержание тяжёлых металлов в зерне;
 - рассчитать экономическую эффективность применения микроэлементсодержащих удобрений и фунгицида.

Научная новизна. Впервые в зоне неустойчивого увлажнения на чернозёме обыкновенном изучено интегрированное влияние новых микроэлементсодержащих препаратов Лигнас, Лаварин и фунгицида Тимус на состояние и развитие растений озимой пшеницы. Получены новые знания по влиянию различных вариантов использования удобрений и фунгицида на урожайность озимой пшеницы, качество зерна, степень поражения и распространения болезней и содержание тяжёлых металлов в товарной продукции.

Практическая значимость. В ходе исследований получены экспериментальные данные, позволяющие рекомендовать производству использование испытываемых микроэлементсодержащих удобрений и фунгицида отдельно, в условиях, когда в посевах озимой пшеницы нет высокого распространения болезней. Это подтверждается и повышенным экономическим эффектом данного приёма.

Результаты исследований внедрены в СПК колхозе «Дубовский» Шпаковского района Ставропольского края на общей площади 700 га.

На защиту выносятся следующие положения:

- применение удобрений и фунгицида увеличивает число продуктивных стеблей, повышает урожай и качество зерна озимой пшеницы;
- интегрированное применение микроэлементсодержащих препаратов и фунгицида снижает распространённость и степень развития мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза;
- совместное использование удобрений и фунгицида менее эффективно, чем раздельное их применение в условиях существенного различия индекса развития болезней;
- использование удобрений и фунгицида обеспечивает получение экологически чистой продукции;
- экономическая эффективность использования удобрений и фунгицида независимо от способа применения, раздельно или совместно, показывает положительный результат.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» (Ставрополь, 2007–2008 гг.), ФГОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет» (2008 г.), в журнале «Агрехимический вестник» (2009 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 научные работы, из них 1 – в издании перечня ВАК Министерства образования и науки РФ.

Структура и объём диссертации. Работа состоит из введения, 7 глав, выводов и предложений производству, списка литературы, приложений. Диссертация изложена на 135 страницах машинописного текста, содержит 28 таблиц, 9 рисунков, 8 приложений. Список литературы насчитывает 145 источников.

2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводили на экспериментальном поле СПК колхоза «Дубовский» Шпаковского района Ставропольского края в 2007–2009 гг. Территория опытного участка, согласно схеме агроклиматического районирования края, по условиям влагообеспеченности находится в зоне неустойчивого увлажнения (ГТК – 0,9–1,1) с довольно высокой тепловой обеспеченностью вегетационного периода (сумма эффективных температур за период активной вегетации колеблется от 3200 до 3400 °С). По средним многолетним данным, годовое количество осадков составляет 450–550 мм. В течение года они распределены неравномерно и в основном выпадают весной и летом.

Метеорологические условия в годы исследований были характерными для зоны. Более благоприятные условия увлажнения озимой пшеницы складывались в 2007 и 2008 гг., когда за апрель – июль выпало 116 и 250 мм осадков. В 2009 г. при достаточно большом их количестве (279 мм) дефицит воздушной влаги в период налива зерна отрицательно повлиял на формирование урожайности.

Почва участка представляет собой чернозем обыкновенный слабогумусированный мощный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. На опытном участке содержание гумуса в пахотном слое – 3,4–3,6 % (среднее), подвижного фосфора 17–21 мг/кг (среднее), обменного калия – 445–490 мг/кг (высокое), реакция почвенного раствора составляет 7,1–7,2.

Содержание биогенных элементов в пахотном слое: сера – 6–8 мг/кг (среднее), марганец – 10–18 мг/кг (среднее), цинк – 0,51–0,55 мг/кг (низкое), бор – 2,1–2,6 мг/кг (высокое), медь – 0,14–0,15 мг/кг (низкое), кобальт – 0,05 мг/кг (низкое).

Предшественником в опытах был озимый рапс. После его уборки проводилась обработка почвы в виде лущения стерни на глубину 6–8 см и рыхления 10–12 см комбинированным агрегатом ККШ-6А. Агротехника возделывания озимой пшеницы осуществлялась в соответствии с рекомендациями научных учреждений для зоны неустойчивого увлажнения края.

В опыте высевали сорт озимой пшеницы Прикумская 141.

Для решения поставленных задач были заложены два мелкоделяночных опыта по 5 вариантов в четырёхкратной повторности. Метод размещения вариантов по делянкам рендомизированный. Общая площадь делянки – 100 м², учётная – 50 м².

Все работы по закладке опытов и наблюдения по вариантам проведены согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова и ОСТ 10 106–87.

Исследования проводили по следующим методикам: содержание органического вещества почвы – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91), реакцию среды почвенного раствора (рН) – потенциометрическим методом (ГОСТ 26423–85), содержание нитратного азота (ГОСТ 26488–91) – ионометрическим методом, содержание подвижного фосфора и обменного калия – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205–91), подвижные формы кадмия, свинца, цинка, меди, кобальта, марганца – по Крупскому и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50685–94), подвижный бор в почвах – по Бергеру и Труогу в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50688–94), подвижную серу – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26490–85).

В качестве удобрений использовали Лигнас и Лаварин. Лигнас является комплексным удобрением, содержащим: цинк – 0,18 %, молибден – 0,001 %, кобальт – 0,0027 %, медь – 0,01 %, марганец – 0,011 %, гуминовые кислоты – 5 %. Лаварин также представляет собой комплексное удобрение, в состав которого входят: магний – 1,0 %, железо – 0,07 %, медь – 0,01 %, марганец – 0,045 %, молибден – 0,006 %, бор – 0,02 %, цинк – 0,05 %, азот – 4,5 %, калий – 4,5 %, фосфор – 4,5 %. В качестве фунгицида использовали Тимус (д.в. пропиконазол 250 г/л), аналог Тилт.

В период исследований основными болезнями озимой пшеницы являлись септориоз и мучнистая роса. Бурая ржавчина на опытных полях проявлялась единичными пустулами и не имела экономического порога вредоносности.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Содержание влаги и элементов питания в почве

За годы исследований влагообеспеченность метрового слоя чернозёма обыкновенного колебалась в пределах от 83,2 до 142,3 мм. В среднем за 3 года исследований содержание продуктивной влаги в метровом профиле перед севом озимой пшеницы составило 94,3 мм. Количество продуктивной влаги к фазе кущения увеличивалось на 35 мм и достигало 129 мм. Наиболее резкое снижение влажности почвы в среднем за 2007–2009 гг. совпадало с периодом интенсивного потребления влаги – выход в трубку – колошение. Оно достигло 19 мм и охватило все слои метрового профиля почвы.

Общей закономерностью наличия продуктивной влаги в метровом слое почвы по годам исследований было то, что наименьшее количество влаги наблюдалось перед посевом, наибольшее – в период весеннего кущения. Это объясняется прежде всего размерами и временем выпадения осадков, а также интенсивностью потребления воды растениями на различных этапах органогенеза и объёмом испарения воды с поверхности почвы. Состояние наличия продуктивной влаги в метровом слое почвы за период наблюдений оценивалось как удовлетворительное и хорошее.

Установлено, что с ростом увлажнения почвы эффективность удобрений и фунгицида повышалась.

Обработка посевов озимой пшеницы удобрениями Лигнас, Лаварин и фунгицидом Тимус не повлияла на изменение реакции почвенного раствора. По всем вариантам в сравнении с контролем не было выявлено значительных изменений и определённых закономерностей. В период исследований почвенный раствор имел реакцию, близкую к нейтральной (7,1–7,2).

Содержание нитратного азота в слое почвы 0–100 см варьировало за годы исследований в пределах 31,7–142,7 кг/га. В среднем за 3 года перед севом озимой пшеницы в метровом слое почвы содержалось 72,6 кг/га N-NO₃. В фазу кущения отмечалось увеличение нитратного азота на 60,1 кг/га. Интенсивное уменьшение концентрации доступного азота в почве совпадало с периодом формирования большой вегетативной массы растений – кущение – колошение и не превышало 79,8 кг/га.

По вариантам опытов наличие азота в слое почвы 0–100 см перед севом существенно не отличалось. В фазу колошения отмечалось хотя

и незначительное, но снижение содержания азота по вариантам опытов в сравнении с контролем на 1–3 кг/га (рис. 1).

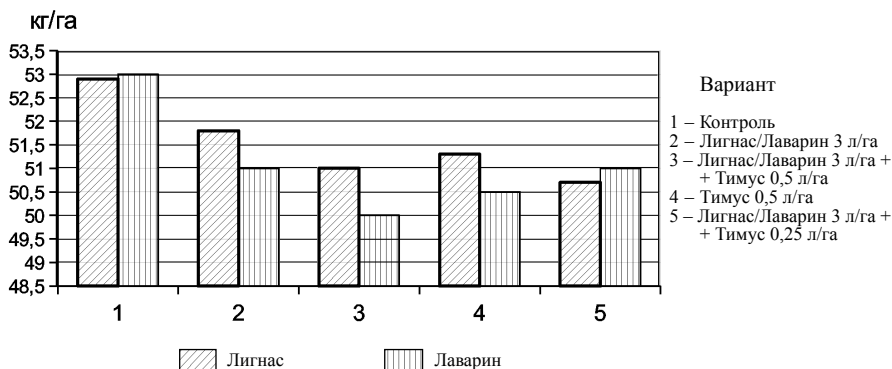


Рисунок 1 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0–100 см в фазу колошения озимой пшеницы (среднее за 2007–2009 гг.)

Вероятнее всего, это объясняется тем, что с повышением урожайности увеличивается потребление азота растениями, вследствие чего прослеживается снижение его содержания в почве. Недостаток азота восполнялся при проведении весенних подкормок.

Перед посевом содержание подвижного фосфора в годы исследований имело наибольшую концентрацию, находилось в группе со средней обеспеченностью и варьировало от 17 мг/кг (2008 г.) до 26 мг/кг (2009 г.).

Исследование изменений содержания P_2O_5 в слое почвы 0–20 см по фазам развития озимой пшеницы показывает, что во все годы наблюдений количество подвижного фосфора уменьшается в фазу колошения в сравнении с содержанием до посева на 18–25 %. Можно предположить, что это связано с увеличением поглощения фосфора растениями, иммобилизацией фосфора в почве в результате химического закрепления в труднодоступной форме.

Изучение содержания подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см в фазу колошения озимой пшеницы показывает определённую закономерность снижения P_2O_5 до 23 % на вариантах с применением удобрений и фунгицида в сравнении с контролем (рис. 2).

Вероятно, это объясняется тем, что использование агрохимикатов оптимизирует питание растений, увеличивает их биомассу и потребление P_2O_5 из почвы.

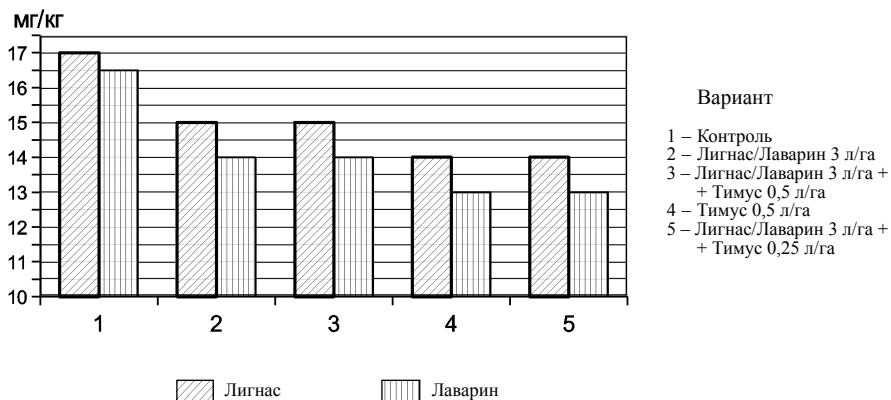


Рисунок 2 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см в фазу колошения озимой пшеницы (среднее за 2007–2009 гг.)

Содержание обменного калия в почве в целом за все годы исследований находилось в пределах повышенной обеспеченности – от 445 до 513 мг/кг. Перед севом, в фазу кущения, в фазу колошения наличие калия по вариантам опыта было различным. Однако определённых закономерностей в динамике содержания обменного калия не установлено (рис. 3).

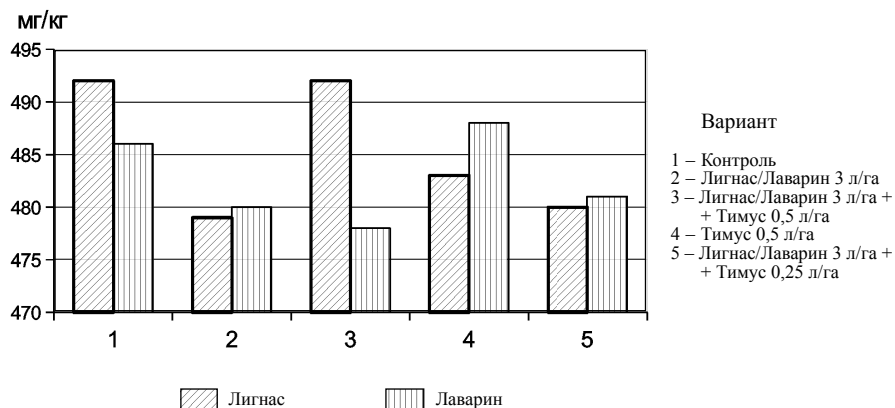


Рисунок 3 – Содержание калия в слое почвы 0–20 см в фазу колошения озимой пшеницы (среднее за 2007–2009 гг.)

3.2. Влияние удобрений и фунгицида на степень поражения и распространённость болезней озимой пшеницы

В период исследований основными болезнями растений озимой пшеницы являлись мучнистая роса и септориоз. Поражение растений бурой ржавчиной было незначительным и не превышало 1 %.

Степень поражения растений озимой пшеницы болезнями в 2007 и 2008 гг. на контроле была на одном уровне. Резкое повышение количества поражённых растений в 2009 г. объясняется погодными условиями. Они сложились благоприятным образом для развития септориоза и мучнистой росы.

Снижение поражения растений озимой пшеницы болезнями в сравнении с контролем наблюдалось во всех вариантах опыта с применением Лигнаса. Использование вариантов Лигнас 3 л/га + Тимус 0,5 л/га и Лигнас + Тимус (50 % от рекомендованной нормы расхода) показало наилучшие результаты за годы исследования в борьбе с болезнями.

Таблица 1 – Влияние удобрения Лигнас и фунгицида Тимус на степень поражения растений озимой пшеницы болезнями, %

Вариант	Септориоз			Сред- нее	Бурая ржавчина			Сред- нее	Мучнистая роса			Сред- нее
	2007	2008	2009		2007	2008	2009		2007	2008	2009	
Контроль	20	20	28	22,7	-	1	1	0,7	15	20	15	16,7
Лигнас 3 л/га	12	13	20	15,0	1	1	1	1,0	11	15	10	12,0
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	11	12	17	13,3	1	1	1	1,0	7	10	5	7,3
Тимус 0,5 л/га	11	12	18	13,7	1	1	1	1,0	8	8	5	7,0
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	12	12	17	13,7	1	1	1	1,0	8	10	8	8,7
НСР ₀₅	1,2	1,1	1,4	1,2	0,4	0,4	0,4	0,4	1,7	1,9	1,7	1,7

В опыте с использованием Лаварина отмечается аналогичная ситуация. Наилучший показатель в снижении степени поражения растений септориозом отмечен при использовании варианта Лаварин 3 л/га + Тимус (50 % от рекомендованной нормы расхода).

На снижение распространения мучнистой росы в посевах озимой пшеницы наилучшее воздействие оказала обработка фунгицидом в фазу трубкования.

Несколько большую эффективность в снижении поражения растений озимой пшеницы болезнями оказывает совместное использование удобрений и фунгицида. Вероятно, это можно объяснить тем, что применение фунгицида продлевает вегетационный период растений

в связи с отсутствием поражения листовой пластинки. Удобрения оптимизируют питание растений, так как входят в состав большого числа ферментов, которые ускоряют биохимические реакции, реакции синтеза, распада и обмена (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние удобрения Лаварин и фунгицида Тимус на степень поражения растений озимой пшеницы болезнями, %

Вариант	Септориоз			Сред- нее	Бурая ржавчина			Сред- нее	Мучнистая роса			Сред- нее
	2007	2008	2009		2007	2008	2009		2007	2008	2009	
Контроль	20	20	28	22,6	1	1	1	1,0	16	20	15	17,0
Лаварин 3 л/га	13	13	19	15,0	1	1	1	1,0	8	10	10	9,3
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	12	11	20	14,3	–	1	1	0,7	7	5	5	5,6
Тимус 0,5 л/га	12	12	18	14,0	1	1	–	0,7	6	5	5	5,3
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	13	12	18	14,3	–	1	1	0,7	8	5	5	6,0
НСР ₀₅	1,3	1,3	1,4	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7	4,1	4,1	4,2	4,1

Снижение распространения исследуемых болезней на посевах озимой пшеницы отмечено во всех вариантах опыта с использованием Лигнаса в сравнении с контролем (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние удобрения Лигнас и фунгицида Тимус на распространённость болезней озимой пшеницы, %

Вариант	Септориоз			Сред- нее	Бурая ржавчина			Сред- нее	Мучнистая роса			Сред- нее
	2007	2008	2009		2007	2008	2009		2007	2008	2009	
Контроль	77	70	73	73,3	3	5	2	3,3	30	47	50	42,3
Лигнас 3 л/га	60	72	61	64,3	4	3	5	4,0	27	40	51	39,3
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	50	68	60	59,3	2	3	1	2,0	17	20	25	20,7
Тимус 0,5 л/га	59	61	63	61,0	2	1	1	1,3	19	30	39	29,3
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	64	61	60	61,6	1	2	1	1,3	25	35	44	34,7
НСР ₀₅	8,7	8,5	8,6	8,6	1,6	1,7	1,5	1,6	5,2	5,3	5,4	5,4

Выявлено, что использование удобрения Лигнас в дозе 3 л/га совместно с фунгицидом Тимус в полной дозе 0,5 л/га оказывает положительное воздействие на снижение распространения септориоза от 9 до 12,3 %, мучнистой росы от 3 до 21,6 %.

В опыте с Лаварином также снижалась распространённость исследуемых болезней на посевах озимой пшеницы во всех вариантах опыта в сравнении с контролем (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние удобрения Лаварин и фунгицида Тимус на распространённость болезней озимой пшеницы, %

Вариант	Септориоз			Сред- нее	Бурая ржавчина			Сред- нее	Мучнистая роса			Сред- нее
	2007	2008	2009		2007	2008	2009		2007	2008	2009	
Контроль	75	72	72	73,0	2	4	5	3,6	31	44	52	42,3
Лаварин 3 л/га	63	71	63	65,6	2	1	4	2,3	28	42	49	39,7
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	49	65	62	58,6	2	3	2	2,3	19	21	24	21,3
Тимус 0,5 л/га	54	69	68	63,6	1	1	–	0,7	18	29	35	27,3
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	55	66	65	62,0	2	1	1	1,3	23	34	48	35,0
НСР ₀₅	7,3	7,2	7,2	7,2	1,7	1,9	1,9	1,8	5,9	6,3	6,5	6,3

За годы исследований использование удобрения Лаварин 3 л/га совместно с фунгицидом Тимус 0,5 л/га оказывает лучшее воздействие на снижение распространения септориоза от 7,4 до 14,4 %, мучнистой росы от 2,6 до 21 %.

Бурая ржавчина в годы исследований имела минимальный индекс распространения и не было угрозы для посевов озимой пшеницы.

3.3. Влияние применения удобрений и фунгицида на продуктивность озимой пшеницы

Применение средств химизации оказало положительное воздействие на структуру урожая озимой пшеницы (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние удобрения Лигнас и фунгицида Тимус на структуру урожая озимой пшеницы

(среднее за 2007–2009 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Длина колоса, см	Число зёрен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зёрен, г
Контроль	90,3	367	8,5	34	0,98	33,3
Лигнас 3 л/га	93,3	394	8,5	34	0,97	35,2
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	95,3	403	9,0	35	1,04	36,7
Тимус 0,5 л/га	94,0	404	8,5	34	1,0	36,1
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	94,3	402	8,5	34	1,04	36,4
НСР ₀₅	2,8	8,9	0,66	0,85	0,07	2

Количество продуктивных стеблей озимой пшеницы на 1 м² увеличилось по сравнению с контролем на 7–10 %.

Высота растений на вариантах с раздельным использованием удобрений и фунгицида – Лигнас 3 л/га и Тимус 0,5 л/га – составляла 93,3 и 94 см соответственно. В сравнении с контролем растения озимой пшеницы выше на 3 и 4 %.

Тем не менее следует отметить, что четкой зависимости между высотой растений озимой пшеницы и урожайностью не выявлено.

Использование Лигнас 3 л/га + Тимус 0,5 л/га и Лигнас 3 л/га + Тимус 0,25 л/га увеличивали массу зерна с колоса на 0,06 г по сравнению с контролем. По всей видимости это связано с большей фотосинтетической активностью растений и оптимизацией питания озимой пшеницы в результате действия удобрений и фунгицида.

При использовании удобрения и фунгицида в разных сочетаниях масса 1000 зёрен увеличивалась на 7–10 % по сравнению с контролем.

Аналогичные закономерности установлены в опыте с применением Лаварина. Применение удобрений и фунгицида, как совместно, так и раздельно, оказывает положительное влияние на структуру урожая (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние удобрения Лаварин и фунгицида Тимус на структуру урожая озимой пшеницы

(среднее за 2007–2009 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Длина колоса, см	Число зёрен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зёрен, г
Контроль	92,0	373	8,5	34	0,98	34,0
Лаварин 3 л/га	95,3	402	8,6	34	1,06	36,3
Лаварин 3 л/га + Тимус 0,5 л/га	97,0	425	9,1	35	1,03	37,1
Тимус 0,5 л/га	96,7	432	8,5	35	0,99	37,2
Лаварин 3 л/га + Тимус 0,25 л/га	97,7	431	9,0	35	1,07	37,5
НСР ₀₅	3,7	9,5	0,61	0,9	0,1	2,3

Результаты исследования влияния удобрений и фунгицида на урожайность и качество зерна озимой пшеницы по годам показывают, что прибавка урожая есть по всем вариантам обоих опытов в сравнении с контролем. Наибольшая прибавка урожайности получена при совместном применении удобрения Лигнас 3 л/га + Тимус 0,5 л/га – 5,1 ц/га.

Статистическая обработка данных позволяет сделать вывод о достоверном увеличении урожайности в опыте с применением Лигнаса от 11 до 14,5 %, в опыте с использованием Лаварина от 11,5 до 16,7 % в сравнении с контролем (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние удобрения Лигнас и фунгицида Тимус на урожайность озимой пшеницы, ц/га

Вариант	2007	2008	2009	Среднее	Прибавка к контролю
Контроль	40,2	37,8	27,6	35,2	–
Лигнас 3 л/га	45,6	41,1	30,7	39,1	3,9
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	46,8	42,1	31,9	40,3	5,1
Тимус 0,5 л/га	45,7	42,8	32,0	40,2	5,0
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	45,8	41,6	32,2	39,9	4,7
НСР ₀₅	1,0	1,0	0,8		

Вместе с тем результаты по годам имеют различия, которые в основном объясняются особенностями погодных условий. Так, в 2008 г. урожай был достаточно высокий. На контрольном варианте – 37,8 ц/га. Наибольшую урожайность обеспечило применение фунгицида в фазу трубкования – 42,8 ц/га, что превышает контроль на 13,2 %.

В 2009 г. урожай значительно меньше. Это связано с дефицитом воздушной влаги в период вегетации. Высокая температура и недостаток влаги отрицательно повлияли на формирование урожая.

В опыте с применением Лаварина в 2007 г. наибольшая урожайность получена при использовании Лаварина 3 л/га + Тимус 0,25 л/га (50 % от рекомендованной нормы расхода) – 48,8 ц/га, что на 15,6 % выше, чем на контроле (табл. 8).

Таблица 8 – Влияние удобрения Лаварин и фунгицида Тимус на урожайность озимой пшеницы, ц/га

Вариант	2007	2008	2009	Среднее	Прибавка к контролю
Контроль	42,2	40,1	27,6	36,6	–
Лаварин 3 л/га	47,0	43,9	31,5	40,8	4,2
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	48,5	45,5	32,1	42,0	5,4
Тимус 0,5 л/га	48,0	46,4	32,6	42,3	5,7
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	48,8	46,8	32,5	42,7	6,1
НСР ₀₅	1,6	1,1	1,1		

В 2009 г. обработка фунгицидом в фазу трубкования позволила получить урожайность 32,6 ц/га.

Средняя урожайность за 2007–2009 гг. в опыте с использованием Лаварина (интегрированное применение удобрения и фунгицида Тимус с 50 % нормой расхода от рекомендованной) составила – 42,7 ц/га, что выше на 16,7 % полученных данных без применения средств химизации.

Таким образом, можно утверждать, что использование удобрений совместно с фунгицидом в сравнении с использованием только фунгицида существенного влияния на урожайность озимой пшеницы не оказало. Видимо, это можно объяснить тем, что использование фунгицида продлевает вегетационный период растений, увеличивает здоровую ассимиляционную поверхность листьев, оптимизируется питание растений, повышается урожайность.

Полученная прибавка с использованием только удобрений, вероятно, объясняется не только их положительным влиянием на оптимизацию питания растений, повышением иммунитета растений, но и наличием у препарата фунгицидных свойств, которые сдерживают развитие болезней на начальном этапе их развития.

Все рассматриваемые показатели качества зерна озимой пшеницы под влиянием применения Лигнаса и фунгицида улучшались (табл. 9).

Таблица 9 – Влияние удобрения Лигнас и фунгицида Тимус на качественные показатели зерна озимой пшеницы

(среднее за 2007–2009 гг.)

Вариант	Сырая клейковина, %	ИДК, у.е.	Группа	Натура, г/л	Белок, %	Стекловидность, %
Контроль	18,6	80	2	710	10,49	35
Лигнас 3 л/га	18,9	83	2	712	11,34	37
Лигнас 3л/га + + Тимус 0,5 л/га	19,9	75	1	714	12,48	40
Тимус 0,5 л/га	19,4	76	2	713	11,34	39
Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	19,4	75	1	713	11,51	39
НСР ₀₅	1,9	–	–	5,0	0,7	–

Разница с контролем составляет: клейковина – 0,3–0,8 %, натура – 2–4 г/л, белок – 0,9–2,0 %, стекловидность – 2–5 %.

Вариант Лигнас 3 л/га + Тимус 0,5 л/га в сравнении с контролем повысил содержание сырой клейковины на 1,3 %. Тимус 0,5 л/га и Лигнас 3 л/га + Тимус 0,25 л/га обеспечили рост содержания клейковины на 0,8 %. Применение только Лигнаса 3 л/га увеличивало этот показатель на 0,3 % в сравнении с контролем.

Натура зерна была выше от 2 до 4 г/л на вариантах с применением средств химизации в сравнении с контролем.

Наибольшее содержание белка в зерне озимой пшеницы наблюдалось при использовании Лигнаса 3 л/га + Тимус 0,5 л/га – 12,5 %, что выше, чем на контроле, на 10,5 %.

Наибольшая стекловидность зерна озимой пшеницы получена в вариантах: Лигнас 3 л/га + Тимус 0,5 л/га, Тимус 0,5 л/га и Лигнас 3 л/га + Тимус 0,25 л/га – 40, 39 и 39 % соответственно, что на 5, 4 и 4 % выше, чем на контроле.

Аналогичные закономерности наблюдаются и с использованием удобрения Лаварин (табл. 10).

Таблица 10 – Влияние удобрения Лаварин и фунгицида Тимус на качественные показатели зерна озимой пшеницы

(среднее за 2007–2009 гг.)

Вариант	Сырая клейковина, %	ИДК, у.е.	Группа	Натура, г/л	Белок, %	Стекловидность, %
Контроль	18,7	77	2	710	10,50	35
Лаварин 3 л/га	19,2	75	1	714	11,63	39
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	18,9	78	2	711	11,00	37
Тимус 0,5 л/га	19,7	82	2	716	12,71	40
Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га	18,9	82	2	711	11,12	37
НСР ₀₅	2,7	–	–	7,0	0,7	–

Под влиянием применения удобрения и фунгицида все характеристики качества зерна озимой пшеницы увеличивали свои показатели, разница с контролем составляла: клейковина – 0,2–1,0 %, натура – 1–6 г/л, белок – 0,5–2,21 %, стекловидность – 2–5 %.

3.4. Влияние применения удобрений и фунгицида на содержание тяжёлых металлов в основной и побочной продукции

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование исследуемых микроудобрений и фунгицида не способствует накоплению тяжёлых металлов в зерне и соломе озимой пшеницы. Содержание определяемых тяжелых металлов значительно ниже допустимых значений. На основании этого можно утверждать – применение микроудобрений Лигнас 3 л/га, Лаварин 3 л/га и фунгицида Тимус в дозах 0,25 л/га и 0,5 л/га раздельно или в сочетании обеспечивают получение экологически чистой сельскохозяйственной продукции, безопасной для её дальнейшего использования (табл. 11).

Таблица 11 – Влияние применения удобрений Лигнас, Лаварин и фунгицида Тимус на содержание тяжёлых металлов в зерне и соломе, мг/кг
(среднее за 2007–2009 гг.)

Вариант	Cd		Hg		Pb		Mn		Zn		Cu		Co	
	3	C	3	C	3	C	3	C	3	C	3	C	3	C
Лигнас														
1. Контроль	0,03	0,07	0,00001	0,00003	0,24	0,6	13,83	18,39	16,58	3,33	3,03	2,52	0,22	0,32
2. Лигнас 3 л/га	0,03	0,07	0,00002	0,00001	0,25	0,61	14,65	17,65	15,65	2,44	3,2	2,39	0,23	0,21
3. Лигнас 3 л/га + Тимус 0,5 л/га	0,02	0,08	0,00002	0,00002	0,24	0,61	15,36	16,98	16,8	2,64	3,1	2,37	0,22	0,2
4. Тимус 0,5 л/га	0,02	0,07	0,00002	0,00001	0,31	0,65	14,09	17,3	16,26	2,21	3,3	2,15	0,25	0,24
5. Лигнас 3 л/га + Тимус 0,25 л/га	0,03	0,07	0,00001	0,00001	0,28	0,62	14,4	17,25	16,96	2,51	3,5	2,22	0,3	0,42
Лаварин														
1. Контроль	0,02	0,08	0,00003	0,00002	0,35	0,61	13,91	15,1	15,93	2,33	3,4	1,93	0,24	0,19
2. Лаварин 3 л/га	0,03	0,07	0,00003	0,00001	0,29	0,71	13,25	17,87	16,26	2,71	3,3	2,09	0,3	0,7
3. Лаварин 3 л/га + Тимус 0,5 л/га	0,02	0,08	0,00001	0,00001	0,27	0,68	12,76	16,83	17,51	3,0	3,3	2,07	0,3	0,39
4. Тимус 0,5 л/га	0,02	0,08	0,00002	0,00002	0,22	0,64	13,97	16,87	15,03	2,67	3,01	2,13	0,3	0,17
5. Лаварин 3 л/га + Тимус 0,25 л/га	0,02	0,07	0,00001	0,00003	0,26	0,63	13,93	16,27	14,24	3,33	3,1	2,11	0,26	0,29
МДУ	0,1	0,3	0,03	0,05	0,5	5,0	–	–	50,0	50,0	10,0	30,0	–	–

Примечание. 3 – зерно; C – солома. МДУ – минимально допустимые уровни.

В опыте с применением Лигнаса средние данные за годы исследований свидетельствуют о более высоком содержании в зерне по отношению к соломе во всех вариантах цинка и меди. Содержание марганца в соломе незначительно выше, чем в зерне. Распределение кобальта в вариантах опыта различно. В контрольном варианте и в варианте Лигнас + Тимус (50 % от нормы) в соломе его содержится больше, чем в зерне (70:30 %). В остальных вариантах содержание кобальта в зерне несколько выше, соотношение приблизительно одинаково (55:45 %).

Содержание ртути в зерне и соломе примерно одинаково и колеблется в пределах от 0,00001 до 0,00003 мг/кг. Свинца в зерне содержится в два раза меньше, чем в соломе. В побочной продукции кадмий находится в количестве, превышающем его содержание в зерне в 3 раза.

Аналогичные закономерности установлены и в опыте с применением Лаварина. Вероятно, это объясняется в большей степени биологическими особенностями растений озимой пшеницы, чем влиянием различных вариантов использования микроудобрений и фунгицида на накопление и распределение по частям растений тяжелых металлов.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ФУНГИЦИДА

Действие удобрений и фунгицида оказало положительное влияние на основные показатели экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы. Так, в опыте с использованием Лигнаса в сравнении с контролем рост урожайности с 1 га составил – 11–14 %, денежная выручка с 1 га увеличилась на 2145–2805 руб., прибыль – на 1505–2000 руб. (табл. 12).

**Таблица 12 – Экономическая эффективность применения
удобрения Лигнас и фунгицида Тимус**

(среднее за 2007–2009 гг.)

Показатели	Контроль	Лигнас 3 л/га	Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	Тимус 0,5 л/га	Лигнас 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га
Урожайность, ц/га	35,2	39,1	40,3	40,2	39,9
Цена 1 ц, руб.	550	550	550	550	550
Денежная выручка с 1 га, руб.	19360	21505	22165	22110	21945
Производственные затраты на 1 га, руб.	11245	11885	12235	11995	12060
Себестоимость 1 ц, руб.	319	304	304	298	302
Прибыль с 1 га, руб.	8115	9620	9930	10115	9885
Уровень рентабельности, %	72,2	80,9	81,2	84,3	82,0

В опыте с использованием Лаварина в сравнении с контрольным вариантом рост урожайности с 1 га составил 11–17 %, денежная выручка с 1 га увеличилась на 2310–3355 руб., прибыль – на 1670–2540 руб., несмотря на то, что производственные затраты на 1 га в обоих опытах увеличивались на 640–990 руб. (табл. 13).

Таблица 13 – Экономическая эффективность применения удобрения Лаварин и фунгицида Тимус

(среднее за 2007–2009 гг.)

Показатели	Контроль	Лаварин 3л/га	Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,5 л/га	Тимус 0,5 л/га	Лаварин 3 л/га + + Тимус 0,25 л/га
Урожайность, ц/га	36,6	40,8	42,0	42,3	42,7
Цена 1 ц, руб.	550	550	550	550	550
Денежная выручка с 1 га, руб.	20130	22440	23100	23265	23485
Производственные затраты на 1 га, руб.	11245	11885	12235	11995	12060
Себестоимость 1 ц, руб.	307	291	291	284	282
Прибыль с 1 га, руб.	8885	10555	10865	11270	11425
Уровень рентабельности, %	79,0	88,8	88,8	93,9	94,7

Благодаря полученной прибавке урожая от применяемых удобрений и фунгицида по сравнению с контрольным вариантом, снижалась себестоимость 1 ц в опыте с использованием Лигнаса – на 11–17 руб., в опыте с использованием Лаварина на 11–20 руб., а уровень рентабельности возрастал на 8–12 % и 9–16 % соответственно.

Столь высокая эффективность применения удобрений и фунгицида в период проведения исследований связана, на наш взгляд, с тем, что действие микроэлементсодержащих препаратов и фунгицида исследовалось на достаточно высоком агрохимическом фоне по содержанию в почве основных питательных элементов, с хорошим предшественником на высоком агротехническом фоне.

ВЫВОДЫ

1. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы по годам исследований существенно не различались и оценивались как удовлетворительные. Общей закономерностью динамики содержания влаги было снижение её запасов от фазы весеннего кушения до колошения с 129 до 110 мм в среднем за 2007–2009 гг.
2. Среднее содержание нитратного азота в фазу колошения за годы исследований (2007–2009 гг.) находилось в пределах от 50 до

- 53 кг/га в слое почвы 0–100 см. Незначительное снижение содержания азота от 2 до 6 % отмечается на вариантах с применением удобрений и фунгицида в сравнении с контролем. Содержание подвижного фосфора находилось в пределах средней обеспеченности и варьировало по годам от 17 мг/кг (2008 г.) до 26 мг/кг (2009 г.). Почва опытного участка была обеспечена высоким содержанием калия – от 445 до 513 мг/кг.
3. Совместное использование микроэлементсодержащих препаратов Лигнас, Лаварин и фунгицида Тимус в среднем за 3 года снижает степень поражения растений озимой пшеницы болезнями на 9,0–9,4 % и распространённость мучнистой росой, бурой ржавчиной и септориозом от 2 до 21,6 %. Тем не менее наибольшую биологическую эффективность при высокой степени поражения растений озимой пшеницы болезнями обеспечило использование фунгицида Тимус в соответствии с рекомендациями производителя пестицида.
 4. Применение удобрений Лигнас, Лаварин и фунгицида Тимус увеличивает урожай зерна озимой пшеницы на 3,9–5,7 ц/га, при этом количество сырой клейковины возрастает на 0,2–1,0 % и находится в пределах ошибки. Интегрированное использование удобрений и фунгицида в сравнении с отдельным их применением не даёт значительного повышения урожая и качества зерна озимой пшеницы в условиях средней обеспеченности почв фосфором, высокой – калием, оптимальной – азотом, значительного различия степени поражения растений болезнями.
 5. При невысокой степени поражения растений мучнистой росой и септориозом, значительно превышающей экономический порог вредоносности, использование удобрений Лигнас 3 л/га, Лаварин 3 л/га без фунгицида Тимус является наиболее эффективным приёмом повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы.
 6. Использование только фунгицида Тимус в соответствии с рекомендациями производителя препарата при высоком индексе развития мучнистой росы и септориоза, значительно превышающем экономический порог вредоносности, даёт наиболее высокий эффект в сравнении с вариантами совместного применения с удобрениями Лигнас или Лаварин.
 7. Интегрированное применение удобрения Лигнас 3 л/га и фунгицида Тимус 0,5 л/га в среднем за 3 года исследований способствовало повышению количества продуктивных стеблей на одном квадратном метре на 10 %, Лаварин 3 л/га в сочетании с фунгицидом Тимус 0,25 л/га – на 15 % в сравнении с контро-

лем, увеличению урожайности на 5,1 и 6,1 ц/га, содержания сырой клейковины на 0,2 и 0,8 % соответственно. Однако в годы со значительным различием индекса развития болезней совместное внесение удобрений и фунгицида в баковых смесях не обеспечило лучшую биологическую эффективность в сравнении с раздельным их использованием.

8. Применение удобрений и фунгицида Тимус совместно и раздельно по всем вариантам опытов не способствует накоплению тяжёлых металлов в основной и побочной продукции. Содержание тяжёлых металлов в зерне и соломе озимой пшеницы меньше минимально допустимых уровней в 2 и более раз.
9. Применение удобрений Лигнас, Лаварин и фунгицида Тимус обеспечило рост показателей экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы. В сравнении с контролем денежная выручка с 1 га возросла на 2145–3355 руб., себестоимость 1 ц зерна снизилась на 11–20 руб.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При возделывании озимой пшеницы на черноземе обыкновенном следует применять удобрения Лигнас 3 л/га или Лаварин 3 л/га в фазе трубкования озимой пшеницы.
2. При невысоком распространении мучнистой росы и септориоза, незначительно превышающем экономический порог вредоносности, следует использовать удобрения Лигнас 3 л/га или Лаварин 3 л/га без фунгицида Тимус.
3. В годы с высоким индексом развития мучнистой росы и септориоза, значительно превышающим экономический порог вредоносности, использование только фунгицида Тимус в соответствии с рекомендациями производителя препарата будет наиболее эффективным приёмом повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ:

1. Зайцев, В. Н. Совместное применение микроудобрений и средств защиты растений на озимой пшенице в условиях чернозёмной

зоны Центрального Предкавказья / В. Н. Зайцев, А. И. Подколзин // Агрехимический вестник. – 2010. – № 1. – С. 20–21.

Статьи в других изданиях:

2. Зайцев, В. Н. Динамика нитратного азота в почвах Ставропольского края / В. Е. Давыдов, Л. Ф. Борисенко, В. Н. Зайцев // Материалы V Всероссийского съезда общества почвоведов. – Ростов н/Д, 2008. – С. 166.
3. Зайцев, В. Н. Влияние совместного применения микроудобрений и средств защиты растений на урожай и качество зерна озимой пшеницы в условиях чернозёмной зоны Центрального Предкавказья / А. И. Подколзин, В. Н. Зайцев // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа : материалы 73-й научно-практической конференции. – Ставрополь : ИПЦ «Параграф», 2009. – С. 101–105.

Подписано в печать 17.11.2010. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$,
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.
Тираж 100. Заказ № 503.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,
г. Ставрополь, ул. Мира, 302.