

На правах рукописи

САЛЕНКО ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗОНЕ УМЕРЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ОПТИМИЗАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

06.01.04. – агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь 2015

Работа выполнена на кафедре агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет»
в 2010-2014 гг.

Научный руководитель: **Есаулко Александр Николаевич**,
профессор кафедры агрохимии и физиологии растений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Ставропольского государственного аграрного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации

Официальные оппоненты: **Бельтюков Леонид Петрович**,
профессор кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур Азово-Черноморского инженерного института - филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Донского государственного аграрного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Онищенко Людмила Михайловна,
профессор кафедры агрохимии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Кубанского государственного аграрного университета, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

Ведущая организация: **Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Ставропольский научно исследовательский институт сельского хозяйства» ФАНО России**

Защита диссертации состоится « 4 » февраля 2016 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, ауд. №4, тел/факс (8652) 34-58-70

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», а с авторефератом – на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии <http://vak.ed.gov.ru> и на официальном сайте университета: www.stgau.ru

Автореферат разослан « ____ » декабря 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор с.-х. наук, доцент

Шутко Анна Петровна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема увеличения производства зерна возможна лишь за счет повышения продуктивности пашни. Этому способствует программирование урожаев. В Ставропольском крае наблюдаются резкие колебания в урожайности озимой пшеницы. Программированное выращивание предусматривает оптимизацию минерального питания растений в соответствии с наличием тепла, влаги и света, для повышения урожайности и её качества.

Цель работы заключалась в оптимизации применения минеральных удобрений на основе изучения балансовых методик расчета норм туков для достижения программируемого уровня урожайности озимой пшеницы.

Задачи исследований:

- изучить влияние применения минеральных удобрений на динамику агрохимических показателей 0–20 см слоя чернозёма выщелоченного в течение вегетации озимой пшеницы;
- установить влияние применения минеральных удобрений на показатели роста и химический состав растений озимой пшеницы;
- определить влияние методик расчета доз минеральных удобрений на урожайность и качество получаемой продукции на определенный уровень продуктивности озимой пшеницы;
- определить условия, способствующие получению максимальной агротехнической и экономической эффективности применения изучаемых приемов.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые в зоне умеренного увлажнения Центрального Предкавказья на черноземе выщелоченном были изучены различные методики расчета доз минеральных удобрений для оптимизации питания озимой пшеницы с целью получения программируемого уровня продуктивности культуры 4,0; 5,0 и 6,0 т/га.

Практическая значимость работы. Получены экспериментальные данные, позволяющие рекомендовать производству различные методики расчета доз минеральных удобрений в зависимости от уровня планируемого урожая.

Результаты исследований апробированы на территории землепользования ИП глава КФХ «Колесникова Александра Петровича» Новоалександровского района и АО СП «Новотроицкое» Изобильненского района на общей площади 500 га. Рекомендованная доза минеральных удобрений по методике расчета В.В. Агеева используется в технологии возделывания озимой пшеницы в хозяйствах, увеличивая урожайность на 1,97–2,26 т/га, а прибыль – на 1,3–1,7 тыс. руб.

Основные положения, выносимые на защиту:

- дозы минеральных удобрений оказывают положительное влияние

на содержание в 0–20 см слое чернозема выщелоченного подвижных форм азота, фосфора и калия, но не изменяют динамики направленности процесса во время вегетации растений озимой пшеницы;

– эффективность программирования урожайности озимой пшеницы определяется в большей степени методиками расчета доз минеральных удобрений, планируемой продуктивности культуры и погодными условиями;

– экономическая эффективность применения минеральных удобрений под озимую пшеницу зависит от уровня планируемой урожайности и методик расчета доз минеральных удобрений.

Апробация работы. Основные результаты исследований диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях Ставропольского государственного аграрного университета (2010–2014 гг.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте и образовании (Одесса, 2012 г.); XV Международной научно-практической конференции «Инновации в науке» (Новосибирск, 2012 г.); V Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» (Москва, 2013 г.); конференции Международного института питания растений «Better crops with Plant Food» (Canada, 2014 г.); IV Международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса» (Ставрополь, 2015 г.); IV Международной научной конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова» (Ставрополь, 2015 г.).

По материалам исследований опубликовано 14 научных работ, в том числе 3 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 162 страницах машинописного текста и состоит из введения, шести глав, выводов, предложений производству и приложений. Иллюстрационный материал включает 12 таблиц, 6 рисунков и графиков и 53 приложения. Список литературы содержит 246 источников, из них 23 – зарубежных авторов.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились в период с 2010 по 2014 гг. на территории опытной сельскохозяйственной станции ФГБОУ ВПО Ставропольского государственного аграрного университета. Опытный участок располагается в пределах Ставропольской возвышенности, на высоте 500-550 м над уровнем моря. Рельеф территории – слабоволнистая равнина, мезорельеф – северный пологий склон с крутизной около 1°.

Почва места проведения исследований – чернозем выщелоченный, мощный, малогумусный тяжелосуглинистый. Почвообразующие породы

представлены бурными тяжелыми карбонатными элюво-делювиальными суглинками и глинами, а подстилающие породы – сарматскими отложениями, которые вместе, как следствие, предопределили тяжелосуглинистый пылевато-иловатый механический состав почвенного покрова.

В момент закладки опытов почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями - средней обеспеченностью органическим веществом 5,1-5,4%; а обеспеченность почвы подвижными формами макроэлементов соответствовало группировкам со средней обеспеченностью N-NO₃ - 16-30; P₂O₅ - 20-25 и K₂O - 220-270 мг/кг почвы (по Мачигину). По степени кислотности реакция почвенного раствора в пахотном горизонте почвы нейтральная, рН находится в пределах 6,1-6,5 ед.

Климат в районе расположения территории опытной станции - умеренно сухой, характеризующийся по многолетним наблюдениям продолжительным жарким летом и теплой осенью, с довольно мягкой зимой и весной с неустойчивым температурным режимом. Среднегодовая температура воздуха – 9,2°С. По многолетним данным в зоне проведения опытов в год выпадает от 550 до 650 мм, сумма эффективных температур за период активной вегетации колеблется от 3000 до 3200°С, гидротермический коэффициент находится в пределах 1,1-1,3.

Погодные условия в годы проведения исследований были различными, отмечалось неравномерное распределение осадков во время вегетации культуры на фоне повышенного температурного режима. Наиболее благоприятные агрометеорологические условия сложились в 2010-2011 и 2012-2013 сельскохозяйственных годах, за счет оптимального распределения тепла и осадков во время вегетации культуры, несмотря на снижение среднегодовой нормы осадков на 7 - 15% и превышение среднегодовой температуры на 1,4 – 2,5 °С. В 2013-2014 год осадков выпало на 13% больше многолетней нормы, но их распределение по фазам вегетации озимой пшеницы было неравномерным, что отрицательно сказалось на росте и развитии культуры, особенно в начальный период вегетации. Температурный режим характеризовался резкими перепадами, в целом среднегодовая температура превысила многолетние показатели на 1,1°С. Агрометеорологические условия 2011-2012 г. для роста и развития озимой пшеницы характеризовались как неудовлетворительные, что связано с низкими температурами в зимний период, острым дефицитом влаги в весенний период и повышенного температурного режима в конце вегетации.

Опыт двухфакторный, представленный следующими факторами.

Фактор А – планируемая урожайность озимой пшеницы – сорт Зустріч 4,0; 5,0 и 6,0 т/га.

Фактор В – методики расчета минеральных удобрений. Размещение делянок по методу рендомизированных повторений, повторность опыта

3-х кратная. Ширина – 12 м, длина 80 м, площадь 1 делянки – 35 м², общая S опыта – 960м².

В качестве минеральных удобрений были использованы: Аф, Наа и Кх. Удобрения вносились до посева, при посеве и в ранневесеннюю подкормку. Предшественник – горох.

Схема опыта представлена следующим образом:

1. Контроль – без удобрений.
2. Рекомендованная – N₆₀P₆₀K₃₀.
3. Планируемый урожай 4,0 т/га по методике В.В. Агеева. – N₆₀P₃₄K₃₄*.
4. Планируемый урожай 4,0 т/га по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» (1987 г.) – N₆₈P₄₄K₂₄*.
5. Планируемый урожай 5,0 т/га по методике В.В. Агеева – N₁₀₅P₆₀K₆₀*.
6. Планируемый урожай 5,0 т/га по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» (1987 г.) – N₉₀P₆₇K₄₀*.
7. Планируемый урожай 6,0 т/га по методике В.В. Агеева – N₁₂₆P₈₀K₇₂*.
8. Планируемый урожай 6,0 т/га по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» (1987 г.) – N₁₁₀P₈₂K₅₁*.

* – дозы удобрений на основе агрохимического анализа

Кроме того, был включен контрольный вариант (без удобрений) и вариант с рекомендованной дозой удобрений озимой пшеницы для данной почвенно-климатической зоны.

В опытах проводились следующие наблюдения, учеты и анализы. В почвенных образцах определяли - влажность почвы – весовым методом (Б.А. Доспехов (1987)); подвижный фосфор и обменный калий - по Мачигину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91); нитратный азот - колориметрически с дисульфобензоловой кислотой по методу Грандваль – Ляжу (ГОСТ 26488–91); аммиачный азот колориметрированием с реактивом Несслера (ГОСТ 26489-91); рН в водной суспензии (ГОСТ 26423-85); подвижные формы цинка и меди по Крупскому и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ – 50686-94; 50683-94).

В течение вегетации проводили учет урожая методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике Госсортоиспытания (1991). В растительных образцах определяли содержание азота, фосфора и калия в одной навеске (В.Г. Минеев, 2001); определяли качественные показатели озимой пшеницы: белок (ГОСТ 10846–91), массовая доля клейковины (ГОСТ 13586.1), масса 1000 зерен (ГОСТ 10842–89), натура (ГОСТ 10840–64); ИДК (ГОСТ 27676–88); расчет экономической эффективности разрабатываемых приемов по методике, предложенной кафедрой предпринимательства СтГАУ; статистиче-

ская обработка экспериментальных данных корреляционно-регрессионным и дисперсионным методами (Б.А. Доспехов, 1985).

Отбор растительных и почвенных проб и их анализ были приурочены к основным фазам развития культуры: перед посевом, всходы, кущение, выход в трубку, колошение, полная спелость.

3. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

В данном разделе диссертационной работы представлены материалы полевых опытов, лабораторных исследований и элементы статистической обработки данных, полученных в ходе исследований в период с 2010 по 2014 г.

3.1. Динамика продуктивной влаги. В годы проведения опытов динамика содержания продуктивной влаги в 0–20 см слое почвы на всех вариантах имела единый ход – снижение в течение вегетации с достижением минимальных значений в фазу полной спелости (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние доз минеральных удобрений на динамику продуктивной влаги (мм) в 0–20 см слое чернозема выщелоченного, 2010–2014 гг.

Планируемая урожайность,	Методика расчета	Дозы удобрений	Сроки отбора, В				А, НСР ₀₅ = 1,6
			перед посевом	кущение	колошение	полная спелость	
контроль	контроль	0	26,5	25,9	24,3	19,9	24,2
	рекомендованная	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	26,3	25,3	22,2	20,0	23,5
4,0	1	N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	26,1	25,9	23,2	18,5	23,4
	2	N ₆₈ P ₄₄ K ₂₄	26,4	24,6	22,8	17,9	22,9
5,0	1	N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	26,4	23,8	20,5	15,9	21,7
	2	N ₉₀ P ₆₇ K ₄₀	26,2	22,5	21,9	16,6	21,8
6,0	1	N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	26,0	21,6	18,6	14,8	20,3
	2	N ₁₁₀ P ₈₂ K ₅₁	26,1	21,9	20,2	15,1	20,8
В, НСР ₀₅ = 1,4	–	–	26,3	23,9	21,7	17,3	НСР ₀₅ = 3,0

Примечание: 1–Методика расчета по В.В. Агееву;

2–Методика расчета ученых СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский».

Анализ средних данных показал, что изучаемые в опыте методики расчета способствовали снижению продуктивной влаги (на 1–5,8 мм) от-

носителем контроля в слое почвы 0–20 см. При этом достоверное снижение обеспечивали все методики расчета доз на планируемую урожайность 5,0 и 6,0 т/га, но разница между ними была в пределах наименьшей существенной разницы.

Применение удобрений снижало запасы продуктивной влаги в 0–20 см слое почвы за счет большой вегетативной массы культуры на удобренных вариантах.

В зависимости от методики расчета норм удобрений по сравнению с контролем запас продуктивной влаги снижался в фазу кущения на 0,6–4,3 мм, в фазу колошения – на 1,1–5,7 мм, в фазу полной спелости – на 1,4–5,1 мм.

На вариантах с планируемой урожайностью озимой пшеницы 5,0 и 6,0 т/га все дозы удобрений достоверно снижали влагозапас в сравнении с контролем.

3.2. Реакция почвенного раствора. Наиболее существенное влияние на показатель рН во все фазы развития культуры оказало внесение рекомендованной дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{30}$ (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние доз минеральных удобрений на динамику реакции почвенной среды в 0–20 см слое почвы, 2010–2014 гг., ед. рН

Планируемая урожайность, т/га, А	Методика расчета	Дозы удобрений	Сроки отбора, В				А, $HCP_{05}=0,11$
			перед посевом	кущение	колошение	полная спелость	
контроль	контроль	0	6,33	6,12	6,01	6,22	6,17
	рекомендованная	$N_{60}P_{60}K_{30}$	6,23	6,0	5,82	6,09	6,04
4,0	1	$N_{60}P_{34}K_{34}$	6,25	6,01	6,02	6,14	6,11
	2	$N_{68}P_{44}K_{24}$	6,24	6,01	6,03	6,16	6,11
5,0	1	$N_{105}P_{60}K_{60}$	6,10	6,10	6,04	6,19	6,11
	2	$N_{90}P_{67}K_{40}$	6,15	6,08	6,0	6,15	6,10
6,0	1	$N_{126}P_{80}K_{72}$	6,05	6,21	6,02	6,30	6,15
	2	$N_{110}P_{82}K_{51}$	6,10	6,20	6,10	6,27	6,17
В, $HCP_{05}=0,10$	–	–	6,18	6,09	6,0	6,19	$HCP_{05}=0,22$

Примечание: 1–Методика расчета по В.В. Агееву;

2–Методика расчета ученых СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский».

Степень подкисления реакции среды относительно контроля на данном варианте составила: до посева – 0,1 ед., в фазу кущения – 0,12 ед., в фазу колошения – 0,19 ед. и в фазу полной спелости – 0,13 ед. рН. На ос-

тальных вариантах реакция почвенного раствора изменялась несущественно.

3.3. Динамика минерального азота. Содержание минерального азота устойчиво снижалось в течение вегетации культур с достижением минимальных значений к фазе полной спелости. Данная тенденция в основном объясняется тем, что с увеличением биомассы растений увеличивается и количество потребляемого азота, поэтому содержание его в почве с развитием растений снижается (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние доз и методик расчета минеральных удобрений на динамику минерального азота (мг/кг) в 0–20 см слое чернозема выщелоченного, 2010–2014 гг.

Планируемая урожайность, т/га, А	Методика расчета	Дозы удобрений	Сроки отбора, В				А, НСР ₀₅ = 1,2
			перед посевом	кущение	колошение	полная спелост	
контроль	контроль	0	18,6	20,8	14,6	11,6	16,4
	рекомендованная	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	21,3	29,4	16,2	14,6	20,4
4,0	1	N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	23,6	31,1	17,9	15,0	21,9
	2	N ₆₈ P ₄₄ K ₂₄	25,4	34,6	19,1	15,2	23,6
5,0	1	N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	30,1	40,3	22,1	16,7	27,3
	2	N ₉₀ P ₆₇ K ₄₀	28,6	38,2	20,6	15,9	25,8
6,0	1	N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	35,4	47,3	25,9	18,6	31,8
	2	N ₁₁₀ P ₈₂ K ₅₁	33,2	43,1	24,1	17,1	29,4
В, НСР ₀₅ = 1,6	–	–	27,0	35,6	20,1	15,6	НСР ₀₅ = 2,9

Примечание: 1–Методика расчета по В.В. Агееву;

2–Методика расчета ученых СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский».

Все изучаемые методики расчета доз минеральных удобрений достоверно увеличивали содержание минерального азота в среднем по опыту. Относительно показателей контроля рекомендованная доза минеральных удобрений увеличивала содержание минерального азота на 4,0 мг/кг почвы, а на вариантах с планируемой урожайностью 4,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева и ученых СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» N₆₀P₃₄K₃₄ и N₆₈P₄₄K₂₄ – на 5,5–7,2 мг/кг почвы.

Дозы удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га по методикам расчета В.В. Агеева и СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» N₁₀₅P₆₀K₆₀ и N₉₀P₆₇K₄₀ увеличивали данный показатель на 9,4–10,9 мг/кг

почвы, дозы удобрений на планируемую урожайность 6,0 т/га соответственно методикам расчета $N_{126}P_{80}K_{72}$ и $N_{110}P_{82}K_{51}$ – на 13–15,4 мг/кг почвы.

3.4. Динамика подвижного фосфора. Содержание подвижного фосфора в почве предопределялось количеством элемента во вносимых дозах удобрений. Так, на вариантах с применением методик расчета доз удобрений СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» содержание в почве фосфора независимо от уровня планируемой урожайности оказалось несущественным по сравнению с вариантами, где применялись дозы минеральных удобрений, рассчитанные по методике профессора В.В. Агеева. Так, разница между методиками расчета составила: уровень планируемой урожайности 4,0 т/га – 0,8 мг/кг; 5,0 т/га – 1,1 мг/кг; 6,0 т/га – 1,1 мг/кг почвы (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние доз и методик расчета минеральных удобрений на динамику содержания (мг/кг) подвижного фосфора в 0–20 см слое чернозема выщелоченного, 2010–2014 гг.

Планируемая урожайность, т/га, А	Методика расчета	Дозы удобрений	Сроки отбора, В				А, НСР ₀₅ = 1,2
			перед посевом	кущение	колошение	полная спелость	
контроль	контроль	0	24,3	25,4	22,0	20,2	23,0
	рекомендованная	$N_{60}P_{60}K_{30}$	29,0	29,4	24,2	23,1	26,4
4,0	1	$N_{60}P_{34}K_{34}$	26,7	27,3	22,9	21,0	24,5
	2	$N_{68}P_{44}K_{24}$	27,1	28,6	23,4	21,9	25,3
5,0	1	$N_{105}P_{60}K_{60}$	28,0	27,9	24,1	22,7	25,7
	2	$N_{90}P_{67}K_{40}$	29,1	29,1	25,7	23,1	26,8
6,0	1	$N_{126}P_{80}K_{72}$	31,2	31,0	26,4	25,3	28,5
	2	$N_{110}P_{82}K_{51}$	32,0	32,9	27,6	25,9	29,6
В, НСР ₀₅ = 1,0	–	–	28,5	29,0	24,5	22,9	НСР ₀₅ = 2,3

Примечание: 1–Методика расчета по В.В. Агееву;

2–Методика расчета ученых СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский».

Независимо от уровня планируемой урожайности и методик расчета доз, динамика содержания подвижных форм фосфора в 0–20 см слое почвы имела единый ход: это неуклонное снижение концентрации элемента в течение вегетации озимой пшеницы с достижением минимальных величин в фазу полной спелости. Все изучаемые дозы минеральных удобрений способствовали существенному увеличению содержания подвижного

фосфора по сравнению с контролем. Содержание в почве доступного фосфора зависело от дозы элемента, в связи с чем на вариантах с внесением удобрений, рассчитанных по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский», концентрация фосфатов в почве была недостоверно выше. Дозы удобрений $N_{126}P_{80}K_{72}$ и $N_{110}P_{82}K_{51}$ на планируемую урожайность 6,0 т/га по отношению к контролю и другим удобрённым вариантам достоверно увеличивали содержание в почве подвижного фосфора, и разница составляла: перед посевом 6,9 и 7,7 мг/кг почвы, в фазу кущения – 5,6 и 7,5 мг/кг, в фазу колошения – 4,4 и 5,6 мг/кг и в фазу полной спелости – 5,1 и 5,7 мг/кг соответственно.

3.5. Динамика обменного калия. Внесение удобрений несущественно увеличивало содержание обменного калия относительно контроля, за исключением варианта $N_{68}P_{44}K_{24}$ на планируемую урожайность 4,0 т/га, который уступал показателю контроля 11 мг/кг почвы. Вне зависимости от доз и способов расчета минеральных удобрений в течение вегетации озимой пшеницы наблюдалось значительное снижение концентрации средних значений обменного калия в почве с фазы кущения (241 мг/кг) с достижением минимальных величин к полной спелости (216 мг/кг).

3.6. Динамика подвижных форм меди и цинка. Наибольшее содержание микроэлементов нами отмечалось в фазу кущения озимой пшеницы при внесении дозы $N_{126}P_{80}K_{72}$ на планируемую урожайность 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева - для цинка 0,72 мг/кг почвы и меди 0,40 мг/кг почвы. К фазе полной спелости содержание микроэлементов снижалось, а разница между дозами минеральных удобрений и методиками расчета минеральных удобрений находилась в пределах ошибки опыта.

4. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

4.1. Содержание азота. В среднем за период вегетации все изучаемые в опыте методики расчета доз минеральных удобрений способствовали существенному увеличению содержания азота в растениях озимой пшеницы по отношению к контролю.

В среднем за четыре года исследований на всех вариантах опыта максимальные показатели содержания азота были отмечены в фазу всходов, а наибольшие значения – при планировании урожайности на 6,0 т/га – 4,63 и 4,59%, тогда как на контроле было 4,29%.

Внесение расчетных доз минеральных удобрений $N_{126}P_{80}K_{72}$ и $N_{110}P_{82}K_{51}$ способствовало достоверному увеличению концентрации общего азота в растениях озимой пшеницы вне зависимости от фазы развития культуры, прибавка составила от 0,3 до 0,56% (рисунок 1).

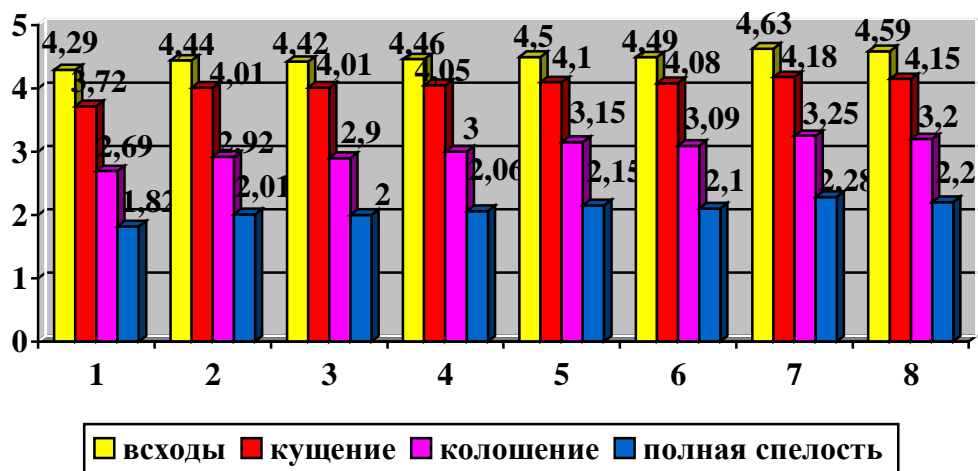


Рисунок 1 – Влияние доз минеральных удобрений на динамику содержания общего азота (%) в растениях озимой пшеницы, 2010–2014 гг.

1 – контроль (без удобрений); 2 – $N_{60}P_{60}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{34}K_{34}$; 4 – $N_{68}P_{44}K_{24}$; 5 – $N_{105}P_{60}K_{60}$; 6 – $N_{90}P_{67}K_{40}$; 7 – $N_{126}P_{80}K_{72}$; 8 – $N_{110}P_{82}K_{51}$

Наибольшая концентрация, существенно превышающая все изучаемые варианты, формируется при внесении дозы $N_{126}P_{80}K_{72}$ при программировании урожайности на 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева – 4,63%, существенно превышающей другие дозы минеральных удобрений.

4.2. Содержание фосфора. Динамика содержания фосфора в растениях имела общую тенденцию – снижение концентрации с достижением минимальных значений к полной спелости – 1,04–0,68% соответственно (рисунок 2).

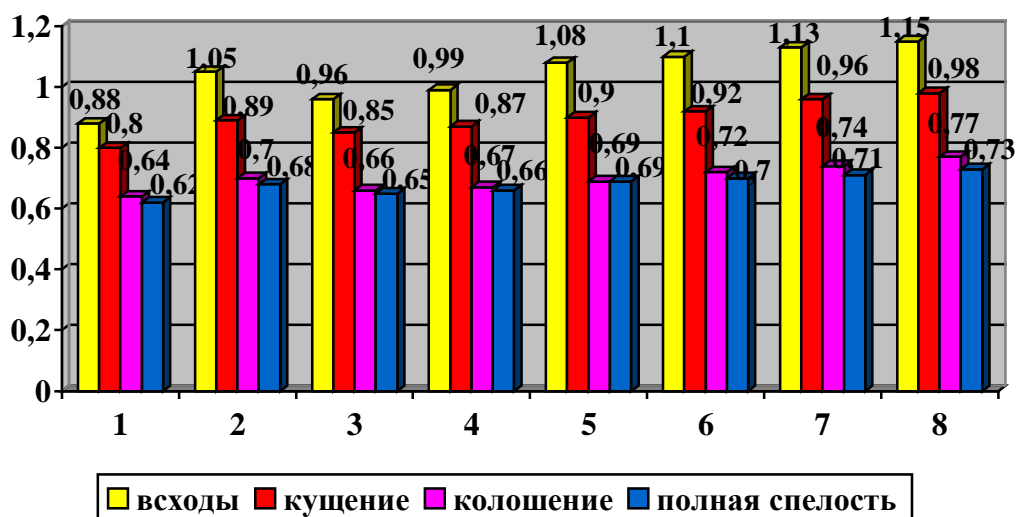


Рисунок 2 – Влияние доз минеральных удобрений на динамику содержания фосфора (%) в растениях озимой пшеницы, 2010–2014 гг.

1 – контроль (без удобрений); 2 – $N_{60}P_{60}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{34}K_{34}$; 4 – $N_{68}P_{44}K_{24}$; 5 – $N_{105}P_{60}K_{60}$; 6 – $N_{90}P_{67}K_{40}$; 7 – $N_{126}P_{80}K_{72}$; 8 – $N_{110}P_{82}K_{51}$

Максимальное накопление фосфора растениями озимой пшеницы по сравнению с контролем во все фазы вегетации наблюдалось при внесении дозы $N_{110}P_{82}K_{51}$ при программировании урожайности на 6,0 т/га по методике расчета СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский», и разница составляла: на всходах – 1,15%, в фазу кущения – 0,98%, в фазу колошения – 0,77% и в фазу полной спелости – 0,73%.

4.3. Содержание калия. Применение $N_{60}P_{60}K_{30}$, $N_{60}P_{34}K_{34}$ и $N_{68}P_{44}K_{24}$ недостоверно (на 0,03–0,11%) увеличивало содержание элемента в растениях изучаемой культуры относительно контрольного варианта. Содержание калия в растениях озимой пшеницы постепенно снижалось от фазы всходов до полной спелости культуры. Максимальная концентрация элемента 4,06% была отмечена в фазу кущения при внесении дозы $N_{126}P_{80}K_{72}$ при планировании урожайности на 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева.

4.4. Влияние минеральных удобрений на пораженность озимой пшеницы корневой гнилью. Результаты по оценке биологической эффективности различных доз удобрений в отношении корневой гнили озимой пшеницы представлены на рисунке 3.

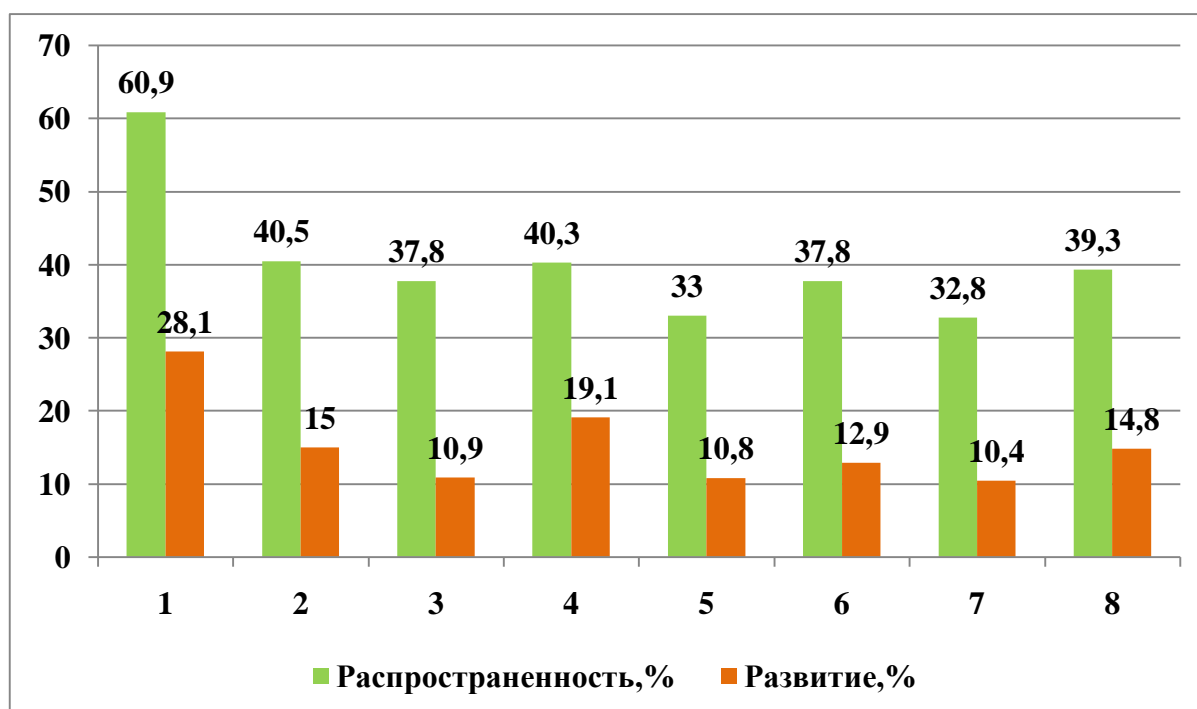


Рисунок 3– Пораженность растений озимой пшеницы корневой гнилью в зависимости от дозы минерального питания (среднее за 2010 – 2014 гг.):

1 – контроль (без удобрений); 2 – $N_{60}P_{60}K_{30}$; 3 – $N_{60}P_{34}K_{34}$; 4 – $N_{68}P_{44}K_{24}$; 5 – $N_{105}P_{60}K_{60}$; 6 – $N_{90}P_{67}K_{40}$; 7– $N_{126}P_{80}K_{72}$; 8 – $N_{110}P_{82}K_{51}$

Исследования показали, что снижение дозы калия ниже K_{30} не оправдывает себя с фитосанитарной точки зрения, так как приводит к увеличению развития корневой гнили до уровня контроля без удобрений. Рекомендованная доза удобрений $N_{60}P_{60}K_{30}$ позволяет снизить данный показатель в 1,9 раза.

Наиболее оптимальным с фитосанитарной точки зрения является соотношение азота и калия 1,7:1, которое позволяет удерживать развитие заболевания в пределах экономического порога вредоносности ЭПВ=10–15%. Смещение в сторону повышения данного соотношения до 2,2–2,8:1 приводит к развитию заболевания в пределах верхнего уровня ЭПВ и выше.

Результаты исследований свидетельствуют, что регулирование оптимального и сбалансированного уровня минерального питания растений является одним из факторов оздоровления фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы.

5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СВЯЗИ С АГРОХИМИЧЕСКИМИ ПРИНЦИПАМИ

5.1. Структура урожая. Наиболее существенное влияние удобрений на структурные показатели относительно контрольного варианта было зафиксировано на следующих показателях структуры: количество растений на 1 м^2 увеличивалось на 39 шт., количество стеблей с колосом – на 98 шт., число зерен в колосе – на 2 шт., масса зерен – на 0,01 г, а увеличение массы 1000 зерен составило 1,2 г.

При программировании урожайности на 6,0 т/га было установлено, что изучаемые методики расчета доз минеральных удобрений показали довольно высокое увеличение показателей структуры урожая озимой пшеницы, но наибольший эффект был получен при внесении $N_{126}P_{80}K_{72}$, рассчитанной по методике В.В. Агеева. Так, относительно контроля количество растений на 1 м^2 увеличилось – на 35 шт., количество стеблей с колосом – на 39 шт., число зерен в колосе – на 2 шт.

5.2. Урожайность. Изучаемые дозы минеральных удобрений достоверно увеличивали урожайность озимой пшеницы, и разница относительно контроля составляла в 2010-2011 г. – 1,03–2,9 т/га, в 2011-2012 г. – 0,97–2,28 т/га, в 2012-2013 г. – 0,69–3,17 т/га, в 2013-2014 г. – 0,66–2,69 т/га.

При внесении удобрений на планируемый уровень урожайности 6,0 т/га, точность методики В.В. Агеева оказалась выше методики расчета, рекомендованной учеными СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» на 5%. В свою очередь, при внесении $N_{110}P_{82}K_{51}$ отклонение от планируемого уровня урожайности составило 6 % (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность озимой пшеницы в умеренно-влажной зоне Ставропольского края на основе оптимизации минерального питания за 2010–2014 гг.

Дозы удобрений	Методика расчета	Планируемая урожайность	Урожайность, т/га				Средняя
			2010 – 2011	2011 – 2012	2012 – 2013	2013 – 2014	
0	контроль	–	3,12	2,63	3,74	3,25	3,19
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	рекомендованная	–	4,3	3,60	4,90	3,91	4,18
N ₆₀ P ₃₄ K ₃₄	1	4,0	4,15	3,72	4,43	4,15	4,11
N ₆₈ P ₄₄ K ₂₄	2		4,39	3,93	4,85	4,10	4,32
N ₁₀₅ P ₆₀ K ₆₀	1	5,0	4,63	4,34	5,57	4,90	4,86
N ₉₀ P ₆₇ K ₄₀	2		5,17	4,21	5,42	4,62	4,90
N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	1	6,0	6,02	4,91	6,91	5,85	5,92
N ₁₁₀ P ₈₂ K ₅₁	2		5,8	4,61	6,23	5,94	5,65
НСР ₀₅	–	–	0,27	0,32	0,45	0,30	0,34
Sx, %	–	–	3,6	4,6	3,3	4,3	4,0

Примечание: 1–Методика расчета по В.В. Агееву;

2–Методика расчета ученых СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский».

Все изучаемые дозы минеральных удобрений существенно увеличивали урожайность озимой пшеницы по сравнению с контролем. Сравнение изучаемых методик расчетных доз минеральных удобрений на программируемый уровень урожайности 4,0 и 5,0 т/га показало, что существенной разницы в показателях урожайности озимой пшеницы не выявлено.

В среднем за 4 года исследований оба метода расчета доз удобрений обеспечили программируемый уровень урожайности озимой пшеницы 4,0 т/га N₆₀P₃₄K₃₄ и N₆₈P₄₄K₂₄. Программируемый уровень 5,0 и 6,0 т/га достигнут не был, но наибольшая достоверность программирования 99% была получена при внесении дозы N₁₂₆P₈₀K₇₂ под планируемую урожай 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева.

5.3. Качество зерна. Все исследуемые методики расчета доз минеральных удобрений на планируемую урожайность 4,0; 5,0 и 6,0 т/га увеличивали содержание белка по сравнению с контролем, однако достоверную прибавку обеспечивали только варианты с планируемой урожайностью 6,0 т/га по В.В. Агееву и СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский». Разница по исследуемому показателю между вариантами с применением удобрений была в пределах НСР. Наибольшее содержание белка в зерне озимой пшеницы в опыте обеспечивала доза N₁₁₀P₈₂K₅₁ на планируемую урожайность 6,0 т/га по методике расчета СНИИСХ и агрохим-

центра «Ставропольский» – 12,71%.

Все способы и дозы расчета минеральных удобрений на 4,0; 5,0 и 6,0 т/га существенно увеличивали показатели стекловидности зерна озимой пшеницы относительно контроля на 7–9%; 10–11 и 17–27%.

Планируемые уровни урожайности 4,0 и 5,0 т/га, как и рекомендованная доза минеральных удобрений, обеспечивали получение зерна IV класса, на контроле показатель соответствовал V классу, лишь только планируемые уровни урожайности на 6,0 т/га обеспечили получение зерна III класса. В среднем за четыре года все изучаемые дозы удобрений увеличивали содержание клейковины по сравнению с контролем на 2,4–9,9%. При этом на вариантах с планируемой урожайностью 5,0 и 6,0 т/га методика расчета В.В. Агеева обеспечивала более высокое содержание клейковины. Применение всех изученных доз минеральных удобрений также способствовало получению клейковины хорошего качества – показания прибора ИДК составили 72–80 ед.

В среднем за четыре года все исследуемые дозы и методики расчета минеральных удобрений на 4,0; 5,0 и 6,0 т/га увеличивали по сравнению с контролем содержание клейковины на 1,8–9,9%, содержание белка – 1,81–3,52%, стекловидность – 2–27%, при этом существенную прибавку по содержанию клейковины, стекловидности и белка обеспечивали дозы удобрений $N_{126}P_{80}K_{72}$ и $N_{110}P_{82}K_{51}$ на планируемую урожайность 6,0 т/га по методикам расчета В.В. Агеева и СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский».

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ И МЕТОДИК РАСЧЕТА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Изучаемые методики расчета доз минеральных удобрений в период 2010–2014 гг. по сравнению с контролем увеличили: урожайность на 0,92–2,73 т/га, денежную выручку – на 9415–27760 руб., затраты труда на 1 га – на 4,5–16,6%, производственные затраты – на 3004–9160 руб., но при этом снижались затраты труда на 1 т – на 19–37% и себестоимость единицы продукции – на 236–947 руб.

Все изучаемые дозы минеральных удобрений повышали относительно контроля прибыль на 5640–18600 руб., а уровень рентабельности – на 16–54%.

По всем основным показателям экономической эффективности производства озимой пшеницы при сложившейся в настоящее время ценовой политике на минеральные туки применение доз удобрений $N_{110}P_{82}K_{51}$ и $N_{126}P_{80}K_{72}$ выявило их преимущество относительно не только контроля, но и других удобренных вариантов (таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность производства зерна озимой пшеницы в зависимости от методик расчета минеральных удобрений (среднее за 2010–2014 гг.)

Показатели	Варианты		
	Контроль	N ₁₂₆ P ₈₀ K ₇₂	N ₁₁₀ P ₈₂ K ₅₁
Урожайность с 1 га, т	3,19	5,92	5,65
Цена за 1 т, руб.	8000	9000	9000
Денежная выручка с 1 га, руб.	25520	53280	50850
Затраты труда на 1 га, чел.-ч.	13,2	15,4	15,2
Затраты труда на 1 т, чел.-ч.	4,14	2,60	2,69
Производственные затраты на 1 га, руб.	17250	26410	25680
Себестоимость 1 т продукции, руб.	5408	4461	4545
Прибыль на 1 га, руб.	8270	26870	25170
Уровень рентабельности, %	48	102	98

Внесение данных доз минеральных удобрений обеспечивало выход с 1 га пашни 5,65–5,92 т зерна, что на 2,46–2,73 т больше контроля. В результате увеличились: денежная выручка – на 25330–27760 руб., производственные затраты на 1 га – на 49–53%, прибыль с 1 га – на 16900 – 18600 руб., а себестоимость снизилась на 863–947 руб. Уровень рентабельности производства зерна озимой пшеницы составил соответственно дозам удобрений 98 и 102%, что на 50–54% выше контроля.

ВЫВОДЫ

На основании четырехлетних полевых опытов и лабораторных исследований по изучению программирования урожайности озимой пшеницы в зоне умеренного увлажнения на основе оптимизации применения минеральных удобрений мы пришли к следующим основным выводам:

1. Применение удобрений снижало запасы продуктивной влаги в 0–20 см слое почвы за счет большой вегетативной массы культуры на удобренных вариантах. В зависимости от методики расчета норм удобрений по сравнению с контролем запас продуктивной влаги снижался в фазу кущения на 0,6–4,3 мм, в фазу колошения – на 1,1–5,7 мм, в фазу полной спелости – на 1,4–5,1 мм. На вариантах с планируемой урожайностью озимой пшеницы 5,0 и 6,0 т/га все дозы удобрений достоверно снижали влагозапас в слое почвы – 0–20 см по сравнению с контролем.

2. Изменение реакции почвенного раствора на всех вариантах опыта имело единый ход, это достоверное её снижение к фазе колошения и последующее увеличение к полной спелости. Изучаемые дозы минеральных удобрений снижали по сравнению с контролем данный показатель только перед посевом на 0,08–0,23 ед. Во все остальные сроки отбора

существенное изменение реакции почвенного раствора было отмечено на варианте с внесением рекомендованной дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{30}$.

3. Минеральные удобрения, не изменяя направленности динамики содержания, оказывали достоверное влияние на концентрацию минерального азота в 0–20 см слое почвы, превышая контроль на 4–15,4 мг/кг почвы. В среднем за вегетацию содержание минерального азота в почве оказалось существенно выше на вариантах с расчетом доз минеральных удобрений на планируемую урожайность культуры 5,0 и 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева.

4. Минеральные удобрения в прямой зависимости от содержания в них фосфора увеличивали концентрацию подвижного фосфора в 0–20 см слое почвы чернозема выщелоченного по сравнению с контролем на 1,5–6,6 мг/кг почвы. На вариантах с внесением доз минеральных удобрений, рассчитанных по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский», содержание подвижного фосфора было несущественно выше, независимо от уровня планируемой урожайности.

5. Внесение удобрений несущественно увеличивало содержание обменного калия относительно контроля, за исключением варианта $N_{68}P_{44}K_{24}$ на планируемую урожайность 4,0 т/га, который уступал показателю контроля на 11 мг/кг почвы. На всех вариантах с использованием расчетных доз минеральных удобрений по методике В.В. Агеева содержание обменного калия в почве было недостоверно выше показателей второй методики расчета норм удобрений.

6. Независимо от фона питания содержание в растениях азота, фосфора и калия неуклонно снижалось с достижением минимальных величин в фазу полной спелости. Максимальная концентрация азота, фосфора и калия на протяжении всей вегетации культуры нами отмечалась при применении $N_{126}P_{80}K_{72}$ и $N_{110}P_{82}K_{51}$ на планируемый уровень урожайности озимой пшеницы 6,0 т/га. Дозы минеральных удобрений увеличивали содержание в растениях по сравнению с контролем: азота – 0,2–0,46%, фосфора – 0,04–0,17%, калия – 0,03–0,28%, а методики расчета норм удобрений не оказали существенного влияния на данный показатель.

7. Все дозы минеральных удобрений в соответствии с методиками расчета увеличивали по сравнению с контролем: число зерен – на 2–7 шт.; массу зерна с 1 колоса – на 0,01–0,09 г; массу 1000 зерен – на 1,2–3,5 г, или 3,5–10,3%. Максимальные параметры структуры урожая озимой пшеницы были достигнуты при внесении $N_{126}P_{80}K_{72}$ и $N_{110}P_{82}K_{51}$ на планируемый уровень урожайности 6,0 т/га за счет повышения относительно контроля продуктивного стеблестоя – на 86–239 ед. и длины колоса – на 0,7–3 см.

8. Все изучаемые дозы минеральных удобрений в среднем за че-

тыре года существенно увеличивали урожайность озимой пшеницы, и разница по сравнению с контролем составила 0,93–2,73 т/га. Сравнимые методики расчета доз удобрений $N_{60}P_{34}K_{34}$ и $N_{68}P_{44}K_{24}$ обеспечили программированный уровень урожайности озимой пшеницы 4 т/га, который соответственно составил 4,11–4,32 т/га. Планируемый уровень урожайности 5 т/га достигнут не был, а изучаемые методики расчета норм удобрений позволили получить примерно одинаковый уровень продуктивности (4,86–4,90 т/га).

Максимальная урожайность (5,92 т/га) и наибольшая достоверность программирования 99% была получена при внесении $N_{126}P_{80}K_{72}$ по методике расчета В.В. Агеева на планируемый уровень урожайности 6,0 т/га. Распределение осадков по фазам развития озимой пшеницы оказало значительное влияние на эффективность применения удобрений.

9. Применение минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности 4,0; 5,0 и 6,0 т/га по сравнению с контролем увеличивало содержание клейковины на 1,8–9,9%, содержание белка – 1,81–3,52%, стекловидность – 2–27%. Дозы удобрений $N_{126}P_{80}K_{72}$ и $N_{110}P_{82}K_{51}$ на планируемую урожайность 6,0 т/га способствовали получению зерна III класса.

10. Все изучаемые в опыте дозы минеральных удобрений увеличивали основные показатели экономической эффективности по сравнению с контролем за счет более высокой урожайности и качества зерна озимой пшеницы. Внесение удобрений снижало по сравнению с контролем себестоимость 1 т зерна на 236–946 руб., увеличивали прибыль на 5640–18600 руб., уровень рентабельности – на 16–53%. Максимальные показатели экономической эффективности нами установлены при внесении $N_{126}P_{80}K_{72}$ (по методике расчета В.В. Агеева) на планируемый уровень продуктивности 6,0 т/га.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

При программировании урожайности озимой пшеницы в зоне умеренного увлажнения на черноземе выщелоченном для получения 6,0 т/га высококачественного зерна и максимального экономического эффекта рекомендуется внесение расчетной дозы минеральных удобрений по методике расчета В.В. Агеева.

При программировании уровня урожайности озимой пшеницы 4,0 т/га рекомендуются расчетные дозы удобрений по методике В.В. Агеева и Ставропольского НИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский».

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Устименко, Е.А. Роль минеральных удобрений при программировании урожая озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Е.А. Устименко, А.Н. Есаулко, А.И. Подколзин, И.О. Лысенко // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – URL: <http://www.science-education.ru/113-11568>.
2. Саленко, Е.А. Влияние минеральных удобрений на пораженность озимой пшеницы корневой гнилью в умеренно-влажной зоне Ставропольского края / Е.А. Саленко, А.Н. Есаулко, А.П. Шутко, А.И. Подколзин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6. – URL: <http://www.science-education.ru/120-16657>.
3. Саленко, Е.А. Влияние минеральных удобрений на формирование параметров структуры урожая и качества зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / Е.А. Саленко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №01(105). – IDA [article ID]: 1051501005. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/05.pdf>

Публикации в других изданиях:

4. Есаулко, А.Н. Влияние погодных условий на эффективность программирования продуктивности озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / А.Н. Есаулко, Е.А. Устименко // Инновации в науке : матер. XV Междунар. зачн. научн.-практ. конф. – Новосибирск : изд-во «СибАК», 2012. – С. 103–107.
5. Устименко, Е.А. Влияние погодных условий на эффективность программирования продуктивности озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Е.А. Устименко, Е.П. Минина, А.Ю. Гуруева // Современные ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : матер. 76-й науч.-практ. конф. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2012. – С. 85–88.
6. Есаулко, А.Н. Эффективность программирования урожайности озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / А.Н. Есаулко, Е.А. Устименко, А.Ю. Гуруева // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании, 2012 : сб. науч. тр. по матер. межд. интернет-конференции. – Одесса : КУПРИЕНКО, 2012. – Том 46. – С. 95-98.
7. Устименко, Е.А. Программирование урожайности озимой пшеницы

в зависимости от почвенно-климатических условий и системы применения удобрений / **Е.А. Устименко**, А.Н. Есаулко // Питание растений Вестник Международного института питания растений – 1013. – №4. – с. 13–16.

8. **Устименко, Е.А.** Эффективность программирования урожайности озимой пшеницы в зависимости от почвенно-климатических условий и агрохимикатов / **Е.А. Устименко**, А.Н. Есаулко, Е.П. Минина, А.Ю. Гуруева // Современные ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : матер. 77-й науч.-практ. конф. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2013. – С. 125–128.

9. Esaulko, A.N. Planning Winter Wheat Yields Based on the Environment and Nutrient Management / A.N. Esaulko and **Е.А. Ustimenko** // Better Crops With Plant Food, 2014. – № 1, Vol. 13–15.

10. Гуруева, А.Ю. Агрохимические принципы программирования урожая озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / А.Ю. Гуруева, А.Н. Есаулко, **Е.А. Саленко** // Итоги Всероссийского конкурса на лучшую работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства РФ в номинации «Агрохимия и агропочвоведение» : сб. матер. – Нижегородская гос. с.-х. академия. – Нижний Новгород, 2014. – С. 7–11.

11. **Саленко, Е.А.** Программирование урожая озимой пшеницы как способ рационализации сельскохозяйственного производства / **Е.А. Саленко**, А.Н. Есаулко // Современные ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : матер. 78-й науч.-практ. конф. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2014. – С. 177–179.

12. Esaulko, A.N. Agrochemical Principles of Targetting Winter Wheat Yield on Leached Chernozem of the Stavropol Elevation / A.N. Esaulko, **Е.А. Salenko**, M.S. Sigida, S.A. Korostylev and E.V. Golosnoy // Biosciences Biotechnology Research Asia, 2015. – Vol.12(1), 301–309. – DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1666>.

13. **Саленко, Е.А.** Влияние минеральных удобрений на формирование качества зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / **Е.А. Саленко**, А.Н. Есаулко // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. по матер. IV Междунар. конф. – ФГБНУ ВНИИОК, Ставрополь, 2015. – том 1. – вып. 8. – Ставрополь : Бюро новостей, 2015. – С. 976–978.

14. **Саленко, Е.А.** Влияние минеральных удобрений на динамику продуктивной влаги на черноземе выщелоченном в умеренно-влажной зоне Ставропольского края / **Е.А. Саленко** // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. стат. по матер. IV Межд. науч. конф. – Ставрополь: АГРУС Ставроп. гос. аграрного ун-та, 2015. – С. 319–322.