

*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 10<sup>00</sup> 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](http://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-NO<sub>3</sub> - 16-30; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 20-25 и K<sub>2</sub>O - 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 м<sup>2</sup>, общая S опыта – 960м<sup>2</sup>.

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 – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>.
3. Планируемый урожай 4,0 т/га по методике В.В. Агеева. – N<sub>60</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub>\*.
4. Планируемый урожай 4,0 т/га по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» (1987 г.) – N<sub>68</sub>P<sub>44</sub>K<sub>24</sub>\*.
5. Планируемый урожай 5,0 т/га по методике В.В. Агеева – N<sub>105</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>\*.
6. Планируемый урожай 5,0 т/га по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» (1987 г.) – N<sub>90</sub>P<sub>67</sub>K<sub>40</sub>\*.
7. Планируемый урожай 6,0 т/га по методике В.В. Агеева – N<sub>126</sub>P<sub>80</sub>K<sub>72</sub>\*.
8. Планируемый урожай 6,0 т/га по методике СНИИСХ и агрохимцентра «Ставропольский» (1987 г.) – N<sub>110</sub>P<sub>82</sub>K<sub>51</sub>\*.

\* – 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 <sub>05</sub> = 1,6
			перед посевом	кущение	колошение	полная спелость	
контроль	контроль	0	26,5	25,9	24,3	19,9	24,2
	рекомендованная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	26,3	25,3	22,2	20,0	23,5
4,0	1	N <sub>60</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub>	26,1	25,9	23,2	18,5	23,4
	2	N <sub>68</sub> P <sub>44</sub> K <sub>24</sub>	26,4	24,6	22,8	17,9	22,9
5,0	1	N <sub>105</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	26,4	23,8	20,5	15,9	21,7
	2	N <sub>90</sub> P <sub>67</sub> K <sub>40</sub>	26,2	22,5	21,9	16,6	21,8
6,0	1	N <sub>126</sub> P <sub>80</sub> K <sub>72</sub>	26,0	21,6	18,6	14,8	20,3
	2	N <sub>110</sub> P <sub>82</sub> K <sub>51</sub>	26,1	21,9	20,2	15,1	20,8
В, НСР <sub>05</sub> = 1,4	–	–	26,3	23,9	21,7	17,3	НСР <sub>05</sub> = 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 <sub>05</sub> = 1,2
			перед посевом	кущение	колошение	полная спелост	
контроль	контроль	0	18,6	20,8	14,6	11,6	16,4
	рекомендованная	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	21,3	29,4	16,2	14,6	20,4
4,0	1	N <sub>60</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub>	23,6	31,1	17,9	15,0	21,9
	2	N <sub>68</sub> P <sub>44</sub> K <sub>24</sub>	25,4	34,6	19,1	15,2	23,6
5,0	1	N <sub>105</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	30,1	40,3	22,1	16,7	27,3
	2	N <sub>90</sub> P <sub>67</sub> K <sub>40</sub>	28,6	38,2	20,6	15,9	25,8
6,0	1	N <sub>126</sub> P <sub>80</sub> K <sub>72</sub>	35,4	47,3	25,9	18,6	31,8
	2	N <sub>110</sub> P <sub>82</sub> K <sub>51</sub>	33,2	43,1	24,1	17,1	29,4
В, НСР <sub>05</sub> = 1,6	–	–	27,0	35,6	20,1	15,6	НСР <sub>05</sub> = 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» N<sub>60</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> и N<sub>68</sub>P<sub>44</sub>K<sub>24</sub> – 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» N<sub>105</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>67</sub>K<sub>40</sub> 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 <sub>05</sub> = 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 <sub>05</sub> =1,0	–	–	28,5	29,0	24,5	22,9	НСР <sub>05</sub> =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).

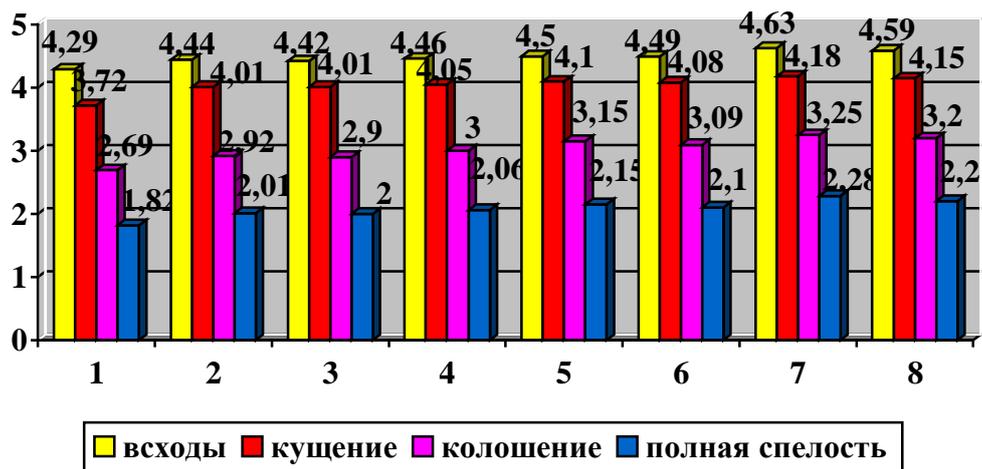
**3.6. Динамика подвижных форм меди и цинка.** Наибольшее содержание микроэлементов нами отмечалось в фазу кущения озимой пшеницы при внесении дозы  $N_{126}P_{80}K_{72}$  на планируемую урожайность 6,0 т/га по методике расчета В.В. Агеева - для цинка 0,72 мг/кг почвы и меди 0,40 мг/кг почвы. К фазе 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).

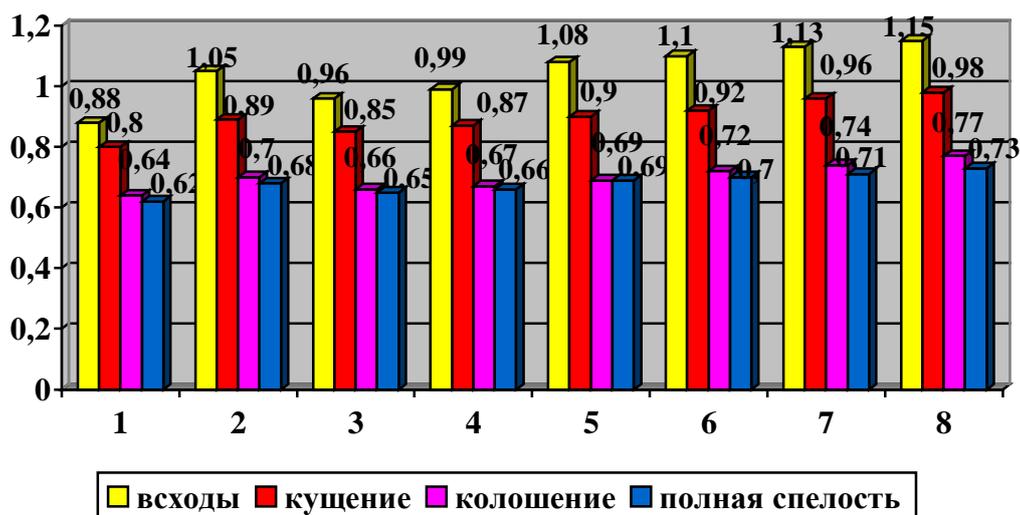


**Рисунок 1 – Влияние доз минеральных удобрений на динамику содержания общего азота (%) в растениях озимой пшеницы, 2010–2014 гг.**

**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).



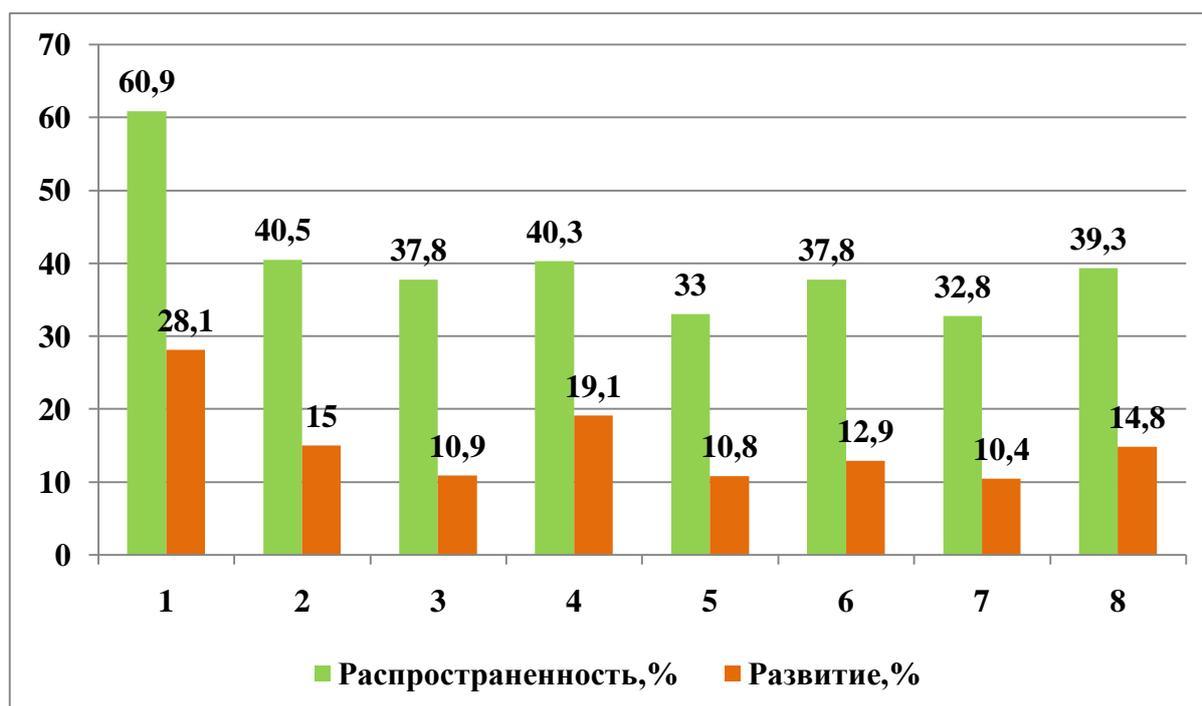
**Рисунок 2 – Влияние доз минеральных удобрений на динамику содержания фосфора (%) в растениях озимой пшеницы, 2010–2014 гг.**

**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  $1\text{ м}^2$  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  $1\text{ м}^2$  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 <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	рекомендованная	–	4,3	3,60	4,90	3,91	4,18
N <sub>60</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub>	1	4,0	4,15	3,72	4,43	4,15	4,11
N <sub>68</sub> P <sub>44</sub> K <sub>24</sub>	2		4,39	3,93	4,85	4,10	4,32
N <sub>105</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	5,0	4,63	4,34	5,57	4,90	4,86
N <sub>90</sub> P <sub>67</sub> K <sub>40</sub>	2		5,17	4,21	5,42	4,62	4,90
N <sub>126</sub> P <sub>80</sub> K <sub>72</sub>	1	6,0	6,02	4,91	6,91	5,85	5,92
N <sub>110</sub> P <sub>82</sub> K <sub>51</sub>	2		5,8	4,61	6,23	5,94	5,65
НСР <sub>05</sub>	–	–	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 N<sub>60</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> и N<sub>68</sub>P<sub>44</sub>K<sub>24</sub>. Программируемый уровень 5,0 и 6,0 т/га достигнут не был, но наибольшая достоверность программирования 99% была получена при внесении дозы N<sub>126</sub>P<sub>80</sub>K<sub>72</sub> под планируемую урожайность 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 N<sub>110</sub>P<sub>82</sub>K<sub>51</sub> 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 <sub>126</sub> P <sub>80</sub> K <sub>72</sub>	N <sub>110</sub> P <sub>82</sub> K <sub>51</sub>
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.