

На правах рукописи

КОРОСТЕЛЁВ МАКСИМ НИКОЛАЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ РАННЕВЕСЕННИХ ПОДКОРМОК
РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ
И ДОЗАМИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО
ЗЕРНА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ
НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ**

06.01.04 – агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2012

Работа выполнена на кафедре агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Есаулко Александр Николаевич

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Цховребов Валерий Сергеевич –
заведующий кафедрой почвоведения
им. В. И. Тюльпанова Ставропольского
государственного аграрного университета

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент
Каменев Роман Александрович –
доцент кафедры агрохимии,
почвоведения и защиты растений Донского
государственного аграрного университета

Ведущая организация: **Государственное научное учреждение**
«Ставропольский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства» РАСХН

Защита состоится 30 мая 2012 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 8(8652) 34-58-70.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет».

Автореферат размещён на официальном сайте ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» www.stgau.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2012 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



А. П. Шутко

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Ячмень – одна из основных зернофуражных культур: 70–75 % валового сбора зерна используется на кормовые цели для удовлетворения нужд животноводства. Среди основных технологических факторов, влияющих на урожайность и качество зерна, определяющими являются количество и качественный состав вносимых удобрений, а также правильный выбор современных высокоинтенсивных сортов озимого ячменя.

В нынешних условиях ограниченного объема внесения удобрений весенняя азотная подкормка для многих хозяйств является главным приёмом внесения удобрений под озимые колосовые культуры. Значимость азотных подкормок в производстве озимых культур в современных условиях возросла в связи с тем, что за последние 15 лет насыщенность пашни органическими удобрениями значительно сократилась, а запасы доступных соединений азота в почвах часто незначительны.

В последние годы российские предприятия занялись освоением производства аммиачной селитры с пониженным содержанием азота (28 % и ниже) и с повышенным содержанием фосфатной или других добавок. Поиск методов повышения эффективности применения азотных удобрений в условиях существенного уменьшения объемов их производства и использования обуславливают необходимость более детального изучения вопросов, связанных с питанием растений, поглощением ими питательных элементов из почвы и внесенных удобрений.

В связи с этим представленная диссертационная работа посвящена изучению влияния доз и форм азотных удобрений, применяемых в ранневесеннюю подкормку, на продуктивность озимого ячменя возделываемого на чернозёме обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края.

Цели и задачи исследований. Цель исследований – изучить влияние форм азотных удобрений и доз их внесения в ранневесеннюю подкормку на формирование урожайности и качества зерна озимого ячменя на обыкновенном чернозёме в зоне неустойчивого увлажнения.

В задачи исследований входило:

- изучить влияние форм и доз азотных удобрений на агрохимические показатели обыкновенного чернозёма в течение вегетации озимого ячменя;
- установить влияние азотных удобрений на биометрические показатели роста и химический состав растений;
- определить урожайность и качество зерна озимого ячменя в зависимости от условий питания и погодных условий;
- дать агроэкономическую оценку эффективности изучаемых приёмов.

Научная новизна. Впервые на чернозёме обыкновенном Краснодарского края дана сравнительная оценка влияния форм и доз азотных удобрений на показатели почвенного плодородия, урожайность и качество зерна озимого ячменя. Определена экономическая эффективность применения различных форм азотных удобрений в подкормку озимого ячменя.

Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством наблюдений и учетов в лабораторных и полевых опытах и критериями статистической обработки результатов исследований, а также положительными результатами при внедрении.

Основные положения, выносимые на защиту:

- дозы и формы азотных удобрений влияют на реакцию почвенного раствора чернозёма обыкновенного и содержание в 0–20 см слое почвы нитратного и аммонийного азота в течение вегетации озимого ячменя;
- динамика содержания азота в растениях озимого ячменя зависит от фазы развития культуры и дозы азотных удобрений;
- влияние азотных удобрений на урожайность и качество семян озимого ячменя определяется условиями увлажнения и дозой азота;
- экономическая эффективность применения азотных туков под озимый ячмень зависит от урожайности и выбора удобрений.

Практическая значимость. Для проведения ранневесенней подкормки озимого ячменя на чернозёме обыкновенном производству рекомендованы оптимальные дозы различных форм азотных удобрений, обеспечивающие максимальную агротехническую и экономическую эффективность.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований апробированы в ООО «Новатор» Новокубанского района Краснодарского края и в ООО «Адыгейское», Республика Адыгея. Рекомендованные дозы и формы азотных удобрений используются в технологии возделывания озимого ячменя в хозяйствах.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях Ставропольского государственного аграрного университета (2006–2010 гг.).

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликованы 5 работ, в том числе 2 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов и предложений производству, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 134 страницах машинописного текста, включает 14 таблиц, 12 рисунков, 25 приложений. Список использованной литературы включает 182 источника, из них – 25 зарубежных авторов.

2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Исследования проводились в 2006–2008 гг. на землепользовании ООО «Новатор», которое расположено в южной части Новокубанского района равнинной зоны Краснодарского края.

Почва опытного участка относится к чернозёмам обыкновенным малогумусным глинистым, сформированным на лёссовидных суглинках. Содержание в пахотном слое гумуса – среднее (4,4–5,0 %), подвижного фосфора – среднее и повышенное (26–37 мг/кг по Мачигину), обменного калия – повышенное (320–350 мг/кг), а реакция почвенного раствора – нейтральная и составляет 7,1–7,3.

Согласно схеме агроклиматического районирования Краснодарского края землепользование ООО «Новатор» по условиям влагообеспеченности относится к четвертой (восточной) подзоне. По средним многолетним данным в зоне проведения опытов в год выпадает 530–570 мм осадков, в т. ч. в период активной вегетации растений – 380–420 мм. Сумма эффективных температур за период активной вегетации колеблется от 2900 до 3100 °С. Гидротермический коэффициент 1,0–1,2.

Наиболее благоприятные агрометеорологические условия для формирования урожая озимых культур сложились в 2005–2006 и 2007–2008 гг. Годовое количество осадков составило 640 и 584 мм, что на 16 и 6 % оказалось выше по сравнению с многолетней нормой. Среднегодовая температура воздуха оказалась на 0,9–1,5 °С выше многолетних значений, достигнув соответственно 11,2 и 11,8 °С. Погодные условия для формирования урожая озимого ячменя в 2006/07 сельскохозяйственном году сложились удовлетворительно. Количество осадков превысило многолетнюю годовую норму на 17 мм, но неравномерное их распределение в весенне-летний период на фоне повышенного температурного режима оказало неблагоприятное влияние на формирование урожая озимого ячменя.

Размещение вариантов в опыте проводилось по методу «Рендомизация внутри повторения», повторность опыта 4-кратная. Опыт однофакторный. Размещение повторений – сплошное. Размещение делянок четырехъярусное. В качестве удобрений для подкормки озимого ячменя в фазу весеннего кушения были использованы: аммиачная селитра (Naa), мочеви́на (Nm), известково-аммиачная селитра (Niас), аммиачная селитра с добавкой фосфогипса (Naaф). Относительно контроля (N₃₀P₆₀K₃₀ – до посева) изучали две дозы вышеприведенных удобрений – N30 и N60. Общая площадь делянки 36 м², ширина – 3,6 м, длина – 10 м, а учетная – 22 м².

В качестве **объекта** исследований изучался сорт озимого ячменя Кондрат. В качестве **предмета** исследований были использованы различные формы азотных удобрений. Технология возделывания озимого ячменя соответствовала рекомендациям для восточной зоны Краснодарского края. Предшественник озимого ячменя – озимая пшеница.

В опыте были использованы методы исследований: лабораторные и полевые. Полевые опыты сопровождалась следующими анализами, учета́ми и наблюдениями: фенологические наблюдения, определение структуры урожая по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1983); динамика накопления сухой массы озимого ячменя и его химического состава по Б. А. Ягодину (1987); учё́т урожая семян – сплошным методом с пересчетом на стандартную влажность и чистоту; анализ качества зерна озимого ячменя: белок (ГОСТ 10846–86), сырой жир – методом обезжиренного остатка (ГОСТ 23637–79); сырая зола – методом сухого озоления (ГОСТ 26226–84).

В почвенных образцах определяли содержание подвижного фосфора и обменного калия по Мачигину (ГОСТ 26205–91); нитратного азота – ионометрическим методом (ГОСТ 26204–91); аммонийного азота – колориметрированием с реактивом Несслера; рН почвы – в водной суспензии (ГОСТ 26423–85); влажность почвы – весовым методом по Б. А. Доспехову (1987).

Отбор почвенных проб для агрохимического анализа на содержание элементов питания производился с горизонта 0–20 см, при определении влажности – на глубину 1 м (послойно через 10 см) в следующие фенологические фазы культуры: кушения (весной), выхода в трубку, колошения, полной спелости. Экономическая эффективность азотных удобрений рассчитана по технологическим картам, с использованием действующих нормативных затрат и цен (2011 г.); статистическая обработка экспериментальных данных методом дисперсионного анализа (Доспехов Б. А., 1985).

3. ВЛИЯНИЕ ФОРМ И ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И ДИНАМИКУ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО

3.1. Динамика влажности почвы в посевах озимого ячменя

Одним из важнейших факторов, имеющих большое влияние на формирование урожая озимого ячменя, являются метеорологические условия, которые сильно сказываются на способности растений использовать питательные вещества почвы и удобрений.

Как видно из данных, приведенных на рисунке 1, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на контрольном варианте в годы проведения исследований были оптимальными. Максимальные ее запасы отмечались в 2006 г., что выше на 21 и 41 мм соответственно, по сравнению с другими годами проведения опытов.

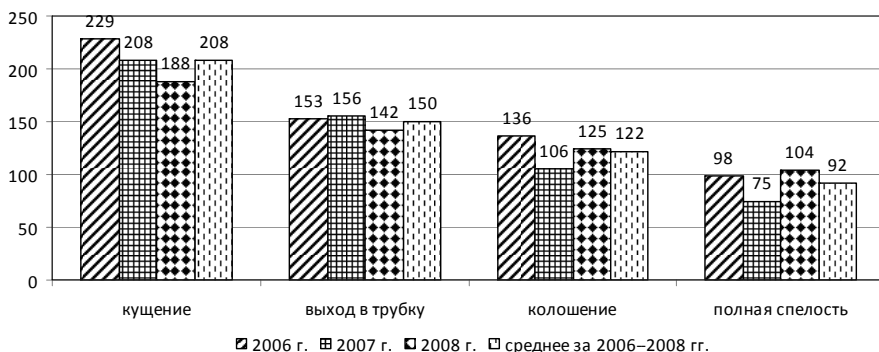


Рисунок 1. Динамика запасов продуктивной влаги на контроле в 0–100 см слое чернозёма обыкновенного, мм

При анализе динамики продуктивной влаги в течение вегетации озимого ячменя в последующие фазы развития культуры происходило устойчивое снижение ее запасов, достигая минимума к фазе полной спелости культуры. Следует отметить, что в годы проведения исследований динамика продуктивной влаги не различалась по направленности процесса, но значительно изменялась по абсолютным величинам. Нами установлено, что максимальные запасы влаги в посевах озимого ячменя отмечались: в фазу кущения – в 2006 г., в фазу выхода в трубку – в 2007 г., в фазу колошения – в 2006 г., а в фазу полной спелости – в 2008 г. Высокая температура и недостаточное увлажнение в межфазный период выход в трубку – колошение в 2007 г. способствовали резкому снижению запасов продуктивной влаги в метровом профиле почвы (на 50 мм) и оказывали негативное влияние на рост и развитие растений озимого ячменя. Можно сделать вывод, что оптимальные запасы продуктивной влаги в метровом профиле почвы в период вегетации озимого ячменя сложились в 2006 и 2008 гг.

Для изучения влияния форм и доз азотных удобрений, применяемых в качестве подкормки озимого ячменя, на динамику влажности почвы в таблице 1 представлены данные влажности слоев почвы 0–10 и 11–20 см в течение вегетации культуры, обработанные как трехфакторный опыт.

Дисперсионный анализ приведенных в таблице 1 данных свидетельствует о том, что изучаемые в опыте формы и дозы азотных удобрений не оказали влияния на направленность процесса изменения влажности почвы в течение вегетации озимого ячменя, способствовали незначительному ее снижению и разница по отношению к фону в среднем за вегетацию колебалась в пределах 0,1–1,2 %. Следует отметить, что двойная доза изучаемых форм азотных удобрений сильнее снижала содержание влаги относительно фона по сравнению с одинарной дозой, а внесение Naa 60 по сравнению с контролем существенно снижало влажность 0–20 см слоя почвы.

Таблица 1. Динамика влажности почвы (%) чернозёма обыкновенного в посевах озимого ячменя в связи с применением азотных удобрений, 2006–2008 гг.

| Удобрения, А | Слой почвы, см, В | Срок отбора, С | | | | А, НСР ₀₅ =1,0 | В, НСР ₀₅ =0,8 |
|---|-------------------|----------------|----------------|------------|-----------------|---|---------------------------|
| | | Куше-ние | Выход в трубку | Коло-шение | Полная спелость | | |
| Контроль (N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀) | 0–10 | 31,2 | 28,4 | 19,9 | 11,9 | 23,9 | 22,6 |
| | 11–20 | 33,5 | 30,2 | 21,0 | 15,2 | | 24,3 |
| Naa 30 | 0–10 | 31,5 | 28,0 | 20,7 | 12,4 | 23,6 | |
| | 11–20 | 33,0 | 29,4 | 20,9 | 15,4 | | |
| Nm 30 | 0–10 | 31,6 | 28,3 | 19,9 | 11,5 | 23,8 | |
| | 11–20 | 32,8 | 30,0 | 20,6 | 15,3 | | |
| ИАС 30 | 0–10 | 31,5 | 28,0 | 19,3 | 12,0 | 23,6 | |
| | 11–20 | 33,2 | 29,4 | 20,0 | 15,3 | | |
| Naaф 30 | 0–10 | 30,6 | 27,8 | 19,2 | 11,2 | 23,2 | |
| | 11–20 | 32,3 | 29,0 | 20,2 | 14,9 | | |
| Naa 60 | 0–10 | 30,2 | 26,8 | 18,6 | 11,3 | 22,7 | |
| | 11–20 | 32,8 | 27,7 | 19,0 | 14,6 | | |
| Nm 60 | 0–10 | 30,6 | 27,5 | 19,0 | 11,1 | 23,0 | |
| | 11–20 | 33,0 | 28,5 | 19,5 | 14,6 | | |
| ИАС 60 | 0–10 | 30,9 | 27,4 | 18,9 | 11,3 | 23,1 | |
| | 11–20 | 33,0 | 28,5 | 19,6 | 14,7 | | |
| Naaф 60 | 0–10 | 30,5 | 27,6 | 19,2 | 11,4 | 23,3 | |
| | 11–20 | 32,8 | 29,5 | 20,6 | 14,7 | | |
| С, НСР ₀₅ =0,8 | | 32,2 | 28,4 | 19,8 | 13,3 | НСР ₀₅ =2,4 S _x =4,2 | |

Математическая обработка средних данных по опыту свидетельствует, что содержание влаги в слое почвы 11–20 см оказалось существенно выше по сравнению со слоем 0–10 см, а разница составила 1,7 %. Следует отметить, что максимальная разница по влажности изучаемых слоев почвы (3,0–3,8 мм) нами отмечается в фазу полной спелости, что предопределяется в первую очередь высоким температурным режимом. Разница между слоями почвы составляла: в фазу кущения 1,2–2,6 мм, в фазу выхода в трубку – 0,9–1,9 мм, в фазу колошения – 0,2–1,4 мм.

Дисперсионный анализ свидетельствует о том, что вне зависимости от форм и доз изучаемых азотных удобрений в течение вегетации озимого ячменя влажность почвы устойчиво снижалась с достижением минимума к фазе полной спелости. Анализ экспериментальных данных показывает, что наиболее резкое снижение анализируемого показателя наблюдалось к фазе колошения культуры, что во многом объясняется периодом максимального водопотребления озимого ячменя в межфазный период выход в трубку – колошение, совпадающим с наиболее интенсивным процессом накопления биомассы растений. По сравнению с предыдущим сроком отбора проб снижение влажности составило в среднем по опыту 8,6 %. Снижение влажности почвы в последующий период (на 6,5 %) объясняется в большей степени возрастающим температурным режимом.

Статистическая обработка данных по содержанию влаги в изучаемых слоях почвы в течение вегетации озимого ячменя показала, что независимо от сроков отбора проб ни одна из изучаемых форм и доз азотных удобрений не оказала достоверного влияния на влажность почвы чернозёма обыкновенного по сравнению с контрольным вариантом, так как разница между ними оказалась меньше НСР (2,4 %). Нами отмечается снижение влажности почвы, особенно в слое 11–20 см, на вариантах с двойной дозой азотных удобрений по сравнению с аналогичными показателями других вариантов. Очевидно, что данные удобрения, способствуя получению максимальной продуктивности культуры, приводили к большему водопотреблению интенсивно нарастающей биомассой растений озимого ячменя.

3.2. Изменение агрохимических показателей чернозёма обыкновенного

Урожайность сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции в значительной степени определяются условиями минерального питания.

3.2.1. Реакция почвенного раствора

В период проведения исследований изменение значения рН на всех вариантах опыта в 0–20 см слое почвы в течение вегетации культуры определялось микробиологической активностью и главным образом деятельностью корневой системы растений озимого ячменя (таблица 2).

В течение изучаемого периода вегетации озимого ячменя на контроле наблюдалось подкисление почвенного раствора в межфазный период выход в трубку – колошение, и разница с исходным показателем составила 0,05 ед. Изучаемые формы и дозы азотных удобрений в целом, не изменяя направленность процесса, оказали значительное влияние на реакцию почвенного раствора в 0–20 см слое чернозёма обыкновенного. В прямой зависимости от дозы внесения Naa 30 и 60 и Naaf 30 и 60 существенно подкисляли реакцию почвенного раствора на протя-

жении вегетации культуры, и разница с фоном составляла 0,03–0,2 ед. Внесение Nm 30 и 60 и Niас 30 и 60 способствовало или несущественному подщелачиванию, или стабилизации реакции почвенного раствора по сравнению с показателями контроля (0,02–0,09 ед.) в течение вегетации озимого ячменя.

Таблица 2. Влияние форм и доз азотных удобрений на реакцию почвенного раствора чернозёма обыкновенного в посевах озимого ячменя, 2006–2008 гг.

| Удобрения, А | Срок отбора, В | | | А, НСР ₀₅ = 0,07 |
|---|----------------|-----------|-----------------|-----------------------------|
| | Выход в трубку | Колошение | Полная спелость | |
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 7,21 | 7,16 | 7,23 | 7,20 |
| 2. Фон + Naa 30 | 7,16 | 7,12 | 7,14 | 7,14 |
| 3. Фон + Nm 30 | 7,23 | 7,21 | 7,25 | 7,23 |
| 4. Фон + Niас 30 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,25 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 7,18 | 7,12 | 7,09 | 7,10 |
| 6. Фон + Naa 60 | 7,14 | 7,07 | 7,09 | 7,10 |
| 7. Фон + Nm 60 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,25 |
| 8. Фон + Niас 60 | 7,25 | 7,18 | 7,26 | 7,23 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 7,15 | 7,06 | 7,03 | 7,08 |
| В, НСР ₀₅ = 0,03 | 7,20 | 7,16 | 7,18 | НСР ₀₅ =0,1 |
| | | | | S _x =2,9 |

3.2.2. Динамика нитратного азота

Значительный интерес представляет динамика нитратного азота. Согласно результатам анализа средних данных по опыту установлено, что в течение вегетации озимого ячменя на всех фонах питания содержание нитратного азота в 0–20 см слое почвы неуклонно и достоверно снижалось с достижением минимальных величин к фазе полной спелости (таблица 3).

Согласно результатам дисперсионного анализа достоверное влияние в течение вегетации культуры на содержание в почве нитратного азота оказали двойные дозы всех форм азотных удобрений и одинарная доза Niас 30 и Naaф 30.

Как видно из данных, приведенных в таблице 3, все изучаемые в опыте формы и дозы минеральных удобрений увеличивали по сравнению с контролем содержание нитратного азота на чернозёме обыкновенном, и разница с контролем на вариантах с применением азотной подкормки составляла: в фазу выхода в трубку 0,3–12,3 мг/кг, в период колошения – 0,2–4,6 мг/кг, в фазу полной спелости – 1,5–4,5 мг/кг почвы. В первые два срока отбора одинарная доза (N30) при внесении Naa и Nm на содержание в почве нитратного азота не оказала существенного влияния по сравнению с изучаемым фоном. Применение азотных удобрений пролонгированного действия (Niас и Naaф), а также двойная доза всех изучаемых форм азотных удобрений способствовали достоверному увеличению concentra-

ции азота на протяжении вегетации культуры. К уборке разница между удобренными вариантами по содержанию нитратного азота нивелировалась, но концентрация элемента была достоверно выше показателей контроля.

Таблица 3. Влияние форм и доз азотных удобрений на динамику содержания нитратного азота (мг/кг почвы) в 0–20 см слое чернозёма обыкновенного в посевах озимого ячменя, 2006–2008 гг.

| Удобрения, А | Срок отбора, В | | | |
|---|----------------|-----------|-----------------|---------------------------|
| | Выход в трубку | Колошение | Полная спелость | А, НСР ₀₅ =1,8 |
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 23,5 | 22,8 | 16,3 | 20,9 |
| 2. Фон + Naa 30 | 23,8 | 23,0 | 18,5 | 21,8 |
| 3. Фон + Nm 30 | 25,3 | 23,3 | 19,5 | 22,6 |
| 4. Фон + Ниас 30 | 29,1 | 24,8 | 20,0 | 24,6 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 30,0 | 26,2 | 21,3 | 25,8 |
| 6. Фон + Naa 60 | 28,8 | 25,3 | 17,8 | 24,0 |
| 7. Фон + Nm 60 | 26,5 | 24,5 | 19,3 | 23,4 |
| 8. Фон + Ниас 60 | 31,5 | 26,3 | 18,8 | 25,5 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 35,8 | 26,8 | 20,8 | 27,8 |
| В, НСР ₀₅ =1,6 | 28,3 | 24,8 | 19,1 | НСР ₀₅ =3,3 |
| | | | | S _x =3,8 |

3.2.3. Динамика аммонийного азота

Данные, приведенные в таблице 4, указывают, что в течение вегетации озимого ячменя динамика содержания аммонийного азота в пахотном слое чернозёма обыкновенного имела единый ход – непрерывное снижение концентрации аммония с достижением минимальных величин в фазу полной спелости культуры.

Изучаемые в опыте формы и дозы азотных удобрений не оказали влияния на направленность динамики аммонийного азота в 0–20 см слое почвы. В то же время согласно результатам дисперсионного анализа средних данных по опыту все изучаемые дозы и формы азотных удобрений по сравнению с контрольным фоном достоверно увеличивали содержание в почве аммиачного азота, за исключением варианта с внесением аммиачной селитры (Фон + Naa 30) и разница составила 2,5–6,5 мг/кг почвы.

Все изучаемые в опыте формы и дозы азотных удобрений увеличивали по сравнению с контролем содержание аммиачного азота на чернозёме обыкновенном, и разница с контролем на вариантах с применением азотной подкормки составляла: в фазу выхода в трубку 1,9–8,6 мг/кг, в период колошения –

2–7,4 мг/кг, в фазу полной спелости, за исключением варианта Фон + Naa 30 – 0,8–4,0 мг/кг почвы.

Таблица 4. Динамика содержания (мг/кг) аммонийного азота в 0–20 см слое почвы в течение вегетации озимого ячменя, 2006–2008 гг.

| Удобрения, А | Срок отбора, В | | | А, НСР ₀₅ = 1,2 |
|---|----------------|-----------|-----------------|---|
| | Выход в трубку | Колошение | Полная спелость | |
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 42,8 | 28,5 | 24,0 | 31,8 |
| 2. Фон + Naa 30 | 44,7 | 30,5 | 23,0 | 32,7 |
| 3. Фон + Nm 30 | 48,4 | 33,5 | 26,5 | 36,1 |
| 4. Фон + Ниас 30 | 47,0 | 32,1 | 25,7 | 34,9 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 45,3 | 32,5 | 25,0 | 34,3 |
| 6. Фон + Naa 60 | 48,0 | 33,9 | 24,8 | 35,6 |
| 7. Фон + Nm 60 | 51,4 | 35,9 | 27,5 | 38,3 |
| 8. Фон + Ниас 60 | 47,6 | 34,0 | 26,6 | 36,1 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 48,5 | 35,0 | 28,0 | 37,2 |
| НСР ₀₅ , В = 1,5 | 47,1 | 32,9 | 25,7 | НСР ₀₅ = 2,6 S _x = 4,0 % |

Во все сроки отбора нами отмечается более значительное влияние на концентрацию в почве аммиачного азота при применении двойной дозы изучаемых форм азотных удобрений. Максимальное содержание в 0–20 см слое почвы на протяжении вегетации озимого ячменя обеспечивали варианты с внесением Nm 60 и Naaф 60.

3.2.4. Динамика содержания подвижного фосфора

На всех фонах динамика содержания подвижных форм фосфора в 0–20 см слое почвы имеет единый ход – непрерывное снижение концентрации элемента с достижением минимальных величин к фазе колошения.

Согласно результатам дисперсионного анализа данных отмечается достоверное снижение концентрации доступных форм фосфора в межфазные периоды: кущение – выход в трубку, выход в трубку – колошение, что связано с интенсивным потреблением фосфора озимым ячменём и сорными растениями, а также режимом увлажнения.

Согласно дисперсионному анализу одинарная доза азотных удобрений не оказала существенного влияния на концентрацию в почве подвижного фосфора: все изучаемые в опыте формы азотных удобрений, за исключением аммиачной селитры с добавкой фосфогипса, приводили к недостоверному снижению элемента по отношению к фону. На вариантах с двойной дозой азотных удобрений (N60), за исключением аммиачной селитры с добавкой фосфогипса, нами отмечается достоверное снижение содержания подвижного фосфора по сравнению с фоновым вариантом.

В фазу выхода в трубку на вариантах с применением Naa 60 и Ниас 60 происходило существенное снижение концентрации подвижных фосфатов, и разница по отношению к контролю составила в среднем по вариантам 1,4–3,8 мг/кг почвы. Очевидно, что усиление азотного питания за счет внесения вышеуказанных удобрений увеличивало поступление фосфора в растения, а значит, снижало концентрацию подвижных фосфатов в почве.

Таблица 5. Влияние форм и доз азотных удобрений на динамику содержания подвижного фосфора (мг/кг) в 0–20 см слое почвы под озимым ячменем, 2006–2008 гг.

| Удобрения, А | Сроки отбора, В | | | | А, НСР ₀₅ = 1,0 |
|--|-----------------|-------------------|----------------|--------------------|----------------------------|
| | Куще- ние | Выход в трубку | Коло- шение | Полная спелость | |
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 34,3 | 30,5 | 26,4 | 26,6 | 29,5 |
| 2. Фон + Naa 30 | 35,2 | 28,6 | 25,0 | 26,0 | 28,7 |
| 3. Фон + Nm 30 | 33,2 | 29,4 | 25,6 | 26,5 | 28,7 |
| 4. Фон + Ниас 30 | 34,8 | 29,1 | 24,9 | 27,0 | 29,0 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 35,1 | 29,9 | 26,0 | 27,5 | 29,6 |
| 6. Фон + Naa 60 | 33,3 | 26,7 | 24,4 | 25,5 | 27,4 |
| 7. Фон + Nm 60 | 34,9 | 27,8 | 25,3 | 26,0 | 28,5 |
| 8. Фон + Ниас 60 | 35,0 | 27,0 | 24,8 | 26,7 | 28,3 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 34,0 | 28,9 | 26,3 | 28,1 | 29,3 |
| В, НСР ₀₅ = 1,4 | 34,4 | 28,7 | 24,4 | 26,7 | НСР ₀₅ = 2,3 |
| | | | | | S _x = 3,7 |

4. ВЛИЯНИЕ ФОРМ И ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

4.1. Динамика накопления сухой массы растений озимого ячменя

В среднем за три года активный рост вегетативной массы озимого ячменя, а значит, и усиленное накопление сухого вещества отмечались в межфазный период выход в трубку – колошение, что способствовало существенному увеличению анализируемого показателя на 2,9 т/га (таблица 6).

В последующий период от колошения до полной спелости накопление сухого вещества было менее интенсивным по сравнению с предыдущим межфазным периодом, однако прирост сухой массы был выше НСР и достигал своего максимума.

Все изучаемые формы азотных удобрений в анализируемый период вегетации способствовали по сравнению с контролем увеличению количества сухого вещества в растениях озимого ячменя. Разница между удобренными азотом и фоновым вариантами в значениях анализируемого показателя составляла в зависимости от формы удобрений 0,39–1,83 т/га, причем только варианты опыта с дозой удобрения Фон + Naaф 30 превосходили контроль в пределах НСР.

В фазу выхода в трубку действие всех удобрений на накопление сухой массы растений достоверно не проявлялось, а разница в значениях анализируемого показателя по отношению к фону, составившая 0,07–1,3 т/га, находилась в пределах наименьшей существенной разницы. К фазе колошения вышеуказанная тенденция сохранялась. Следует отметить, что из всех исследуемых доз и форм удобрений лишь варианты опыта с дозой Фон + Naaф 30 были ниже контроля по анализируемому показателю.

Таблица 6. Влияние форм и доз азотных удобрений на динамику накопления сухой массы растений (т/га) озимого ячменя, 2006–2008 гг.

| Удобрения, А | Сроки отбора, В | | | А, НС ₀₅ = 0,60 |
|---|-----------------|-----------|-----------------|----------------------------|
| | Выход в трубку | Колошение | Полная спелость | |
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 5,45 | 8,33 | 9,57 | 7,78 |
| 2. Фон + Naa 30 | 5,98 | 9,04 | 11,07 | 8,70 |
| 3. Фон + Nm 30 | 6,07 | 8,98 | 10,90 | 8,65 |
| 4. Фон + Niас 30 | 5,91 | 8,92 | 10,95 | 8,59 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 5,52 | 7,99 | 11,00 | 8,17 |
| 6. Фон + Naa 60 | 6,70 | 9,68 | 12,45 | 9,61 |
| 7. Фон + Nm 60 | 6,75 | 9,56 | 12,05 | 9,45 |
| 8. Фон + Niас 60 | 6,63 | 9,61 | 12,13 | 9,46 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 5,79 | 8,87 | 11,55 | 8,73 |
| В, НСР ₀₅ = 1,0 | 6,09 | 8,99 | 11,29 | НСР ₀₅ = 1,5 |
| | | | | S _x , % = 3,64 |

К фазе полной спелости разница между различными вариантами нивелировалась. Максимальный показатель накопления сухого вещества в растениях ячменя, как и в предыдущие фазы развития, обеспечивали варианты опыта с дозой Фон + Naa 60 (12,45 т/га), превосходившие другие варианты опыта на 0,32–1,55 т/га, причем варианты опыта с дозами Фон + Nm 30 и Фон + Niас 30 существенно на 1,55 и 1,50 т/га соответственно.

4.2. Динамика в растениях озимого ячменя элементов питания

4.2.1. Содержание азота

Независимо от формы применяемых азотных удобрений и их доз динамика азота в растениях ячменя в течение вегетации имела одинаковую направленность – снижение концентрации в растениях с достижением минимальных значений перед уборкой (рисунок 2).

Анализируя данные, можно сделать вывод, что рассматриваемые в исследованиях дозы и формы азотных удобрений имели разностороннее влияние на содержание общего азота в растениях озимого ячменя.

Так, применение азотных удобрений в подкормку стимулировало увеличение содержания азота в фазу выхода в трубку, разница с фоном, кроме варианта с при-

менением аммиачной селитры с добавкой фосфогипса, была существенной и составила 0,07–0,37 %. Увеличение дозы вносимого азота до 60 кг д. в. на га существенно увеличивала концентрацию элемента в растениях ячменя не только относительно контроля, но и одинарной дозы азота, кроме варианта с применением Naa в дозе 30 кг/га по д. в. азота, который формировал концентрацию элемента на уровне двойной дозы. Внесение аммиачной селитры в дозе 60 кг/га д. в. азота обеспечило максимальную концентрацию элемента в рассматриваемую фазу, разница в концентрации оказалась существенной не только относительно вариантов с применением одинарной дозы, но других удобрений при внесении 60 кг азота на гектар.

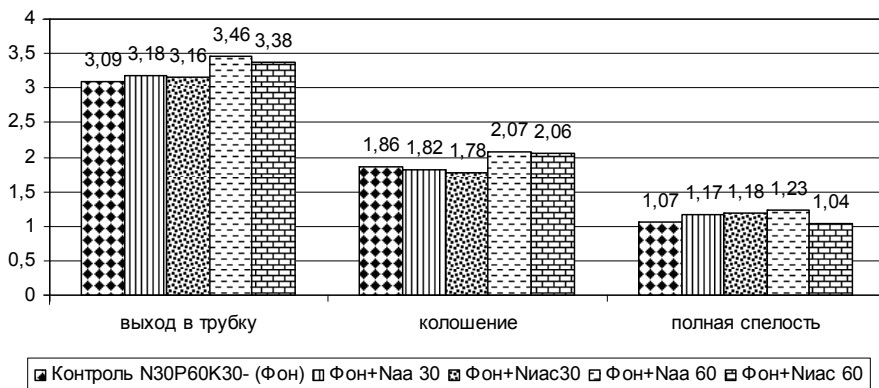


Рисунок 2. Влияние форм и доз азотных удобрений на содержание азота (%) в растениях озимого ячменя, 2006–2008 гг.

В фазу колошения за счёт эффекта разбавления, при интенсивном росте надземной части, концентрация азота на большинстве удобренных вариантов, вне зависимости от дозы, находилась на уровне фонового варианта. Концентрация азота, существенно превышающая контроль, отмечается только на вариантах с двойной дозой азота при внесении его в форме Naa 60 и Niас 60. На вариантах с применением азота в форме и дозах соответствующих Nm 30, Nm 60, Naaф 60 отмечена незначительная прибавка содержания азота в растениях озимого ячменя – 0,08–0,12 %.

Перед уборкой влияние изучаемых форм и доз азотных удобрений на концентрацию азота в растениях озимого ячменя нивелируется, концентрация элемента находится либо на уровне контроля, либо несущественно превышает его. Максимальное содержание азота, существенно превышающее фоновый вариант, отмечалось при внесении в подкормку Naa 60 – 1,23 %. Отмечаем, однократная доза азота таких удобрений, как мочевины, известково-аммиачная и аммиачная селитры с добавкой фосфогипса незначительно увеличивает концентрацию азота относительно их двойных доз.

Наибольшая концентрация азота в растениях, существенно превышающая контрольный вариант во все исследуемые фазы развития, была отмечена на варианте Фон + Naa 60, она составила в фазе выхода в трубку – 3,46 %, в фазе колошения – 2,07 %, в фазе полной спелости – 1,23 %.

4.2.2. Содержание фосфора

В течение вегетации растений озимого ячменя динамика содержания фосфора на изучаемых вариантах имела единый ход – снижение показателей концентрации от фазы выхода в трубку 0,47 %, к фазе колошения – 0,39 % с достижением минимальных величин перед уборкой в фазу полной спелости – 0,23 % (рисунок 3).

Азотные удобрения, вносимые в подкормку озимого ячменя, незначительно повлияли на содержание фосфора в растениях, а разница как относительно контроля, так и между изучаемыми вариантами была незначительной, независимо от срока отбора. В фазу выхода в трубку влияние вносимых удобрений способствует незначительному снижению концентрации фосфора на 0,01–0,03 % при внесении 30 кг д. в. азота и на 0,04–0,06 % при внесении 60 кг д. в. азота. В фазу колошения из однократных доз только традиционная аммиачная селитра способствовала накоплению элемента, превышающего фоновый вариант на 0,01 %. Двойные дозы внесения азота увеличивают содержание фосфора как относительно контроля на 0,01–0,04 %, так и относительно одинарной дозы на 0,01–0,06 %.

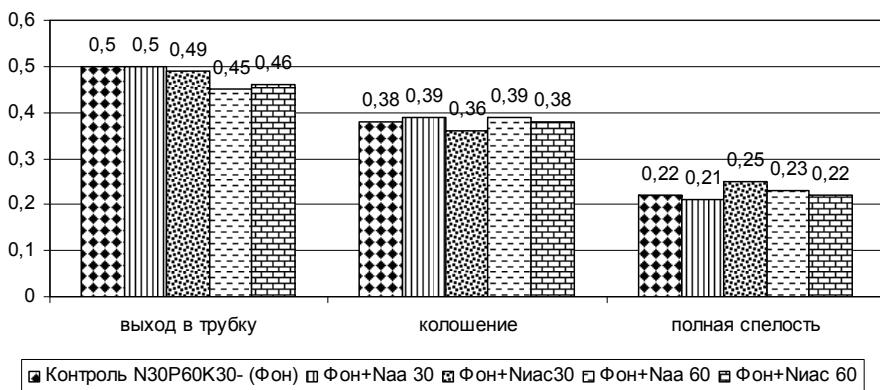


Рисунок 3. Влияние форм и доз азотных удобрений на содержание фосфора (%) в растениях озимого ячменя, 2006–2008 гг.

Среди двойных доз азота наибольший показатель концентрации обеспечивает вариант с применением в качестве удобрений мочевины – 0,42 %. В фазу полной спелости озимого ячменя концентрация фосфора нивелировалась и показатели большинства вариантов находились незначительно ниже либо на уровне фонового варианта.

Максимальным содержанием характеризуются растения с вариантов, где применялся азот в амидной форме 0,26 % при 30 кг д. в. азота на га и 0,24 % при 60 кг д. в. азота на га. Ещё раз необходимо отметить, дозы и формы азотных удобрений, изучаемых в опыте, не оказали существенного влияния на концентрацию фосфора в растениях озимого ячменя.

4.3. Формирование структуры урожая озимого ячменя

Следует признать, что озимый ячмень очень отзывчив на уровень применения удобрений, о чём говорит анализ приведённых параметров структуры урожая. По сравнению с показателями контрольного варианта изучаемые дозы и формы азотных удобрений увеличивали: количество растений на 1 м² – на 6–23 шт/м², количество стеблей и колосьев – на 29–127 и 40–148 шт/м² соответственно (таблица 7).

Таблица 7. Влияние форм и доз азотных удобрений на формирование структуры урожая озимого ячменя, 2006–2008 гг.

| Вариант опыта | Количество шт/м ² | | | Кустистость | | Колос | | | Масса г/м ² | | Масса 1000 зёрен, г | Соотношение зерна и соломы |
|---|------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|-----------|------------------|----------------|------------------------|-------|---------------------|----------------------------|
| | растений | стеблей | | общая | продуктивная | длина, см | число зёрен, шт. | масса зерна, г | соломы | зерна | | |
| | | всего | с колосом | | | | | | | | | |
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 205 | 836 | 784 | 4,1 | 3,8 | 4,7 | 21 | 0,95 | 637 | 620 | 36,9 | 1:1,1 |
| 2. Фон + Naa 30 | 219 | 893 | 863 | 4,1 | 3,9 | 5,3 | 24 | 1,01 | 689 | 718 | 38,6 | 1:0,9 |
| 3. Фон + Nm 30 | 227 | 869 | 824 | 3,8 | 3,6 | 4,8 | 21 | 0,99 | 704 | 686 | 38,7 | 1:1,1 |
| 4. Фон + Ниас 30 | 211 | 875 | 835 | 4,1 | 3,9 | 5,0 | 23 | 1,02 | 693 | 702 | 38,2 | 1:1,0 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 228 | 865 | 831 | 3,8 | 3,6 | 4,9 | 22 | 0,98 | 721 | 679 | 37,1 | 1:1,1 |
| 6. Фон + Naa 60 | 214 | 963 | 932 | 4,5 | 4,3 | 5,7 | 25 | 1,02 | 752 | 793 | 39,8 | 1:0,9 |
| 7. Фон + Nm 60 | 224 | 931 | 884 | 4,1 | 3,9 | 5,1 | 23 | 1,00 | 768 | 737 | 37,6 | 1:1,1 |
| 8. Фон + Ниас 60 | 226 | 941 | 902 | 4,2 | 4,0 | 5,5 | 24 | 1,01 | 753 | 760 | 39,3 | 1:1 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 226 | 923 | 868 | 4,1 | 3,8 | 5,0 | 22 | 0,98 | 746 | 709 | 37,4 | 1:1,1 |
| НСР ₀₅ | 24,5 | 42 | 36,7 | 0,32 | 0,15 | 0,3 | 2,5 | 0,09 | 43 | 34 | 1,2 | – |

Необходимо отметить, что изучаемые в опыте двойные дозы удобрений увеличивали по сравнению с контролем такие параметры структуры урожая озимого ячменя, как общая и продуктивная кустистость на 2,9 и 3–13 %.

Существенное увеличение длины колоса обеспечивалось на вариантах Naa 60 и Ниас 60 – на 17 и 21 %, число зёрен – на 14–19 %. Максимальная масса зёрен в одном колосе была получена на вариантах с применением Ниас 30 и Naa 60, что составило 7 % прибавки к контролю, эти же варианты способствовали получению наибольшей массы растений и зерна с 1 м² на 8–21 и 11–30 % соответственно.

Масса 1000 зёрен, как показатель выполненности зерна, имеет большое значение. Рассматриваемые формы и дозы удобрений оказали положительное воздействие на массу 1000 зёрен. Наибольшую прибавку данного показателя обеспечил вариант Naa 60 и Ниас 60, что составило 39,8 и 39,3 г соответственно, а разница с контролем составила 2,9 и 2,4 г. На вариантах Naaф 30, Nm 60 и Naaф 60 показатель массы 1000 семян составил 37,1; 37,6 и 37,4 г соответственно. Одна-

ко прибавка данного элемента структуры на этих вариантах оказалась несущественной.

4.4. Урожайность зерна озимого ячменя в зависимости от изучаемых приемов

Благоприятные погодные условия в годы проведения опытов, оптимальный уровень показателей эффективного плодородия способствовали высокой продуктивности растений озимого ячменя, при этом средняя продуктивность озимого ячменя в опыте независимо от уровня питания и года исследований составила 7,1 т/га.

Погодные условия существенно повлияли как на продуктивность культуры, так и на эффективность азотных удобрений при формировании урожая озимого ячменя. Как уже было отмечено, наиболее благоприятные агрометеорологические условия для формирования урожая ячменя сложились в 2005–2006 и 2007–2008 гг., что подтверждается соответствующей продуктивностью культуры в 7,2 и 8,1 т/га зерна озимого ячменя соответственно (таблица 8).

**Таблица 8. Влияние форм и доз азотных удобрений
на урожайность зерна озимого ячменя**

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | | | |
|---|-------------------|------|------|---------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | Среднее |
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 6,14 | 5,45 | 7,02 | 6,20 |
| 2. Фон + Naa 30 | 6,99 | 6,14 | 8,42 | 7,18 |
| 3. Фон + Nm 30 | 6,48 | 5,92 | 8,18 | 6,86 |
| 4. Фон + Ниас 30 | 7,25 | 5,68 | 8,14 | 7,02 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 6,93 | 5,53 | 7,92 | 6,79 |
| 6. Фон + Naa 60 | 8,04 | 7,17 | 8,58 | 7,93 |
| 7. Фон + Nm 60 | 7,81 | 6,56 | 7,76 | 7,37 |
| 8. Фон + Ниас 60 | 7,85 | 6,16 | 8,80 | 7,60 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 7,25 | 6,94 | 7,95 | 7,09 |
| HCP _{0,5} , т/га | 0,33 | 0,16 | 0,41 | – |

Трехлетние данные свидетельствуют о том, что все изучаемые дозы и формы азотных удобрений существенно увеличивали урожайность озимого ячменя и разница относительно контроля составляла 0,59–1,73 т/га. Вне зависимости от форм азотных удобрений двойная доза способствовала формированию наибольшей урожайности – 7,5 т/га, однако относительно контрольного варианта одинарная доза – 30 кг д. в. азота на гектар обеспечила большую прибавку в 12 %.

Если рассматривать влияние форм азотных удобрений на продуктивность ячменя, то применение аммонийно-нитратных форм (в частности, Naa; Ниас) способствовало получению наибольшей урожайности как при одинарной, так и при применении двойной дозы. Наряду с этим аммиачная селитра с добавкой фосфогипса, также относящаяся к аммонийно-нитратной форме, обеспечила существенную прибавку в 0,59 и 0,89 т/га относительно фонового варианта, но была

существенно ниже вариантов с применением других форм азотных минеральных удобрений. Необходимо отметить, что двойная доза применения аммиачной селитры с добавкой фосфогипса обеспечивала наименьшую прибавку в 0,3 т/га, относительно однократной дозы, среди других двойных доз удобрений, рассматриваемых в опыте.

Амидная форма азотных минеральных удобрений, независимо от дозы её применения, обеспечила прибавку относительно аммиачной селитры с добавкой фосфогипса от 0,07 до 0,28 т/га, но существенно уступила продуктивности вариантам с применением аммонийно-нитратных форм (аммиачной селитры и известково-аммиачной селитры) от 0,16 до 0,56 т/га зерна озимого ячменя.

4.5. Качество зерна озимого ячменя

Результаты исследований, представленные в таблице 9, указывают на то, что изучаемые формы азотных удобрений оказали положительное влияние на анализируемые качественные показатели зерна озимого ячменя.

Таблица 9. Качественные показатели зерна озимого ячменя (%) в зависимости от форм и доз азотных удобрений, 2006–2008 гг.

| Вариант опыта | Белок | Жир | Зола | Крахмал |
|---|-------|------|------|---------|
| 1. Контроль – N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон) | 12,5 | 2,90 | 2,85 | 43,0 |
| 2. Фон + Naa 30 | 13,9 | 3,20 | 3,12 | 46,0 |
| 3. Фон + Nm 30 | 13,6 | 3,15 | 3,05 | 45,2 |
| 4. Фон + Ниас 30 | 13,8 | 3,17 | 3,09 | 45,7 |
| 5. Фон + Naaф 30 | 13,0 | 3,11 | 3,02 | 44,7 |
| 6. Фон + Naa 60 | 14,2 | 3,36 | 3,21 | 47,3 |
| 7. Фон + Nm 60 | 13,8 | 3,28 | 3,16 | 46,5 |
| 8. Фон + Ниас 60 | 14,0 | 3,33 | 3,19 | 47,0 |
| 9. Фон + Naaф 60 | 13,4 | 3,20 | 3,13 | 46,0 |
| НСР _{0,5} , % | 0,5 | 0,20 | 0,15 | 1,5 |

Согласно результатам дисперсионного анализа по сравнению с показателями качества зерна, выращенного на контрольном фоне, изучаемые формы азотных удобрений обеспечили достоверную прибавку всех элементов. В среднем за три года наблюдений азотные подкормки способствовали достоверному увеличению содержания белка в зерне и разница в зависимости от формы удобрений составила 0,5–1,7 % по отношению к фону. Наибольшее содержание белка в зерне озимого ячменя отмечалось на вариантах с применением аммиачной селитры как при одинарной, так и двойной дозах внесения, и составило – 13,9 и 14,2 % соответственно. Данные дозы удобрений существенно превосходили не только контроль, но и варианты с применением Фон + Naaф в пределах дозы. По отношению к другим дозам удобрений существенной разницы не выявлено.

Применение изучаемых форм азотных удобрений увеличивало количество жира, золы и крахмала относительно контроля на 0,21–0,46, 0,17–0,36 и 1,7–4,3 % соответственно. Максимальное содержание исследуемых качественных показате-

телей зерна в пределах дозы удобрения обеспечивали варианты с применением Фон + Naa, которые превышали не только контроль, но и другие удобренные варианты. В свою очередь разница между качественными показателями на удобренных вариантах в пределах дозы была несущественной.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМ И ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Все изучаемые дозы и формы азотных удобрений обеспечивали увеличение основных экономических показателей по сравнению с контрольным вариантом.

В таблице 10 представлены результаты вариантов с применением изучаемых доз (N30 и N60) аммиачной и известково-аммиачной селитры, которые обеспечили существенную прибавку урожайности озимого ячменя по сравнению с контролем и другими вариантами.

Таблица 10. Экономическая эффективность производства зерна озимого ячменя в зависимости от форм и доз азотных удобрений

| Показатель | Контроль N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀ (фон) | Фон + Naa 30 | Фон + Niас 30 | Фон + Naa 60 | Фон + Niас 60 |
|---|--|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Урожайность, т/га | 6,2 | 7,18 | 7,02 | 7,93 | 7,6 |
| Денежная выручка с 1 га, руб. | 18600 | 21540 | 21060 | 23790 | 22800 |
| Затраты труда на 1 га, ч | 12,8 | 13 | 13,2 | 13,9 | 14 |
| Затраты труда на 1 т, ч | 2,06 | 1,81 | 1,88 | 1,75 | 1,84 |
| Производственные затраты на 1 га, руб. | 9280 | 9785 | 9880 | 10290 | 10480 |
| Себестоимость 1 т, руб. | 1497 | 1363 | 1407 | 1298 | 1379 |
| Прибыль на 1 га, руб. | 9320 | 11755 | 11180 | 13500 | 12320 |
| Уровень рентабельности, % | 100 | 120,13 | 113,16 | 131,2 | 117,56 |

По сравнению с контролем изучаемые формы и дозы азотных удобрений увеличили: среднегодовую урожайность озимого ячменя на 13–28 %, денежную выручку с 1 га на 2460–5190 руб., затраты труда на 1 га – на 2–9 %, производственные затраты – на 505–1200 руб., прибыль – на 1860–4180 руб. Благодаря полученной прибавке урожая формы и дозы азотных удобрений по сравнению с фоном снижали: затраты труда на 1 т – на 9–14 %, а уровень рентабельности превосходил контроль на 13–31 %.

Следует отметить, что расчет экономических показателей подтвердил преимущество применения аммиачной селитры по сравнению с известково-аммиачной селитрой независимо от дозы вносимого азота. При сравнении основных показателей экономической эффективности производства зерна озимого ячменя при

внесении дозы N30 отмечается незначительное преимущество в пользу аммиачной селитры (себестоимость 1 т продукции ниже на 44 руб., прибыль с 1 га больше на 575 руб., а уровень рентабельности оказался выше на 7 %). Удвоение дозы азота показало еще большую экономическую эффективность применения аммиачной селитры по сравнению со всеми изучаемыми формами азотных удобрений и, в частности, с известково-аммиачной селитрой (себестоимость 1 т зерна озимого ячменя оказалась ниже на 81 руб., прибыль с 1 га выросла на 1180 руб., а уровень рентабельности оказался выше на 14 %).

ВЫВОДЫ

1. Оптимальные запасы продуктивной влаги в метровом профиле почвы в период вегетации озимого ячменя сложились в 2006 и 2008 гг. Изучаемые формы и дозы азотных удобрений не оказали влияния на влажность почвы в слоях 0–10 и 11–20 см в течение вегетации озимого ячменя, но способствовали незначительному ее снижению относительно контроля, особенно при применении двойных доз (N60).

2. В течение вегетации озимого ячменя существенное снижение рН почвенного раствора отмечалось в период максимального потребления элементов питания – выход в трубку – колошение. Аммиачная селитра и селитра с добавкой фосфогипса (N60) относительно контроля подкисляли реакцию почвенного раствора: в фазу выхода в трубку – на 0,07 и 0,06, в фазу колошения – 0,09 и 0,1, полной спелости – на 0,14 и 0,2 ед. соответственно. На остальных вариантах опыта применение известково-аммиачной селитры и мочевины способствовало стабилизации реакции почвенной среды.

3. Установлено, что все изучаемые в опыте формы и дозы азотных удобрений увеличивали по сравнению с контролем содержание в 0–20 см слое почвы нитратного азота: в фазу выхода в трубку – на 0,3–12,3 мг/кг, в период колошения – на 0,2–4,6 мг/кг, в фазу полной спелости – на 1,5–4,5 мг/кг почвы. Внесение азотных удобрений пролонгированного действия (Нкас и Нааф), а также двойная доза всех изучаемых форм азотных удобрений способствовали достоверному увеличению концентрации азота на протяжении вегетации озимого ячменя на чернозёме обыкновенном.

4. Азотные удобрения по сравнению с контрольным фоном достоверно увеличивали содержание в 0–20 см слое почвы аммиачного азота, за исключением варианта с внесением аммиачной селитры, а разница с контролем составляла: в фазу выхода в трубку – 1,9–8,6 мг/кг, в период колошения – 2–7,4 мг/кг, в фазу полной спелости – 0,8–4,0 мг/кг почвы.

5. Изучаемые формы и дозы азотных удобрений не оказали существенного влияния на динамику и содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия. На вариантах с мочевиной и с аммиачной селитрой, в зависимости от дозы удобрения, содержание подвижного фосфора уступало контролю к моменту выхода в трубку на 1,4–3,8, колошения 0,8–2 и к моменту полной спелости 0,6–1,1 мг/кг почвы соответственно, при этом минимальная концентрация элемента во все фазы развития культуры отмечалась на варианте с применением аммиачной селитры в двойной дозе.

6. Максимальное накопление сухого вещества озимого ячменя отмечалось в межфазный период выход в трубку – колошение. Изучаемые формы и дозы азот-

ных удобрений способствовали увеличению массы сухого вещества, и разница с контролем составляла: 0,07–1,3, 0,54–1,35 и 1,33–2,88 т/га соответственно в фазы выхода в трубку, колошения и полной спелости. Максимальный показатель накопления сухого вещества обеспечивал вариант опыта с внесением Naa 60.

7. Азотные подкормки существенно увеличивали содержание азота в растениях озимого ячменя в фазу выхода в трубку, и разница с контрольным фоном составила 0,07–0,37 %. Увеличение дозы вносимого азота до 60 кг д. в/га существенно увеличивало концентрацию не только относительно контроля, но и одинарной дозы азота. Наибольшая концентрация азота в растениях, существенно превышающая контрольный вариант во все фазы развития культуры, была отмечена на варианте Фон + Naa 60, которая составила в фазе выхода в трубку – 3,46 %, в фазе колошения – 2,07 %, в фазе полной спелости – 1,23 %.

8. Дозы и формы азотных удобрений не оказали существенного влияния на концентрацию фосфора и калия в растениях озимого ячменя и его динамику в период вегетации культуры.

9. По сравнению с показателями контрольного варианта изучаемые дозы и формы азотных удобрений увеличивали: количество растений на 1 м² – на 6–23 шт/м², количество стеблей и колосьев – на 29–127 и 40–148 шт/м². Существенное увеличение длины колоса обеспечивалось на вариантах Naa 60 и Ниас 60 – на 17 и 21 %, число зёрен – на 14–19 %. Наибольшие показатели элементов структуры урожая были отмечены на варианте с внесением Naa 60. Здесь отмечена самая высокая урожайность, масса 1000 зёрен, количество растений и продуктивных стеблей на 1 м².

10. Погодные условия значительно повлияли на эффективность азотных удобрений: наибольшая прибавка от удобрений оказалась в 2008 году – 0,9–1,78, наименьшая в 2006 году – эффективность от применения азотных минеральных удобрений составляла 0,08–1,72 т/га. Все изучаемые дозы и формы азотных удобрений в среднем за три года существенно увеличивали урожайность озимого ячменя, и разница относительно контроля составляла 0,59–1,73 т/га.

Среди форм удобрений наиболее эффективным оказалось применение традиционной аммиачной селитры независимо от выбора дозы – 7,18 и 7,93 т/га. Известковая аммиачная селитра при внесении дозы N30 оказала адекватное влияние на продуктивность озимого ячменя (7,02 т/га), но при двукратном увеличении дозы азота существенно снижала урожайность по сравнению с аналогичным вариантом с аммиачной селитрой.

11. Азотные подкормки увеличивали количество белка, жира, золы и крахмала относительно контроля на 0,5–1,7, 0,21–0,46, 0,17–0,36 и 1,7–4,3 % соответственно. Максимальное содержание исследуемых показателей обеспечивали варианты с применением Naa, которые превышали не только контроль, но и другие удобренные варианты.

12. Среди изучаемых форм азотных удобрений наиболее эффективным оказалось внесение аммиачной и известково-аммиачной селитры, которые по сравнению с фоновым вариантом увеличили урожайность озимого ячменя на 13–28 %, денежную выручку с 1 га на 2460–5190 руб., прибыль – на 1860–4180 руб., а благодаря полученной прибавке урожая снижались затраты труда на 1 т – на 9–14 %, уровень рентабельности превосходил контроль на 13–31 %. Расчет экономических показателей подтвердил преимущество применения аммиачной селитры по сравнению с известково-аммиачной селитрой, особенно при внесении дозы N 60.

Предложения производству

На чернозёме обыкновенном малогумусном глинистом со средней обеспеченностью почвы элементами питания целесообразно применение в ранневесеннюю подкормку аммиачной и известково-аммиачной селитры в дозе 30 и 60 кг/га д. в. как обеспечивающих прирост урожайности зерна на 0,82–1,73 т/га.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

Министерства образования и науки РФ:

1. Коростелёв, М. Н. Оптимизация азотного питания озимого ячменя в зоне неустойчивого увлажнения / М. Н. Коростелёв, А. Н. Есаулко // *Агрехимический вестник*. – 2009. – № 2. – С. 26–27.
2. Есаулко, А. Н. Продуктивность озимого ячменя и агрохимические показатели чернозёма при внесении азотных удобрений / А. Н. Есаулко, М. Н. Коростелёв // *Плодородие*. – 2009. – № 3. – С. 3–4.

Публикации в других изданиях:

3. Есаулко, А. Н. Влияние азотных подкормок на урожайность и содержание макроэлементов в растениях озимого ячменя на обыкновенном чернозёме в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края / А. Н. Есаулко, М. Н. Коростелёв // *Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа* : сб. науч. тр. по материалам 72-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 3–15 апреля 2008 г.). – Ставрополь : АГРУС, 2008. – С. 59–61.
4. Есаулко, А. Н. Влияние погодных условий на эффективность подкормки озимого ячменя различными формами минеральных удобрений / А. Н. Есаулко, М. Н. Коростелёв, А. А. Филинов // *Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа* : сб. науч. тр. по материалам 73-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 8–20 апреля 2009 г.). – Ставрополь : АГРУС, 2009. – С. 64–66.
5. Коростелёв, М. Н. Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя в зоне неустойчивого увлажнения / М. Н. Коростелёв, А. Н. Есаулко // *Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа* : сб. науч. тр. по материалам 74-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 7–15 апреля 2010 г.). – Ставрополь : Параграф, 2010. – С. 50–52.

Подписано в печать 27.04.2012. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.
Тираж 100. Заказ № 120.

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