

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ГРОМОВА НАТАЛЬЯ ВИКТОРОВНА

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА
ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ СТАВРОПОЛЬСКОЙ
ВОЗВЫШЕННОСТИ**

06.01.04 - агрохимия

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Есаулко А.Н.

Ставрополь – 2018

Введение	4
1. Обзор литературных источников	12
1.1. Биология и особенности питания озимого ячменя	12
1.2. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на урожайность и качество зерна озимого ячменя	21
2. Место, условия и методика проведения опыта	36
2.1. Почвенно-климатические условия	36
2.2. Место проведения и схема опытов	39
2.3. Метеорологические условия в годы проведения исследований	41
2.4. Методы, методики полевых и лабораторных исследований	53
2.5. Агротехника возделывания озимого ячменя	54
3. Влияние систем удобрений на водный и пищевой режим почвы	56
3.1. Влияние систем удобрений и способов обработки на динамику запасов продуктивной влаги на черноземе выщелоченном в посевах озимого ячменя	56
3.2. Реакция почвенного раствора	64
3.3. Динамика содержания нитратного азота	68
3.4. Динамика содержания подвижного фосфора	75
3.5. Динамика содержания обменного калия	79
4. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на химический состав растений озимого ячменя	83
4.1. Динамика линейного роста растений озимого ячменя	83
4.2. Динамика накопления сухого вещества растениями озимого ячменя	86
4.3. Содержание азота	89
4.4. Содержание фосфора	93
4.5. Содержание калия	96
5. Урожайность и качество зерна озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы	100
5.1. Формирование структуры урожая	100

5.2. Урожайность зерна	103
5.3. Качество зерна	108
6. Расчет выноса и баланса элементов питания	112
7. Экономика производства зерна озимого ячменя в связи с изучаемыми факторами	115
Заключение	120
Предложения производству	124
Список использованной литературы	125
Приложения	146

ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие произошли значительные изменения в объеме и структуре мирового производства зерна. Его валовая продукция увеличилась на 15,7 % и достигла 2,4 млрд. т. Россия, имея 3 % численности мирового населения, дает 2,6 % мирового производства зерна (60 – 65 млн. т), которое в валовом продукте национального продовольственного комплекса составляет 9,5 %.

Важность производства зерна подтверждается его ценным химическим составом: он содержит в среднем 12 % белка, 5,5 волокна, 64,6 безвредных экстрактивных веществ, 2,1 жира, 13 воды, 2,8 % - золы.

Основной целью современного сельского хозяйства является обеспечение продовольственной безопасности страны за счет производства необходимого обществу количества и качества продукции (Власова О. И., Дорожко Г. Р., Передериева В. М., Вольтерс И. А., Тивиков А. И., 2015).

Озимый ячмень очень ценная продовольственная, кормовая и техническая культура, По данным ФАО, 48 % всего производства ячменя приходится на промышленную переработку, 36 % - на комбикорма и 16 % - на пищевые цели.

Озимый ячмень является одной из зернофуражных культур, на кормовые цели для удовлетворения нужд животноводства приходится 70 – 75 % валового сбора зерна. Ячменный зерновой белок содержит значительное количество незаменимых аминокислот, в частности лизина и триптофана. В 1 кг зерна содержится 9,4 г лизина - больше, чем в зерне кукурузы. Использование ячменя при откорме животных на мясо дает лучшие результаты по сравнению с кормлением зерна из других культур.

Важнейшими задачами при выращивании озимого ячменя являются: увеличение производства зерна, повышение устойчивости зернового хозяйства на основе совершенствования структуры посевных площадей, роста урожайности, эффективного использования минеральных и органических удоб-

рений, максимального расширения посевов на мелиорированных землях и на землях в районах достаточного увлажнения, внедрения высокоурожайных сортов, улучшения агротехники (Дорошко Г. Р., 2017).

Повышение продуктивности зерна озимого ячменя и улучшение его качества невозможно получить без разработки новых технологий производства. Самым необходимым фактором для получения стабильных урожаев этой культуры являются рациональное применение удобрений и правильный подбор высокозимостойкого сорта (Нещадим Н. Н., Пацека О. Е., 2016).

Актуальность работы. В процессе использования почв в сельском хозяйстве происходит их деградация, что ведет к снижению продуктивности полевых культур, в том числе и озимых. На фоне создания большого количества хозяйств, частной собственности на землю, перехода к мелкотоварному производству, проблемы в области сохранения и улучшения плодородия, рационального использования земель стали особенно острыми (Сычев В. Г., Есаулко А. Н., Агеев В. В., Подколзин А. И., Сигида М. С., 2015; А.Н. Есаулко и др., 2016). Главной задачей их решения является разработка агроприемов, позволяющих сохранить и приумножить плодородие почвы и повысить продуктивность посевов (Нещадим Н. Н., Квашин А. А., Горпинченко К. Н., Филиппенко Н. Н., 2016).

Успешная реализация приоритетного национального проекта по развитию АПК зависит в первую очередь от кормопроизводства, являющегося основой эффективного животноводства. В связи с этим на рынке возрос спрос на кормовое зерно, особенно в хозяйствах, специализирующихся на разведении и откорме свиней, так как оно богато питательными веществами, полезно для животных и может в неограниченном количестве вводиться в рацион (Чепец Е. С., Чепец С. А., 2015).

Ячмень – одна из ведущих сельскохозяйственных культур. Занимает около 60 мл. га и занимает место после пшеницы, риса и кукурузы. Российская Федерация является крупнейшей страной-производителем ячменя (Репко Н. В., и др., 2015; Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновая Е.

А., 2016).

В России ячмень выращивается повсеместно, основная часть посевов находится в европейской части, где валовый сбор его зерна составляет ежегодно от 19 до 20 миллионов т. В России ячмень занимает второе место после озимой пшеницы, площади его возделывания превосходят площади возделывания подсолнечника и овса (Бельтюков Л. П., Чепец С. А., Чепец Е. С., 2015). На территории Южного и Северо-Кавказского ФО возделывается до 400 тыс. га озимого ячменя.

Озимый ячмень превышает урожайности ярового и для увеличения валового производства зерна при одинаковых затратах в Южном регионе Российской Федерации целесообразно увеличить площадь до 1 млн. га. Но для положительного решения этого вопроса необходимы предложенные производству новые высоко адаптивные сорта ячменя и передовые агроприемы их возделывания (Репко Н. В., и др., 2015)..

Продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе ценных зерновых культур, зависит от рационально составленной системы удобрения с учетом биоклиматического потенциала края (зоны), особенностей растений и конъюнктуры рынка, что является также одним из важнейших агротехнических приемов повышения плодородия почвы.

Важным элементом технологии зерновых культур, особенно в регионах с недостаточным и неустойчивым увлажнением, служит система основной обработки почвы в сочетании с научно обоснованным применением минеральных удобрений (Вислобокова Л. Н., Скорочкин Ю. Л., Воронцова В. А., 2016).

Сохранение материальных ресурсов и сокращение затрат на энергию в сельском хозяйстве осуществляются за счет одной из важнейших и дорогостоящих технологических операций - обработки почвы. Поскольку данная операция является самой дорогой частью технологии культивации, она должна быть оптимальной как в техническом, так и экономическом плане (Борин А. А., Лощина А. Э., 2016).

В связи с этим представленная диссертационная работа посвящена оптимизации питания растений озимого ячменя на фоне различных способов обработки почвы на черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Степень разработанности темы. Изучению эффективности применения минеральных удобрений и способов обработки почвы посвящены следующие работы (Вигель Т. Ф., 1980; Найденов А. С., 1986; Портуровская С. П. и др., 1992; Агеев В. В., 1999; Шеуджен А. Х. и др., 2005; Агафонов Е. В., 2010; Дзанагов С. Х., 1999; Есаулко А. Н., 2006; Сигида М. С., 2008; Ерешко А. С., 2012; Бузняков Д. А., 2015; Бельтюков Л. П., 2015; Борищук Р. В., 2013; Нецадим Н. Н., 2016; Бровкина Т. Я., 2018; Громова Н. В., 2017). Анализ литературных источников свидетельствует о том, что результаты исследований и выводы ученых по влиянию изучаемых приемов на урожайность и качество зерна озимого ячменя не совпадают. Это можно объяснить тем, что расхождения связаны с различными подходами к построению системы удобрений, не совпадающими элементами технологии возделывания культуры, почвенно-климатическими условиями места проведения экспериментов, методикой определения и расчета доз минеральных удобрений.

Подобных исследований на выщелоченном черноземе Ставропольской возвышенности проведено недостаточно, поэтому оптимизация питания культуры, разработка и изучение минеральных и органических удобрений, входящих в системы удобрения, сформированных на различных принципах, с целью повышения урожайности озимого ячменя является актуальной для науки и производства.

Цели и задачи исследований. Цель исследований заключалась в определении совместного влияния систем удобрений и способов обработки почвы на показатели почвенного плодородия, урожайность и качество зерна озимого ячменя на черноземе выщелоченном в условиях Ставропольской возвышенности.

Для достижения поставленной цели планировалось решение следующих

задач:

– изучить влияние систем удобрений и способов основной обработки почвы на динамику содержания в 0-20 см слое чернозема выщелоченного нитратного азота, подвижного фосфора, обменного калия, запасов продуктивной влаги, показателей реакции почвенного раствора в течение вегетации озимого ячменя;

– установить влияние изучаемых приемов на рост, развитие и содержание в растениях N, P₂O₅ и K₂O, элементы структуры, урожайность и качество зерна озимого ячменя;

– рассчитать показатели экономической оценки эффективности сравниваемых систем удобрения и способов обработки почвы.

Научная новизна. Впервые на чернозёме выщелоченном Ставропольской возвышенности при выращивании озимого ячменя определено влияние систем удобрений и способов обработки почвы на динамику агрохимических показателей почвы, химический состав растений, урожайность и качество зерна культуры.

Определена экономическая эффективность совместного применения систем удобрений и способов основной обработки почвы при выращивании озимого ячменя.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость представленных исследований непосредственно связаны с решением актуальных задач повышения эффективности производства озимого ячменя. Предложенные системы удобрений и способы основной обработки почвы могут быть использованы для сохранения и повышения почвенного плодородия чернозема выщелоченного, увеличения урожайности и качества получаемой продукции озимого ячменя.

На основании проведенных экспериментов и их интерпретации получены данные, позволяющие рекомендовать применение расчетной системы удобрения в сочетании с отвальным и безотвальным способами обработки почвы, позволившие получить максимальную урожайность озимого ячменя

сорта Михайло после предшественника озимой пшеницы на черноземе выщелоченном. Для сохранения почвенного плодородия и достижения высоких показателей экономической эффективности производства зерна озимого ячменя рекомендуется биологизированная система удобрений в сочетании с выше приведенными способами обработки почвы.

Результаты исследований используются в учебном процессе при преподавании дисциплина «Агрохимия» и «Земледелие» для студентов факультета агробиологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

Методология и методы исследований. Основой методологии исследования явилась научно обоснованная постановка проблемы, изучение научных трудов отечественных и зарубежных авторов.

Методы исследований (теоретические, эмпирические) заключались в проведении полевых и лабораторных исследований по общепринятым методикам, статистическом анализе и математической обработке результатов исследований; текстовом и графическом отображении результатов. Полученные в ходе выполнения диссертации экспериментальные данные позволят сформулировать новые рекомендации для возделывания озимого ячменя.

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

Основные положения, выносимые на защиту:

– системы удобрения увеличивают в 0–20 см слое чернозема выщелоченного по сравнению с контролем содержание элементов питания в течение вегетации озимого ячменя, а изучаемые способы обработки почвы не оказывают существенного влияние на содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия;

– применение систем удобрения на отвальном способе основной обработки почвы увеличивает урожайность озимого ячменя;

– экономическая эффективность производства зерна озимого ячменя в большей степени зависит от выбора системы удобрения и погодных условия.

Реализация результатов исследований.

Результаты исследований апробированы и внедрены в землепользованиях ООО ОПХ «Луч» Новоселицкого района и ЗАО «Красная Заря» Новоалександровского района в севооборотах на общей площади 348 га. Биологизированные системы удобрения на фоне отвального способа обработки почвы в зависимости от хозяйства обеспечили уровень урожайности озимого ячменя 4,7-5,0 т/га, и увеличили прибыль – на 2,4-3,7 тыс. руб. Использование расчетной системы удобрения в технологии возделывания культуры на фоне отвального и безотвального способов обработки почв увеличивали урожайность на 0,8-1,2 т/га, прибыль на 4250-5320 руб., а уровень рентабельности составлял 52-58%.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на международных и научно-практических конференциях Ставропольского государственного аграрного университета (2005–2018 гг.): 69-я научно-практическая студенческая конференция «Молодые аграрии Ставрополья» (Ставрополь, 2006); 72-я Региональная научно-практическая конференция (Ставрополь, 2008); 73-я научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа» (Ставрополь, 2009); Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции развития агропромышленного комплекса», (пос. Персиановский, 2006); Научно-практическая конференция посвященная 100-летию со дня рождения Я. В. Пейве (Краснодар, 2006); Международная конференция, посвященная 45 лет факультета агрохимии и почвоведения. 95 лет со дня рождения Симакина Александра Ивановича «Энтузиасты аграрной науки» (Краснодар, 2009); 75-я научно - практическая конференция «Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе» (Ставрополь, 2011); Экологические

аспекты развития АПК. Питание растений. Ячмень. Система удобрений (Ставрополь, 2011).

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, предложений производству, списка литературы и приложений. Работа изложена на **168** страницах машинописного текста, включает **16** таблиц, **5** рисунков, 21 приложение. Список использованной литературы включает **180** источника, из них –**9** зарубежных авторов.

Личный вклад соискателя. Все исследования по подготовке и проведению лабораторных и полевых работ, а также статистической обработке их результатов проведены лично автором.

Автор выражает свою глубокую признательность коллективу кафедры агрохимии и физиологии растений, профессорам В. В. Агееву, А. И. Подколзину, доцентам М. С. Сигида, Е. В. Голосному, С. А. Коростылеву, М. В. Селивановой; А. А. Беловоловой, Е. А. Саленко, Ю. И. Гречишкиной, О. Ю. Лобанковой; ассистентке А. Ю. Ожередовой за полученные в ходе выполнения работы советы и советы.

Особую благодарность выражает научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору РАН Александру Николаевичу Есаулко за его непосредственное участие в постановке задач и программы-методики, обсуждение результатов и получение основ научных исследований.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Важность пищевых характеристик сельскохозяйственных культур, которые predeterminedены биологией растений, внутренними и внешними питательными условиями, а также метаболизм поглощаемых элементов, позволяет разрабатывать научно – обоснованные системы удобрений, направленные на получение оптимальных результатов удовлетворительного качества продукции (Агеев В. В., Подколзин А. И., 2001).

1.1. Биология и особенности питания озимого ячменя

Озимый ячмень является одной из важнейших зерновых культур, имеющих пищевое, кормовое и техническое значение. Средний химический состав зерна ячменя (в % сухой массы): белки–12,0, крахмал–55,0, жир – 2,0, клетчатка – 6,0, сахара – 4,0, пентозаны и другие углеводы – 11,0, зола – 3,5. Белок ячменя по аминокислотному составу (особенно содержанию лизина) более ценен по сравнению с белком пшеницы: в 100 кг зерна 121 кормовая единица и 79 кг переваримого протеина (Державин Л. М., Седова Е. В., 1983; Гуцаленко А. П., Журат В. Ф., 1985; Vair V. K., Ulrich S. E., 2008; Чепец С. А., Чепец Е. С., 2015).

Основная масса питательных веществ в зерне ячменя накапливается в начале восковой спелости. Однако это зерно, хотя оно содержит повышенное количество воды, обладает полным химическим составом.

Р. В. Борищук и С. О. Лавренко (2013) считают, что формирование определенного уровня урожая находится в тесной зависимости от ростовых процессов и размера площади листовой поверхности, а также интенсивности продукционных процессов.

Основа жизни живого организма – это питание. От условий питания озимого ячменя зависит его химический состав и величина урожая, что достигается при оптимальном сочетании света, воды, воздуха, тепла, пищи и так далее. В связи с этим, при разработке приёмов возделывания озимого ячменя, возможно, не только увеличить урожай зерна, но и уделить должное внима-

ние качеству выращиваемой продукции (Сысенко И. С., Новоселецкий С. И., Пацека О. Е., 2015; Бровкина Т. Я., Сысенко И. С., 2018).

Ячмень – растение длинного дня и требует относительно длительного освещения для его развития. На коротком дне колошение у него затягивается. Фотопериодическая реакция зависит не только от длины дня, но и от качества света и его интенсивности. Для перехода в генеративную фазу (выход в трубку) ячмень требует более 12 часов освещения в сутки (Сокол А. А., Филиппов Е. Г., 2000).

Минимальная температура роста у озимых форм $-3 - 5$ °С. Всходы выдерживают заморозки до $-6-8$ °С (Максименко Л. Д., Гаевая Л. П., 1983; Коренев Г. В., 1990). Семена ячменя могут прорасти при температуре $+1$ °С. При оптимальных температурах всходы появляются на 6-8-й день после посева (Романенко Г. А., Тютюников А. И., Гончаров П. Л., 1999).

Озимый ячмень отличается низкой зимостойкостью. Семена ячменя при прорастании требуют меньше воды (48 – 65% от массы зерна), чем семена других злаков. После появления всходов из-за плохого развития корневой системы ячмень требует большого количества влаги. Максимальное количество воды растения расходуют в фазу кущения-трубкования. В период формирования репродуктивных органов недостаток влаги оказывает пагубное воздействие на пыльцу ячменя. Стерильность части пыльцы вызывает увеличение количества бесплодных колосков, что снижает производительность растений (Корыткин В. Н., Малиенко А. М., 1994).

Если запасы влаги в пахотном слое более 20 мм, то кущение озимого ячменя идет наиболее интенсивно, а при ее уменьшении до 10-19 мм – оно замедляется. В фазу выхода растений в трубку проявляется наибольшая потребность растений к воде, так как идет их интенсивный рост. Максимальные урожаи озимого ячменя формируются в годы, когда запасы влаги в метровом слое находятся в пределах 100-120 мм. Если они понижаются до 50-75 мм, то урожай составляет 70% от максимального, а при запасах влаги 25-50 мм – всего лишь 40% (Плищенко В. М. и др., 1999). Если в почве водоснабжение

ниже двойной гигроскопической влажности, то рост и образование органов растений полностью прекращается. При внесении удобрений ячмень экономно расходует влагу (Сокол А. А., Филиппов Е. Г., Янковский Н. Г., 2000).

Озимый ячмень требователен к почвенному плодородию, что объясняется слабой усваивающей способностью его корневой системы (Перегудов Н. И., Клочков П. П., 1970; Агеев В. В. и др., 1996; Портуровская С. П., Огарев В. Д., 2002; Жиленко С. В., 2015). Поэтому для получения гарантированных урожаев его следует размещать в севообороте по хорошим предшественникам. Лучшими предшественниками считаются ранобураемые культуры: бобово-злаковая смесь, горох, травы на сено. После этих предшественников остается необходимое количество влаги для получения дружных всходов озимого ячменя (Коданев И. М., 1970; Бельтюков Л. П. и др., 1987; Бельтюков Л. П., Чепец С. А., Чепец Е. С., 2015). Худшими предшественниками озимого ячменя являются яровые колосовые, подсолнечник (Сокол А. А., Филиппов Е. Г., 2000; Зокоева В. Р. и др., 2017).

Для достижения высоких урожаев озимого ячменя необходимо выполнить несколько условий: первое условие - плодородие почвы (применение минеральных и органических удобрений); второе условие - оптимальное содержание влаги в почве; и третье предварительное условие - современные высокоурожайные сорта (Кривошеев Н. Н., 1984; Романова Е. Б., Давыдовский Д. В., Есаулко А. Н., 2003; Шевцов В. М., Малюга Н. Г., 2008; Есаулко А. Н., Николенко Н. В., 2008; Адиньяев Э. Д., Цопанова М. В., Багаев И. Р., 2015; Цховребов В. С., Калугин Д. В., Фаизова В. И., 2016; Есаулко А. Н., Петрова Л. Н., Агеев В. В., 2017).

Корневая система озимого ячменя развита значительно слабее, чем у других хлебных злаков, поэтому культура нуждается в легкоусвояемых формах питательных веществ. Озимый ячмень хорошо растет на черноземах и каштановых почвах, малоприспособлен для него сухие, кислые песчаные почвы, которые имеют неблагоприятный водный режим. (Сергеев В. З., 1970; Сокол А. А., Ковалев П. А., Никитенко Н. Д., Сергеев В. З., 1975; Сокол А. А., Фи-

липпов Е. Г., 2000; Шевцов В. М., Малюга Н. Г., 2008).

Озимый ячмень чувствителен к кислотности почвы, оптимальная величина рН=6-7. На почвах, имеющих рН=5,6 – 5,8, ячмень развивается хорошо, а при рН=3,5 его семена не дают всходов (Шевцов В. М., Малюга Н. Г., 2008). Ячмень предъявляет высокие требования к обеспеченности почв медью и среднюю требовательность к обеспеченности марганцем.

От других зерновых культур ячмень отличает повышенная чувствительность к кислой реакции почвенного раствора и увеличению концентрации солей, особенно в первый период роста. Основной урожай эта культура формирует на главном побеге. Чтобы не допустить излишнего развития боковых побегов необходимо оптимизировать густоту посевов и азотное питание (Коданев И. М., 1970, 1981; Беляков И. И., 1990; Бельтюков Л. П., 2002).

У ячменя более короткий период интенсивного потребления питательных веществ, чем у других зерновых культур. У него слабее развита корневая система, меньше усваивающая ее способность, поэтому он предъявляет повышенные требования к наличию легкодоступных питательных веществ в почве. Для получения стабильных и высоких урожаев озимого ячменя очень важно, чтобы растения были снабжены полностью доступными элементами с самого начала их развития. Почти невозможно компенсировать нехватку питания позже (Беляков И. И., 1986; Минеев В. Г. с соавторами, 1993; Дорожко Г. Р., 1994; Агеев В. В., Подколзин А. И., 2001; Державин Л. М., 2006; Цховребов В. С., Новиков А. А., Калугин Д. В., 2014; Цопанова М. В., Адиньяев Э. Д., 2016).

Озимый ячмень в сравнении с другими полевыми культурами высоко требователен к условиям питания. Разные растения вследствие своих генетических особенностей способны в неодинаковой мере поглощать и использовать питательные вещества из почвы и различаются окупаемостью прибавкой урожая внесенные азот, фосфор, и калий (Портуровская С. П., Огарев В. Д., 2002; Сычев В. Г., Шафран С. А., 2013; Власова О. И., Дорожко Г. Р., Передериева В. М., 2015).

Без азота невозможно образование белков и многих витаминов, особенно витаминов группы В. Наиболее интенсивно растения поглощают и ассимилируют азот в период максимального образования корневой системы и роста стеблей и листьев (Шеуджен А. Х. и др., 2009).

Азот поступает в растительный организм на протяжении всей вегетации. В первой половине вегетационного периода, когда наблюдается интенсивный рост листьев, стеблей и генеративных органов этот элемент крайне необходим, а при недостатке азота в этот же период замедляется кущение, рост стебля, нарушается образование генеративных органов, изменяется окраска листьев.

Чрезмерное количество азота в почве негативно влияет на устойчивость растений озимого ячменя к полеганию (Беляков И. И., 1990).

Отсутствие азота часто является фактором, ограничивающим увеличение урожая зерновых культур даже на черноземных почвах. При отсутствии азота другие минеральные удобрения становятся плохо эффективными. Научкой и практикой доказано, что азотным удобрениям принадлежит ведущая роль в формировании величины урожая и качества зерна озимого ячменя. Эффективность внесения азота определяется биологическими особенностями сортов и целями выращивания ячменя, уровнем плодородия почвы и погодными условиями года. Важны и сроки внесения азотных удобрений, так как к концу кущения ячмень поглощает более половины потребляемого за вегетацию азота. Азотные удобрения при внесении их в оптимальном количестве повышают коэффициент продуктивного кущения, однако их эффективность зависит от условий вегетационного периода (Демчук А. В., Черкашина А. В., 2015).

Критический период потребления озимым ячменем азота и фосфора – это первые дни недели после прорастания, когда корневая система молодых растений еще слабо развита, охватывает сравнительно небольшой объем почвы. Фосфор необходим, так как он принимает участие в формировании корневой системы в критический период. Фосфор в течение этого периода опреде-

ляет дальнейшее развитие растений озимого ячменя, их получение большей устойчивости к неблагоприятным условиям и возбудителям различных заболеваний (Агеев В. В., Подколзин А. И., 2001; Голосной Е. В., Есаулко А.Н., Сигида М.С., 2013; Yan L., Shi Y., 2013; Сычев В. Г., Есаулко А. Н., Агеев В. В. и др., 2013; Цховребов В. С., Калугин Д. В., Фаизова В. И., 2016).

Фосфор очень важен в жизни растений – регулятора дыхательных процессов и переносчика энергии. Химические реакции с участием этого элемента составляют основу энергетики живой клетки (Шеуджен А. Х. и др., 2009).

Фосфор ускоряет развитие растений, стимулирует цветение и плодоношение, благоприятствует интенсивному нарастанию корневой системы, а при недостатке фосфора рост новых клеток задерживается, размер уменьшается, а рост растения в целом ослабляется (Шеуджен А. Х. и др., 2009).

Наибольший дефицит фосфатного питания в растениях наблюдается в самом начале роста и развития, особенно если содержание подвижного фосфора в почве невелико (Беляков И. И., 1985).

Калий играет важную роль в биохимических и физиологических процессах растений, регулирует водный и азотный обмен, усиливает устойчивость к болезням, полеганию, засухе. В процессе старения растений озимого ячменя из старых листьев калий перемещается в более молодые (Беляков И. И., 1986). При калийном голодании усиливается распад белков, что способствует развитию различных патогенных грибов и бактерий.

Одним из существенных условий, определяющих эффективность использования удобрений, является количество доступных питательных форм в почве. Знание их количества необходимо для правильной регуляции пищевого режима почвы и, следовательно, обеспечения растений питательными веществами в течение вегетационного периода с учетом критических периодов их роста и развития (Агеев В. В., 1996; Подколзин А. И., 1997; Куркаев В. Т., Шеуджен А. Х., 2000; Шеуджен А. Х. и др., 2006; Есаулко А. Н., 2006; Власова О. И., 2014; Дридигер В. К., Кашаев Е. А., Стукалов Р. С., Паньков Ю. И., 2015; Есаулко А. Н. и др., 2016).

Опыт мирового земледелия убедительно показывает, что уровень урожайности тесно связан с количеством применяемых удобрений. По подсчетам специалистов рост урожая сельскохозяйственных культур примерно на 50 % определяется правильным применением минеральных и органических удобрений (Ягодин Б. А., 2002).

Изучение реакции озимого ячменя на элементы питания показывает, что решающее значение для повышения урожайности культуры имеет фосфор, затем азот и калий (Агеев В. В., 1996; Портуровская С. П., Огарев В. Д., 2002).

Озимый ячмень характеризуется высокой интенсивностью процессов роста на начальных этапах. По данным Агеева В. В. и Подколзина А. И. (2005) к фазе выхода в трубку озимый ячмень поглощает до 90 % азота от общего потребления, а по материалам Портуровской С. П. и др. (2001) в межфазный период кущение-колошение растения поглощают 60–70% элементов питания от общего потребления. На выщелоченном черноземе, согласно многолетним исследованиям В.В. Агеева (2001), к фазе массового кущения потребление азота достигает 20–25 %; цветения – до 90 % и около 75 % фосфора. Потребление калия к этому времени заканчивается, в последующих периодах даже отмечается его частичный отток из растений.

Наибольшая потребность в питательных веществах у озимого ячменя совпадает с периодом, когда микробиологические процессы в почве протекают медленно из-за отсутствия для них благоприятного температурного режима, и как следствие, обеспеченность азотом, наиболее дефицитным элементом питания на многих типах почв, низкая (Шамрай Л. А., 1984; Фаизова В. И., Никифорова А. М., Лысенко В. Я., 2015; Цховребов В. С., Фаизова В. И., 2015).

В начальный период роста растения озимого ячменя для лучшего развития корневой системы, накопления в клетках сахаров и других веществ, защищающих растения от замерзания, а также при формировании генеративных органов и созревании зерна необходим фосфор (Heyland К. Н., Knopf Н. Е., 1980; Власова О. И., Дорожко Г. Р., Передериева В. М., Вольтерс И. А., Тиви-

ков А. И., 2015).

Использование фосфора из удобрений, в отличие от общего его потребления, значительно различаются в начальные фазы развития озимого ячменя. При лучшей обеспеченности почвы влагой потребность растений в фосфоре удовлетворяется в начале кущения на 51 %, в период трубкования на 40 % за счет свежевнесенных фосфатов. В связи с этим Лапа В. В., Рыбин О.Ф. и Головач А. Л. (1996) делают вывод о том, что потребление фосфора растениями озимого ячменя идет во влажной хорошо удобренной почве.

Исследованиями Шеуджена А. Х. и др. (2009) установлено, что при применении фосфорного удобрения происходило увеличение зимостойкости озимых на 15–20%, снижение потребления воды на образование урожая, и ускорение созревания озимого ячменя на 5-6 дней.

К важным биологическим особенностям ячменя относится также отрицательная реакция к недостатку азота и фосфора в период от всходов до кущения (Паршин В. А., Бакинова Т. И., 1997; Barman S. C., Sahu R. K., Bhargava S. K., Chatterjee C., 2000; Iskandar I. K., 2001; Bair V. K., 2008; Хоконова М. Б., 2016).

К фазе выхода в трубку растения озимого ячменя потребляют 46% фосфора и 2/3 количества калия, а к фазе цветения потребление питательных веществ достигает 85 %. Потребность в элементах питания в течение вегетации существенно меняется и это необходимо учитывать при определении сроков внесения удобрений.

В калии, поддерживающем оптимальный тургор, в большей степени нуждаются молодые растущие клетки. Растения, обеспеченные калием, лучше переносят засушливые условия зоны выращивания (Дзанагов С. Х., 1999; Коваленко Е. Д., Киселева М. И., Соломатин Д. А., 2002).

Учитывая, что большинство подтипов черноземных почв хорошо обеспечено обменным калием, полностью компенсировать вынос калия урожаями за счет удобрений нет необходимости. Однако отказываться от их внесения также нельзя. Об этом свидетельствуют материалы агрохимического обследо-

вания почв последних лет, говорящие о снижении обеспеченности этим элементом питания. Вносить калийные удобрения непосредственно под озимый ячмень рекомендуется при планировании высоких урожаев зерна на почвах с низкой или очень низкой обеспеченностью калием (Портуровская С. П. и др., 1985; Портуровская С. П., Огарев В. Д., 2002).

От погодных условий зависит усвоение растениями азота из почвы. Этот процесс идет при температуре почвы выше 5 °С и достаточно высокой влажности (Мирахмедов Ф. Ш., Абдумаликов У. З., Мамадалиева С. Б., Тухтасинов А., 2017).

Использование растениями элементов питания из почвы зависит от уровня обеспеченности почвы ими. Следует учитывать факт, что научные исследования показывают низкую эффективность внесения фосфорных и калийных удобрений под озимый ячмень при высоком содержании калия и фосфора в почве (Смирнов А. Л., 1990).

Вынос из почвы озимым ячменем основных элементов питания существенно колеблется в зависимости от почвенного плодородия и уровня урожая. При урожайности ячменя 30 ц/га вынос азота на почвах с очень низкой и очень высокой обеспеченностью элементами составляет от 33,6 до 84,0 кг/га, при средней обеспеченности – 50,4 кг/га, а при урожайности 40 ц/га – соответственно 44,8–112,6 и 67,2 кг/га. Вынос с урожаем озимого ячменя фосфора из почвы со средней обеспеченностью ее подвижным фосфором составляет (при урожайности ц/га – кг/га): 30–18,0; 40–24,0; 50–30,0; 60–36,0. А при среднем содержании в почве обменного калия вынос его с урожайностью 30–60 ц/га составляет 94–187 кг/га (Агеев В. В. и др., 1999).

Вынос калия с урожаем всегда больше, чем фосфора и азота, поэтому значительное сокращение почвенного калийного фонда может привести к уменьшению или потере экологических и экономических функций почвы, то есть к ее деградации (Ефимов В. Н., Донских И. Н., Царенко В. П., 2003).

Каждый килограмм азота, фосфора и калия в минеральных удобрениях, внесенных правильно, и при надлежащем соотношении указанных элементов

дает 10 кг добавочного зерна или эквивалентное количество другой продукции. Недостаток азота довольно часто является основным фактором, влияющим на рост и развитие культуры даже на черноземных почвах. При недостаточном его содержании слабоэффективными становятся другие минеральные удобрения (Никитишен В. И., 1984; Минеев В. Г., 2004; Глухих М. А., 2005).

1.2. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на урожайность и качество зерна озимого ячменя

Использование удобрений должно быть направлено на получение стабильных урожаев, улучшение экономических показателей в экономике: снижение издержек производства, повышение рентабельности производства и, в целом, обеспечение максимальной прибыли (Подколзин А. И., 1997; Кириллова Г. Б., Жуков Ю. П., 2002).

По данным многих авторов (Глуховский А. Б., 1984; Крамаренко Н. И., Маслянный А. В., 1986; Найденов А. С., Енин Г. В., 1986; Глухих М. А., 2005; Николенко Н. В., 2010, Громова Н. В. и др., 2011), среди всех путей оптимизации плодородия наиболее действенным и эффективным является регулирование уровня содержания питательных веществ в почве путем внесения минеральных и органических удобрений.

В условиях Ставропольского края отмечается положительная отзывчивость озимого ячменя на внесение удобрения. При этом величина эффекта зависит от многих факторов, главные из которых почвенно-климатические условия, плодородие почвы, предшественник, виды, дозы, сроки и способы внесения удобрений (Дубовик Д. В., 2014; Старостин А. Н., 2016).

Эффективность применения удобрений в крае в последние годы достаточно высока. На 1 кг д.в. минеральных удобрений дополнительно получено в среднем по краю от 7 до 10 кг зерна (Сычев В. Г. и др., 2015).

Сроки и нормы внесения удобрений должны быть обусловлены характером потребления основных элементов питания в течение вегетации культуры (Артюшин А. М., Державин Л. М., 1984; Найденов А. С., Шевцов В. М.,

Зазимко М. И., 1988; Агеев В. В., Подколзин А. Н., 2001; Портуровская С. П., Огарев В. Д., 2002; Сигида М.С., Николенко Н.В., 2007).

Урожайность озимого ячменя зависит не только от доз внесенных удобрений, но и от их видов. При этом большую роль играют предшественники. Оптимальными предшественниками являются раноубираемые культуры: горох, бобово-злаковая смесь, травы на сено. После этих культур достаточное количество влаги остается в почве для получения дружных всходов ячменя в осенний период (Бельтюков Л. П., 2002). Неблагоприятными предшественниками в зоне выращивания озимого ячменя в нашей стране являются яровые колосовые и подсолнечник (Стороженко Ю. Г. и др., 1987; Стороженко Ю. Г. и др., 1989; Портуровская С. П., Вигель Т. Ф., Шахзадов Н. М., 1992; Колсанов Г. В., 2005; Новоселецкий С. И., Сысенко И. С., Пацека О. Е., 2016).

Исследованиями Бузнякова Д. А. (2015) установлено, что применение азотно-фосфорных удобрений до посева и при посеве озимого ячменя в равной дозе дает одинаковый эффект. Влияние полного удобрения по сравнению как при допосевном, так и при припосевном внесении было значительно больше, урожайность составила 5,21–5,51 т/га.²

При внесении минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ выживаемость растений к уборке возросла до 80–83%, а на контроле ее показатель был на уровне 63 % (Чепец С. А., Чепец Е. С., 2007; 2015).

В опытах, проведенными Ерешко А. С., Хронюк В. Б., Татаркиным С. В. (2012), наибольшая урожайность озимого ячменя была получена у сортов Мастер (5,33 т/га) и Добрыня 3 (6,79 т/га) на варианте внесения удобрений $N_{34}P_{34}K_{34}$. Прибавка урожайности при этом составила 0,40 и 1,15 т/га соответственно. У сортов Федор и Романс, характеризующихся толерантностью к болезням и высокой устойчивостью к полеганию, максимальная урожайность (6,06 и 7,52 т/га) и прибавки в урожайности отмечались при внесении более высоких доз удобрений – $N_{51}P_{51}K_{51}$.

По данным Чепец С. А., Чепец Е. С. (2007; 2014) у всех изучаемых сортов (Силуэт –Ларец и Полет) при внесении удобрений в дозе $N_{68}P_{68}K_{68}$,

наблюдалось созревание у всех изучаемых сортов на 2-3 дня позднее, чем на контроле.

На опытной станции Кубанского ГАУ при внесении удобрения в дозе $N_{60}P_{60}+N_{40}$ урожайность озимого ячменя составила 6,53 т/га, что выше $N_{40}P_{40}+N_{40}$ на 0,41 т/га и выше варианта без удобрений на 0,7 т/га (Макаренко А. А., Найденов А. С., Тучапский Ю. А., 2018).

Научные учреждения Ставрополя рекомендуют в зависимости от предшественника и типа почв следующие дозы удобрений: по чистому пару – $N_{30}P_{40-60}$; по занятому пару – $N_{60-90}P_{60-90}K_{30-60}$; после озимой пшеницы $N_{60-120}P_{60}K_{40-60}$; после пропашных культур – $N_{60+30+30}P_{40-60}K_{30-40}$ (Агеев В. В. и др., 1996; Есаулко А. Н., 2006).

Наивысшие прибавки урожая современные сорта озимого ячменя обеспечивают при внесении $N_{80}P_{120}K_{80}$, которые на обыкновенном черноземе достигают 19,8-22,4 ц/га (Агеев В. В., 1996).

На черноземе южном при внесении $N_{40}P_{60}$ осенью с подкормкой N_{20} урожайность было получена 3,95 т/га, а при внесении $N_{60}P_{60}$ под предпосевную культивацию урожайность отмечена 3,71 т/га (Демчук А. В., Черкашина А. В., 2015).

Эффективность азотных удобрений обусловлена прямым воздействием азота как непосредственного источника питания азота и проявляется в степени использования элемента, роста урожая и стоимости возврата урожая (Надежкина Е. В., 2006).

Демчук А. В., Черкашиной А. В. (2015) было установлено, что внесение удобрений нормой $N_{60}P_{60}$ повышает урожайность зерна независимо от способа их внесения. В среднем за два года наименьший урожай зерна был получен на варианте без удобрений (2,77 т / га), а самая высокая урожайность зерна (3,13 т / га) сформировалась при внесении $N_{40}P_{60}$ осенью + N_{20} сеялкой после возобновления вегетации. Прибавка к контролю была достоверной и составила 0,36 т/га (12,9%). По остальным вариантам наблюдалась тенденция к незначительному повышению урожайности зерна озимого ячменя.

На почвах с низкой доступностью подвижного фосфора увеличение урожая от применения фосфорных удобрений может достигать – 40 %. В то же время с увеличением доз азота эффективность фосфора будет возрастать, а при высокой доступности почвы с этим элементом более 25 мг / кг (по словам Мачигина) положительный эффект фосфорных удобрений уменьшается (Воронкова Н. А., Балабанова Н. Ф., 2013).

Фосфор из-за его слабой подвижности в почве обычно рекомендуется вносить в рядки при посеве, заделывая его глубже семян. Однако при повторном внесении, когда проявляется последствие этого элемента, преимущество локального и рядкового удобрения перед разбросным вначале уменьшается, а потом исчезает (Глухих М. А., 2005).

Внесение фосфорных удобрений в рядки способствует повышению зимостойкости культуры, а лучшие результаты даёт внесение суперфосфата 10 кг/га д.в.. При изучении припосевного внесения фосфорных удобрений в рядки в дозе P₂₀ В. Д. Панников и В. Г. Минеев (1977) установили, что урожайность озимого ячменя увеличивалась на 3,3 ц/га.

Оптимальное обеспечение растений фосфором повышает морозоустойчивость и устойчивость озимых к засухе и полеганию, ускоряет их развитие и созревание, влияет на формирование генеративных органов (Есаулко А. Н. и др., 2013; Голосной Е. В., Агеев В. В., Подколзин А. И., 2013).

А. С. Найденовым и Г. В. Ениным (1986), установлена оптимальная доза удобрений для озимого ячменя сорта Циклон и Метеор – N₆₀P₆₀K₄₀, урожайность которых достигала 67,1-70,3 ц/га.

Важны сроки внесения азотных удобрений, так как ячмень к концу кущения поглощает более половины потребляемого азота за вегетацию. Нормы азотных удобрений, рекомендуемых под озимый ячмень колеблются в кг д.в./га от 30 до 100, фосфорных – 20-70 и калийных – 0-30.

Эффективность азотных удобрений увеличивается с увеличением содержания подвижных фосфатов в почве с 3,5-7,4 до 10,9-11,5 мг / 100 г, что приводит к увеличению уровней содержания азота и фосфора и увеличению

урожайности звена севооборота: с 3,8–7,5 до 14,6–25,8 ц/га з.е. (Гетманец А. Я., 1977; Минеев В. Г., 2004; Никитишен В. И., 2006).

Высокая эффективность применения азотных удобрений проявляется в их дробном внесении, то есть перед посевом и в подкормку. Первая подкормка азотом (40–80 кг/га) наиболее эффективна в начале весны до начала вегетационного периода, когда азотные удобрения вносят сразу же после схода снега по ещё замёрзшей почве. Оптимальные дозы основных азотных удобрений, применяемых для озимого ячменя, варьируются в пределах 40–120 кг / га в зависимости от почвенных и климатических условий. Поздняя азотная подкормка обеспечивает получение максимального в условиях практики урожая озимого ячменя (Найденов А. С., Енин Г. В., 1986; Петербургский А. В., Смирнов А. П., 1989; Глухих М. А., 2005; Мирахмедов Ф. Ш. и др., 2017).

Опыты, проведенные в Швеции, доказывают, что при внесении 90 кг/га азота урожайность зерна озимого ячменя составляет 54 ц/га, а на варианте без удобрений– 30 ц/га (Lemonier M. G., 1985).

Исследованиями В.М. Шевцова, А.С. Найденова (1989), проведенными на Северо-кубанской опытной сельскохозяйственной станции, установлено, что ранневесенняя подкормка $N_{30}P_{30}K_{30}$ под озимый ячмень сортов Михайло, Добрыня-3 и Аванс обеспечивала получение урожайности 78,4; 68,6 и 70,2 ц/га соответственно.

В условиях центральной зоны Краснодарского края применение N_{35} на фоне $P_{40}K_{40}$ на выщелоченном черноземе обеспечивало урожайность озимого ячменя 44,2 ц/га, а при внесении до N_{70} на том же фоне повышало урожай составил 49,9 ц/га, а применение азота в дозе N_{140} уже снижало показатель до 48,7 ц/га (Нещадим Н. Н., Пацека О. Е., 2017; Нещадим Н. Н., Пацека О. Е., Калашников В. А., 2018).

При изучении сортов озимого ячменя Силуэт, Ларец и Полет с внесением $N_{40}P_{60}K_{40}$ была получена максимальная урожайность, и прибавки урожая по сравнению с контролем были 52, 47 и 53% соответственно (Бельтюков Л. П., Чепец С. А., 2007).

По данным Е.М. Титова (2006) наибольший прирост урожайности озимого ячменя обеспечивала органоминеральная система удобрений (навоз + (NPK)40) на посевах сорта Атаман – 1,8 т/га, или 55,6%, а у сорта Гонар прибавка была на 4,7% ниже.

В Ирландии при внесении $N_{30}P_{125}K_{250}$ в основную обработку + N_{30} в фазу весеннего кущения урожайность составила 84,5–100 ц/га, а в Канаде при внесении N_{85} перед посевом и N_{40} в фазу колошения урожайность составила 54,0 ц/га (Heyn J., Witzel D., 1989).

В Англии дробное внесение азотных удобрений (перед посевом, в начале возобновления весенней вегетации и в фазу выхода в трубку) в дозах $N_{120}N_{160}N_{200}$ обеспечивала получение урожая зерна 74,1; 78,1 и 78,4 ц/га соответственно (Harris P. V., McDonald H. G., Phillips M. C., 1987), а в Германии внесение осенью $N_{60}+N_{20}$ весной составило урожайность – 68,9 ц/га (Baumer M., Wybranietz J., 1996).

Максимальная урожайность – 3,95 т/га была получена в варианте с внесением $N_{40}P_{60}$ осенью с подкормкой N_{20} сеялкой после возобновления вегетации. Минимальная урожайность зерна – 3,71 т/га получена в варианте с внесением $N_{60}P_{60}$ под предпосевную культивацию (Демчук А. В., Черкашина А. В., 2015).

С. В. Жиленко, Н. И. Аканова, Л. Б. Винничек (2015), что увеличение урожая было обеспечено в основном за счет увеличения массы 1000 зерен, количества колосков и зерен в колосе, количества продуктивных побегов на одно растение, а также сокращения пустого ячменя озимого ячменя.

Производители зерна ячменя заинтересованы в проблеме содержания белка в зерне и возможности его увеличения. При проведении подкормки на поздних фазах вегетации растений отмечается рост урожайности и повышение выполненности зерна, так же отмечается увеличение белка в зерне озимого ячменя на 1,1–2,0% (Райнер Л., Штайнбергер И., Деке У., 1980).

По данным Л.П. Бельтюкова, С.А. Чепец, Е.С. Чепец (2015), внесение дозы N_{20} до посева или в подкормку весной в сочетании с $P_{20}K_{30}$ способствует

повышению содержание белка в зерне озимого ячменя до 11,9-12,1%, а при внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$ отмечается получение максимального количества белка по сортам Силуэт и Ларец – 12,2% и по сорту Полет – 12,1%.

Основной показатель качества зерна озимого ячменя – содержание в нем сырого белка. По данным Л.П. Бельтюкова, С.А. Чепец (2007) содержание сырого белка в большей степени зависело от погодных условий и доз удобрений, в меньшей степени от сортовых характеристик. Максимальный этот показатель был получен при внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$ и составил 12,2%.

При комплексном применении минеральных и органических удобрений повышается содержание белка в зерне ячменя. Так, по данным Г.Е. Мерзлая, М.А. Габибова (1998) содержание белка в зерне составляет 10,2% при внесении только минеральных удобрений, а при внесении трех тонн соломы на фоне минеральных удобрений этот показатель возрос до 10,9%.

Прирост урожая озимого ячменя на различных типах черноземов, за счет применения азота составляет 1,8–10,0 ц/га и на 1,5–2,2 % увеличивается содержание сырого белка (Коцанев И. М., 1976; Жигулев А. К., 1977; Минеев В. Г., 1978; Ивойлов А. В., и др., 2002).

Обеспеченность почвы фосфором и калием оказывает влияние на содержание белка в растениях озимого ячменя. При применении фосфорно-калийного удобрения отмечается положительное влияние на химический состав ячменя только при определенном уровне азотного питания. После превышения оптимальной дозы азота уменьшается доля белкового азота и увеличивается доля небелкового. Высокие дозы калия положительно влияют только при достаточном питании фосфором и азотом (Юркин С. Н., 1979).

Г.В. Соломон (1989) было установлено, что урожай зерна озимого ячменя зависит от количества, внесенного в почву азота. Внесение азота в почву без фосфора и калия в дозах выше 40 кг/га не эффективно. При внесении минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{30}K_{20}$ наблюдалось высокое содержание белка (14 %).

При оптимальном фосфорно-калийном питании увеличению содержа-

ния белка в зерне озимого ячменя до 12,9 %, способствует внесение азотных удобрений в дозе до 150 кг/га (Бугаевский В. К. и др., 2005)

В.П. Ковалев, Е.В. Ботянский (1992) считают, что содержание сырого протеина в значительной степени зависело от уровня урожайности: при средней урожайности 40–61,1 ц/га содержание белка составило 9,7 – 8,4 % соответственно.

В опытах, проведенных С.В. Жиленко, Л.Б. Винничек и Н.И. Аканова (2015), наибольшее содержание белка в зерне озимого ячменя (14 %) наблюдалось на варианте $N_{90}P_{90}K_{60}+Cu$, что на 4,4 % выше, чем на контроле. На посевах семенами без предпосевной обработки внесение $N_{60}P_{60}K_{40}$ обеспечило содержание белка в зерне 12,7 %.

Одним из важнейших элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур, особенно в регионах с недостаточным и неустойчивым увлажнением, служит система основной обработки почвы в сочетании с научно обоснованным применением минеральных удобрений и средств химической защиты растений. Затраты на применение средств химизации занимают больше половины всех затрат на производство продукции. К тому же опережающий рост цен на удобрения и средства защиты по отношению к ценам на растениеводческую продукцию является одной из причин снижения прибыльности производства (Вислобокова Л. Н., Скорочкин Ю. П., Воронцов В. А., 2015; 2016; Громова Н. В., 2017).

На урожайность озимого ячменя влияет большое количество факторов, и одним из таких является обработка почвы. Она придает пахотному слою почвы различное строение в зависимости от орудия, применяемого при ее обработки. В комплексе приемов обработки почвы под озимый ячмень ведущая роль принадлежит основной обработке почвы. Выбор ее зависит от многих факторов (типа почвы, климатических условий региона, рельефа, предшественника и степени засоренности полей) (Беляков И. И., 1986; Дорожко Г. Р., 1994).

Основная обработка в значительной степени влияет на водно-

физические, биологические и химические свойства почвы, что в сочетании с другими приемами в конечном итоге определяет величину урожая сельскохозяйственных культур (Рымарь С. В., 2007).

В настоящее время отмечается, что не может быть единой, универсальной системы обработки почвы, одинаково пригодной и эффективной в разных условиях. Она должны быть адаптированной к почвенно-климатическим условиям. (Власова О. И., Дорожко Г. Р., Передериева В. М., 2015).

Своевременная и качественная механическая обработка имеет перво-степенное значение в системе мер по повышению эффективности плодородия почв в различных зонах Ставропольского края. Обработка почвы является самой дорогой производственной операцией в сельском хозяйстве (Дорожко Г. Р., 2017).

В районах недостаточного увлажнения большое значение имеет своевременная и качественная обработка почвы, ранневесеннее боронование, снегозадержание, так как необходимо улучшать водный режим почвы, применяя соответствующие агротехнические приемы, заботиться о накоплении влаги и ее надлежащего использования (Райнер Л., Штайнбергер И. и Дееке У., 1980; Дорожко Г. Р., Власова О. И., Цховребов В. С., 2017, Дорожко Г. Р., 2017).

Все это требует разработки оптимальной системы минеральных удобрений и способов основной обработки почвы. Для выращивания высоких и стабильных урожаев зерна озимого ячменя с хорошим качеством необходимо применять удобрения с учетом его биологических особенностей и способов обработки почвы (Агеев В. В., Подколзин А. И., 2001; Янковский Н. Г., 2003; Пенчуков В. М., и др., 2013; Плетнев Е. А., Тучапский Ю. А., Макаренко А. А., 2017).

Система обработки почвы должна соответствовать биологическим характеристикам сельскохозяйственных культур, способствовать созданию благоприятных агрофизических свойств пахотного слоя, обеспечивать полную очистку сорняков и мобилизовать питательные вещества почвы, доступные для растений.

Агротехническое обоснование уровня урожайности для каждого поля севооборота является первой частью программы по созданию высокопродуктивных культур с оптимальным сочетанием всех факторов растительной активности (Передериева В. М., Власова О. И., 2015).

Традиционным приемом обработки почвы является отвальная вспашка, при ней обеспечивается рыхление почвы на глубину пахотного слоя, оборачивание, заделка растительных остатков, вредителей, возбудителей болезней и семян сорняков. И.В. Русаковой (2013) установлено, что замена вспашки плоскорезной обработкой способствует насыщению верхнего слоя почвы растительными остатками, что увеличивает водоудерживающую способность почвы и предотвращает испарение влаги. При применении плоскорезной обработки почвы отмечается ряд недостатков: слабое крошение обрабатываемого слоя и недостаточно эффективная борьба с сорняками, трудности с заделкой в почву органических удобрений, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур (. Борин А. А., Коровина О. А., Лощина А. Э., 2013).

Безотвальная обработка почвы за счет накопления органического вещества в его верхней части повышает гумусированность пахотного слоя. В то же время, содержание гумуса и микрофлоры в подпахотном слое существенно снижается. Отвальная обработка с оборотом пласта усиливает интенсивность минерализации не только легкоокисляемых форм гумуса, но и более стабильных, что приводит к снижению его содержания (Имамутдинова О. С., Швец Т. В., 2015; Федащук Е. Д., Швец Т. В., Имамутдинова О. С., 2016).

Имеется множество данных в научной литературе, о влиянии различных способов обработки почвы на агрофизические свойства почвы (Пупонин А. И., Кирюшин В. Д., 1989; Черепанов Г. Г., 1994; Дорожко Г. Р., Тивиков А. И., 2013; Дорожко Г. Р., Власова О. И., Сентябрев А. А., 2016; Передериева В. М. и др., 2016).

Важной агрофизической характеристикой является строение пахотного слоя, которое определяет водный и воздушный режимы почвы, степень аэрации и степень насыщения (Передериева В. М., Есаулко А. Н., Дорожко Г. Р. и

др., 2016). Выявлена прямая взаимосвязь этих показателей с плотностью почвы. В 2016 году наибольшее значение пористости отмечено при отвальной системе обработки почвы – 52 %, а наименьшее – поверхностной – 41 %. Пористость почвы была выше по всем системам в слое 0-10 см, что обеспечивает лучшее поступление в почву воздуха и атмосферных осадков (Борин А. А., Лощина А. Э., 2016).

Существуют различные мнения относительно оценки способов обработки почвы с точки зрения накопления влаги. Ряд авторов утверждают, что плоскорезная обработка почвы имеет преимущества перед вспашкой для накопления влаги во всех слоях почвы (Черепанов Г. Г., 1985; Титов А. Х., 1989).

В своих работах А.А. Борин, А.Э. Лощина (2016) указывают на то, что системы обработки неодинаково влияют на агрофизические свойства почвы. Плотность почвы, в целом, не выходила за границы оптимальной для озимого ячменя. Наибольшая плотность за вегетационный период была отмечена 1,41-1,45 г/см³.

По данным А.Э. Лощиной (2016), наибольшая плотность отмечалась на поверхностной обработке почвы. Известно, что плотность пахотного слоя влияет на активность почвенных микроорганизмов. Универсальным показателем деятельности почвенных микроорганизмов является продуцирование ими углекислоты. При применении плоскорезной обработки почвы прибавка урожая составила 0,09 т/га, а на варианте с комбинированной обработкой почвы – 0,07 т/га.

Плоскорезная обработка почвы (обработка двухъярусным плоскорезом на 20-22 см) снижает минерализацию гумуса, сберегает влагу и помогает преодолеть засуху (Хрулев А. В., 2000).

Однако считается, что при поверхностной обработке почвы увеличивается общая поверхность почвенных частиц и агрегатов почвы, что способствует росту потенциальных возможностей для испарения и потерь влаги (Черепанов Г. Г., 1994). Содержание доступной влаги до посева озимых культур

в слое почвы 0-180 см в вариантах без обработки почвы – 217 мм, при плоскорезной обработке – 170 мм и дисковании – 152 мм (Loske M. A., Hons F. M., 1988).

По мнению Н.И. Картамышева (2006), в благоприятные по увлажнению годы несколько больше влаги накапливается при отвальной обработке почвы, а в засушливые годы более эффективной является безотвальная система. Между тем, некоторые ученые отмечают улучшение водного режима почвы при безотвальной обработке (Ладонин В. Ф., Алиев А. М., 1999).

Ряд авторов утверждают, что плоскорезная обработка почвы повышает урожайность зерна озимого ячменя (Данилов Г. Г., 1982), а другие исследователи отмечают равнозначность отвального и безотвального способов обработки почвы по их влиянию на урожайность зерна озимого ячменя (Беляков И. И., 1986; Ковалев В. П., Ботянский Е. В., 1992). Другие исследователи отдают предпочтение отвальной обработке почвы в увеличении урожайности и качества зерна озимого ячменя (Загорулько А. В., 1982; Загорулько А. В., Мицик Г. Е., 1983; Беляков И. И., 1986).

А.В. Маржинова, М.Н. Иванов (2014) утверждают, что на урожайность ячменя положительное влияние оказывают применяемые минеральные удобрения и не влияют способы основной обработки почвы. При применении минеральных удобрений урожайность возросла на 0,45-0,48 т/га способы основной обработки почвы и применяемые минеральные удобрения изменяли также химический состав урожая.

По данным Е.А. Плетнева и др. (2017) самый высокий урожай зерна озимого ячменя (66,5 ц/га) был получен на отвальной обработке почвы, что на 1,1 ц/га и 9,4 ц/га больше чем на варианте с дисковым лушением и прямым посевом.

Исследования, проведенные на Северном Кавказе, показали, что способы обработки почвы в разной степени влияют на урожайность озимого ячменя. В исследованиях С.Е. Попова (1980), в условиях Кабардино-Балкарии и на обыкновенных черноземах Ставрополя поверхностная обработка почвы по-

вышла урожайность озимого ячменя на 0,18-0,66 т/га в сравнении с отвальной вспашкой.

В опытах Фисенко Т.В. (1999), на варианте с применением безотвальной обработки почвы урожайность озимых составила 37,2–38,7 ц/га и отмечалось снижение т энергозатраты на 30–35%, а на вариантах с вспашкой после пропашных урожайность снижалась на 3 – 7 ц/га.

Результатами исследований Р.В. Борищук и С.О. Лавренко (2012) установлено, что максимальные структурные показатели урожая зерна озимого ячменя были получены при выполнении дифференцированной обработке почвы на глубину 12–14 см и внесении удобрений в дозе N₁₂₀. При этом длина колоса составляла 8,8 см, количество зерен на растении – 48,0 шт., масса зерен с одного растения – 2,09 г, количество зерен на одном колосе – 21,5 шт. и масса зерен с одного колоса – 0,94г.

Т.А. Трофимова (1999) утверждает, что между плоскорезным и отвальным способами обработки почвы под озимый ячмень практически нет отличий по плотности, твердости почвы и содержанию в ней влаги. По плоскорезной обработке почвы урожайность зерна озимого ячменя на 2,4 ц/га ниже, чем на отвальной вспашке. По данным А.К. Киреева (2000) урожайности озимого ячменя на плоскорезной обработке выше по сравнению со вспашкой в среднеувлажненные годы на 0,8 ц/га, а в засушливые – на 1,9-2 ц/га.

На южных черноземах урожайность ячменя на плоскорезной обработке почвы на 18% выше по сравнению с отвальной вспашкой (Шабаев А. И., 1999).

В Краснодарском крае на опытном поле «Кубань» отмечалось, что осенью в начале вегетации озимого ячменя количество агрономически ценных агрегатов в слое почвы 0–30 см колебалось от 49,9 % до 53,1 %, причем наибольшее количество агрегатов этого размера было отмечено на варианте с отвальной вспашкой (Плетнев Е. А., Тучапский Ю. А., Макаренко А. А., 2017).

При изучении эффективности традиционной вспашки и нулевой обра-

ботки почвы под озимый ячмень в условиях центральной зоны Кубани в 2013-2014 гг. минимальное значение урожайности на рекомендуемой обработке составило 52,4 ц/га, максимальное – 78,1 ц/га, показатель средней урожайности в опыте – 72,3 ц/га на рекомендуемой обработке, на нулевой обработке почвы – 42,0 ц/га. Разница между обработками составила 30,3 ц/га или 72 % (Нещадим Н. Н., Пацека О. Е., 2016; Нещадим Н. Н., Пацека О. Е., Горпинченко К. Н., 2017)

При вспашке на глубину 20–22 см и более, прибавка урожайности озимого ячменя в сравнении с поверхностной обработкой колеблется от 0,16 до 0,59 т/га (Найденев А. С., Кильдюшкин В. М., 1991).

Так же в научной литературе имеются данные о том, что безотвальные способы основной обработки не оказывают положительного влияния на урожайность культур (Каличкин В. К., 2008).

По сравнению с отвальной вспашкой применение безотвальной обработки почвы способствовало накоплению влаги в почве и повышению урожайности зерна озимого ячменя на 1,6–2,0 ц/га, (Г.Г. Данилов, 1982)

Вспашка на 20–22 см с почвоуглублением на 10–15 см дает возможность получать урожайность 29,6 ц/га, а вспашка на 25–27 см с почвоуглублением на 10-15 см – 35,6 ц/га (Загорулько А. В., 1982).

По данным В.Н. Наумкина, Е.М. Титова, И.И. Брусенцова и А.В. Наумкина (2000) в среднем за 2 года максимальную урожайность зерна ячменя при вспашке и при поверхностной обработке обеспечивала биологизированная технология возделывания с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ + 50 т/га навоза + 50 т/га соломы + 6 т/га сидерата – 43,6 и 43,0 ц/га соответственно. Технологии с внесением одних органических удобрений уступали по урожайности технологиям с совместным внесением минеральных и органических удобрений, но превосходили на 3,7 и 4,2 ц/га контрольные варианты при вспашке и поверхностной обработке соответственно.

Таким образом, анализ литературных источников по влиянию удобрений и способов обработки почвы на урожайность и качество зерна озимого

ячменя позволил сделать вывод, что расхождения связаны с различным подходом к построению системы удобрений. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на выщелоченном черноземе Ставропольской возвышенности на урожайность озимого ячменя изучено недостаточно, что и является целью наших исследований.

2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

2.1. Почвенно-климатические условия

Полевые эксперименты проводились в течение пятилетнего периода, который охватывал 2005–2007 гг. и 2016–2017 гг. Основой для проведения исследований стал стационар кафедры агрохимии и физиологии Ставропольского государственного аграрного университета. Многолетний стационар расположен на землепользовании опытной станции в пределах территории Ставропольской возвышенности, который является равниной в северо-западной и северной частях, с существенными впадинами в направлении на юго-восток от озера Вшивое, и холмистой местностью в южной стороне.

В соответствии схемы агроклиматического районирования Ставропольского края и по характеру влагообеспеченности участок сельскохозяйственной опытной станции Ставропольском ГАУ входит в границы зоны неустойчивого увлажнения. Почвенный покров места исследований относится к черноземам выщелоченным, среднегумусным тяжелосуглинистым, мощным, и который на момент исследований характеризовался средним содержанием – гумуса (5,2-5,4 %), обменного калия (240-280 мг/кг) и подвижного фосфора (22-26 мг/кг). Верхние горизонты исследуемой почвы имеют нейтральную реакцию почвенного раствора, при этом рН значится в пределах 6,1-6,5. Нитрификационная способность почвы исследуемого участка (16-30 мг/кг) относится к категории средних показателей.

Почва участка места исследований характеризуется средней обеспеченностью марганцем - 18 мг/кг, низким количеством подвижного цинка – 0,7 мг/кг, высоким содержанием подвижного бора и серы – 2,86 и 13,4 мг/кг почвы соответственно. В слое почвы 0-20 см количество тяжёлых металлов не превышает ПДК, их содержание среднее и составляет: кобальта – 7 мг/кг, меди – 12,38 мг/кг почвы.

Чернозем выщелоченный имеет высокую емкость поглощения из-за большого количества мелкодисперсных частиц ила. В пахотном слое емкость поглощения – 40 мг-экв/100 г почвы. Из поглощенных оснований кальций составляет 29,6 мг-экв/100г почвы. Чернозем выщелоченный имеет плотное сложение и данный показатель находится в пределах 1,25-1,41 г/см³. Бурые тяжелые карбонатные элюво-делювиальные суглинки и глины являются почвообразующими породами, в то же время сарматские отложения – подстилающими породами. Чернозем выщелоченный согласно гранулометрическому составу принадлежит к тяжелосуглинистым пылевато-иловатым. В результате, этот тип чернозема Ставропольской возвышенности характеризуется хорошей высокой гумусированностью, зернистой комковатой структурой, оптимальным уровнем рН, содержанием основных элементов питания в достаточном количестве для минерального питания всех культур, в том числе и озимого ячменя.

Климатические условия опытной станции имеют характерные особенности, что объясняется, с одной стороны – влиянием резко-континентального климата близ прилегающих районов, с другой – эффектом влияния вертикальной зональности Ставропольской возвышенности (высота над уровнем моря составляет 500-550 м).

В зависимости от года зона исследований имеет неустойчивые условия увлажнения – в результате неравномерность выпадения в течение года осадков. Согласно среднеголетних наблюдений на территории опытного участка общая сумма осадков за год составляет 500-600 мм, в т. ч. в течение активного вегетационного периода растений – 410-450 мм. Гидротермический коэффициент находится в пределах 1,1-1,3. В течение активного вегетационного периода растений общая сумма температур составляет 2800-3200 °С. Среднемесячная температура воздух в июле составляет 21,9 °С, в самом холодном – январе – -3,7 °С.

По многолетним наблюдениям зима характеризуется как неустойчивая, её продолжительность 85-110 дней. Зимой неоднократно имеют место перио-

ды с оттепелями, в связи с чем общая высота снежного покрова не переходит границу в 10-12 см. В течение зимнего периода восточные ветра являются преобладающими.

В начале первого весеннего месяца отмечается сход снежного покрова; с конца марта по начало апреля вегетационный период возобновляется. К концу апреля – началу мая почва прогревается до температуры 8-12 °С. Средняя температура за сутки переходит через отметку +5 °С, в большинстве случаев: весной – в начале апреля, осенью – во второй декаде ноября.

На стационаре лето достаточно жаркое, наибольшая температура может достигать значений +37 °С и выше. Количество дней с высокими температурами составляет 40. Повышенный температурный режим теплого периода вызывают увеличение испаряемости, что превышает общую сумму выпадающих осадков. В июле-августе относительная влажность воздуха снижается до 62-59 %, отрицательно сказывающееся впоследствии на росте и развитии сельскохозяйственных культур.

На территории стационара часто происходят засухи и суховеи, и за один сезон они могут составлять от 50 до 60 дней. Суховеи часто сопровождаются сильными ветрами, скорость которых может достигать 15 м/с.

Влаги в почве накапливается в основном за счет осадков, выпадающих в холодный период года, этому способствуют такие явления зимой, как промерзание почвы на небольшую глубину, невысокое испарение и частые оттепели.

К положительным аспектам климата территории хозяйства относятся высокая сумма положительных температур и как результат продолжительный вегетационный период растений, отрицательным – неравномерное в зависимости от времени года выпадение осадков и их ливневый характер, частые оттепели и, как следствие этого – сильно неустойчивый снежный покров, суховеи и засухи. В целом, климатические условия благоприятны для возделывания районированных сортов озимого ячменя.

2.2. Место проведения и схема опытов

Стационар кафедры агрохимии и физиологии растений располагается на территории опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета, и входит в состав длительного опыта «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах», который зафиксирован в реестре аттестатов длительных опытов Геосети ВНИИА Российской Федерации.

Рельеф стационара: макрорельеф – Ставропольская возвышенность.

В опыте изучался сорт озимого ячменя Михайло. Включен в Госреестр по Северо-Кавказскому региону с 1999 года. Предшественником озимого ячменя является озимая пшеница.

Опыт двухфакторный, представленный двумя факторами:

А – системы удобрения в севообороте и дозы удобрений непосредственно под озимый ячмень,

Б – способы основной обработки почвы.

Тип севооборота типичен для зоны неустойчивого увлажнения, относится к зернопропашным со следующим чередованием культур: горохоовсяная смесь(занятой пар), озимая пшеница, озимый ячмень, кукуруза на силос, озимая пшеница, горох, озимая пшеница, яровой рапс, развернут во времени и пространстве.

Размещение вариантов осуществляется с 1978 г. по методу расщепленных делянок, повторность опыта 3-х кратная. Размещение повторений является сплошным. Общая площадь делянки составляет 108 м^2 ($7,2*15$), а учетная – 50 м^2 .

Согласно утвержденной схеме опыта изучаемые системы удобрений севооборота и дозы удобрений, вносимых непосредственно под культуру накладывались на варианты с разными способами основной обработки почвы:

1 – отвальный способ (обработка ПЛН-4-35 на глубину 20-22 см);

2 – безотвальный способ (КПГ-250М на 20-22 см);

В севообороте относительно контроля (без удобрений) изучались три системы удобрений:

1. Рекомендованная – создана на основе данных, полученных в рассматриваемом стационаре на протяжении двух ротаций (1978-1993 гг.) с насыщенностью севооборота NPK 115 кг/га + 5 т/га навоза;

2. Биологизированная – ориентирована на максимальное использование органических удобрений с насыщенностью севооборота NPK 63 кг/га + 9 т/га органики, в т.ч. навоз подстилочный 5 т/га;

3. Расчетная – запланирована на получение планируемой урожайности озимого ячменя 5,5 т/га с насыщенностью с севооборота NPK 171 кг/га + 5т/га навоза.

Непосредственно под озимый ячмень вносились следующие дозы удобрений (таблица 1)

**Таблица 1 - Система удобрений озимого ячменя
(среднее за 2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)**

Система удобрений	Способы внесения удобрений		
	основное	припосевное	подкормка
Контроль (без удобрений)	0	0	0
Рекомендованная N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀	N ₅₀ P ₇₀ K ₃₀	N ₁₀ P ₁₀	N ₃₀
<u>Биологизированная</u> N ₈₀ P ₁₀ + солома 5,8 т/га	Солома 5,8 т/га + N ₄₀	N ₁₀ P ₁₀	N ₃₀
Расчетная N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂	N ₈₄ P ₇₉ K ₃₂ *	N ₁₀ P ₁₀	N ₃₀

В качестве минеральных удобрений использовались: аммофос, нитроаммофос, аммиачная селитра, калий хлористый. В качестве органических удобрений: солома озимой пшеницы.

На стационаре кафедры агрохимии и физиологии растений СтГАУ ас-

пирантами и сотрудниками факультета агробиологии и земельных ресурсов в период с 2005 по 2015 гг. проводили исследования по изучению влияния систем удобрений и способов основной обработки почвы на продуктивность различных культур (озимая пшеница, кукуруза на силос, горох, подсолнечник), звеньев и севооборота в целом. В итоге по данным стационара были защищены докторские (Есаулко А.Н., 2006; Подколзин О.А., 2009) и кандидатские диссертации (Сигида М.С., 2008; Коростылев С.А., 2008; Голосной Е.В., 2013; Фурсова А.Ю., 2016; Айсанов Т.С., 2016)

2.3. Метеорологические условия в годы проведения исследований

Годы проведения исследований по условиям увлажнения и температурному режиму различались между собой, и каждый характеризовался своими особенностями. При формировании урожая озимого ячменя агрометеорологические условия в **2004-2005** сельскохозяйственном году благоприятно сложились и по общей сумме осадков согласовывались со среднемноголетними данными. В изучаемом году была дождливая и теплая осень, сравнительно теплая зима, ранняя весна с повышенными температурами и большим количеством осадков, жаркое и сухое лето. Сумма осадков оказалась на уровне 567 мм, показатель превысил среднемноголетние данные на 16 мм, при этом средняя температура за год была на 1 °С выше среднемноголетней, показатели в целом благоприятно сказывались на росте и развитии растений озимого ячменя в текущем году.

При рассмотрении агрометеорологических условий по периодам роста и развития растений изучаемой культуры и в зависимости от года исследований, можно отметить, что в допосевной период (август–сентябрь 2004 года) сложившиеся условия накопления влаги в почве в целом оказались удовлетворительными, а общая сумма выпавших осадков была на уровне 123 мм, что превышало среднемноголетнюю норму. Посев озимого ячменя осенью 2004 года проводился в первой половине октября. На момент посева запасы про-

дуктивной влаги в пахотном слое почвы оказались хорошие (26,3–29,3 мм). На глубине заделки семян озимого ячменя происходило прогревание почвы до 11–22 °С. Метеорологические условия, которые приходились на рост и развитие озимого ячменя в течение осени 2004 года, оказались в итоге благоприятными.

В 2004 г. условия для осенней вегетации озимого ячменя сложились удовлетворительно, поскольку количество осадков за период октябрь–ноябрь составило 101 мм, что было больше обычной нормы на 16,3 мм, при этом разница среднемесячной температуры воздуха и многолетней нормы находилась в пределах 1,4–1,5 °С.

В зимний период 2004–2005 гг. отмечался относительно повышенный температурный режим, только в феврале фиксировалось сильное снижение температуры воздуха до –12 °С. Наибольшие температуры в воздухе в период зимы повышались до 5–16 °С, что неблагоприятно влияло на растения - степень закалки снижалась. За период перезимовки озимого ячменя самые низкие температуры почвы на глубине залегания узла кущения были отмечены на уровне -1...-8 °С. Снежный покров в течение зимы был неустойчивым, высота его на полях с озимым ячменем колебалась от 1 до 13 см. Итак за период зимнего покоя общая сумма осадков составила 61 мм, что было меньше многолетней нормы на 29,9 мм. На момент возобновления вегетации растения озимого ячменя находились в фазе кущения.

Фаза кущения озимого ячменя соответствовала третьему этапу органогенеза растений, характеризующемуся образованием зачаточного колоса. Первый весенний месяц оказался преимущественно прохладным, отмечалось частое выпадение осадков. Средняя температура воздуха в марте была ниже среднемноголетних данных на 1,7 °С, а общая сумма осадков, наоборот, больше – на 69,6 мм. В результате, озимый ячмень вегетировал, но растениям было не достаточно тепла и солнечного света.

Фаза выхода в трубку (4-7 этапы органогенеза) озимого ячменя приходилась на апрель - начало мая, в этот период закладываются в соцветиях ко-

лосковые бугорки, общее количество колосков в колосе и полноценных цветков, растут подземные междоузлия, идет образование пестиков и пыльников, продолжается рост покровных органов цветка, тычинок, лепестков. В завершении данного периода в основном окончательно формируются органы плодоношения, в связи, с чем этот период относится к критическим по отношению к влаге.

Агрометеорологические условия 2005 г. для развития озимого ячменя в фазу выхода в трубку были удовлетворительными. В середине апреля быстрое нарастание тепла (средние температуры воздуха – 13-16 °С, превышали норму на 4-6 °С) способствовало интенсивному росту и развитию растений культуры.

В последней декаде мая 2005 г., которая совпала с фазой колошения озимого ячменя, складывались неблагоприятные метеорологические условия из-за повышения температурного режима и недостаточного количества осадков. В данный период средние температуры воздуха были больше средне-голетних данных на 3–5 °С, абсолютный максимум температур в воздухе находился на уровне 29–36 °С. Общая сумма осадков от многолетних значений составила 87 %. Наливу зерна озимых культур сопутствовали удовлетворительные погодные условия. В июне была отмечена прохладная погода и недостаточное количество осадков. Общая сумма осадков не достигла средне-многолетних данных и составила 46 мм (отличие от климатической нормы – 53 %). Итак, за период весенне-летней вегетации выпало 246 мм осадков, что в итоге оказалось благоприятно для роста и развития озимого ячменя.

В 2005 г. условия для созревания зерна озимого ячменя и впоследствии для проведения уборочных работ были в целом благоприятными. Во втором летнем месяце сохранилась жаркая погода, осадки имели ливневый характер. Средняя температура воздуха за месяц находилась на уровне 23,1 °С, общая сумма осадков – 36 мм. При проведении уборочных работ погодные условия были благоприятные.

2005-2006 сельскохозяйственный год оказался удовлетворительным по метеорологическим условиям. Сумма осадков была меньше относительно среднемноголетних данных на 106 мм, среднегодовая температура воздуха, наоборот, выше на 0,8 °С. Однако, несмотря на недостаток осадков, распределение их в течение вегетации было в целом оптимальным для роста и развития культуры, острый недостаток наблюдался в предпосевной период – 13 мм, что на 81,7 мм меньше относительно среднемноголетних данных.

В целом погодные условия с учетом биологии развития растений озимого ячменя сложились удовлетворительно. В предпосевной период были неблагоприятные условия накопления влаги в почве из-за незначительной суммы выпавших осадков – 13 мм, это составило от нормы 13,4 %, средняя температура воздуха за месяц превышала среднемноголетние данные на 2,3–3,2 °С. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы оценивались как плохие. Работа по обработке почвы под посев озимого ячменя производилась с большим трудом. Посев озимого ячменя осенью 2005 года проводился в конце первой декады октября.

В период осенней вегетации озимого ячменя отмечалась теплая и дождливая погода. Средняя за месяц температура воздуха составила 9,8 °С, что превышало норму на 0,5 °С. На начальных фазах развития озимого ячменя агрометеорологические условия сложились благоприятно. Прошедшие осадки (95 мм) значительно пополнили запасы влаги в почве. Ноябрь оказался теплее: разница по температуре со среднемноголетними данными была 0,6 °С, по общей сумме осадков – 21,1 мм. Таким образом, в период осенней вегетации количество выпавших осадков находилось на уровне 93 мм, что превышало многолетние нормы.

Зимний период характеризовался повышенным температурным режимом только в начале декабря, а в январе и феврале отмечались значительные понижения температур в воздухе до –13 °С. Среднемесячная температура декабря, января и февраля оказалась на –0,9 °С выше нормы. Растения озимого ячменя в первой декаде декабря вегетировали, поскольку средняя температура

воздуха за месяц составила 2,5 °С, сумма осадков, которые выпадали большей частью в виде мокрого снега или дождя, – 33 мм. В итоге погодные условия декабря оказались благоприятными для перезимовки растений озимого ячменя. Таким образом, в период покоя общая сумма осадков была на уровне 112 мм, что составила 120 % от климатической нормы, и это в результате было неблагоприятно для вегетации культуры.

За месяц средняя температура воздуха в фазу кущения озимого ячменя была 4,7 °С и показатель превышал норму на 3,0 °С, сумма осадков составила 34 мм, что оказалось на уровне среднееголетних данных. В фазу кущения, погодные условия, для развития озимого ячменя, в целом были удовлетворительными.

Агрометеорологические условия развития растений озимого ячменя в фазе выхода в трубку складывались удовлетворительно. Нарастание тепла в середине второго весеннего месяца было быстрое (средняя температура воздуха за апрель была уровне 10,4 °С, и превысила норму на 0,7 °С), что способствовало интенсивному развитию растений. Общая сумма осадков за апрель была больше нормы на 38 мм.

В фазу колошения озимого ячменя средняя температура воздуха составила 14,4 °С (ниже среднееголетних данных на 0,5 °С), общая сумма осадков – 62 мм (соответствовало среднееголетней норме). Налив зерна растений озимого ячменя происходил при удовлетворительных погодных условиях. Сухая и жаркая погода отмечалась в июне: среднемесячная температура воздуха была 21,5 °С, что превышало норму на 2,5 °С. Общая сумма выпавших осадков составила 46 мм (от многолетней нормы – 53,4 %). Итак, за период весенне-летней вегетации выпало 180 мм осадков, что в целом было удовлетворительным при вегетации озимого ячменя (рисунок. 1, 2, приложение. 1, 2)

В 2006 г. агрометеорологические условия во время проведения всех полевых работ были неблагоприятными в результате погоды с суховеями.

Рисунок 1 - Температурный режим воздуха в годы исследований по данным метеостанции г. Ставрополь

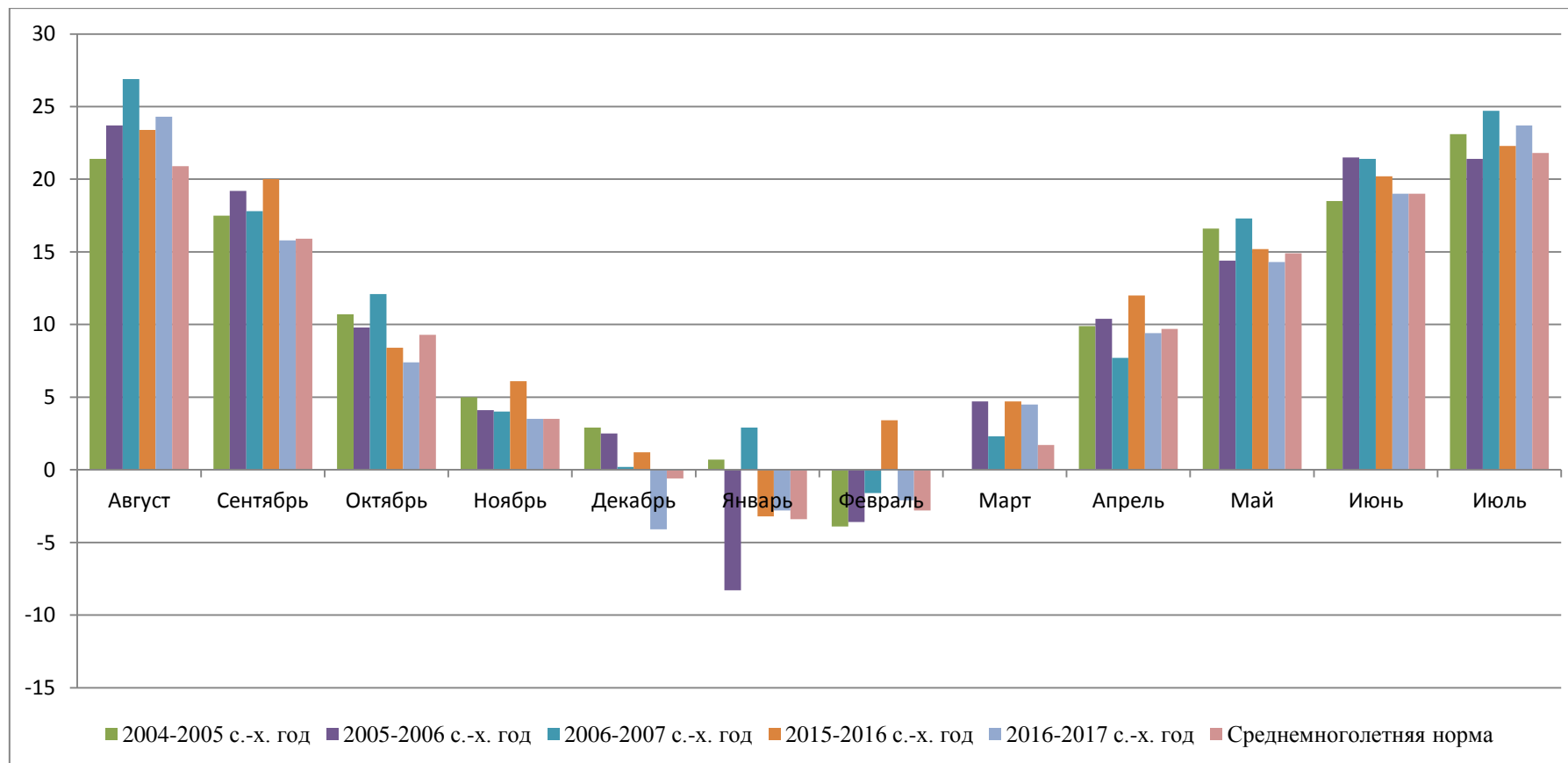
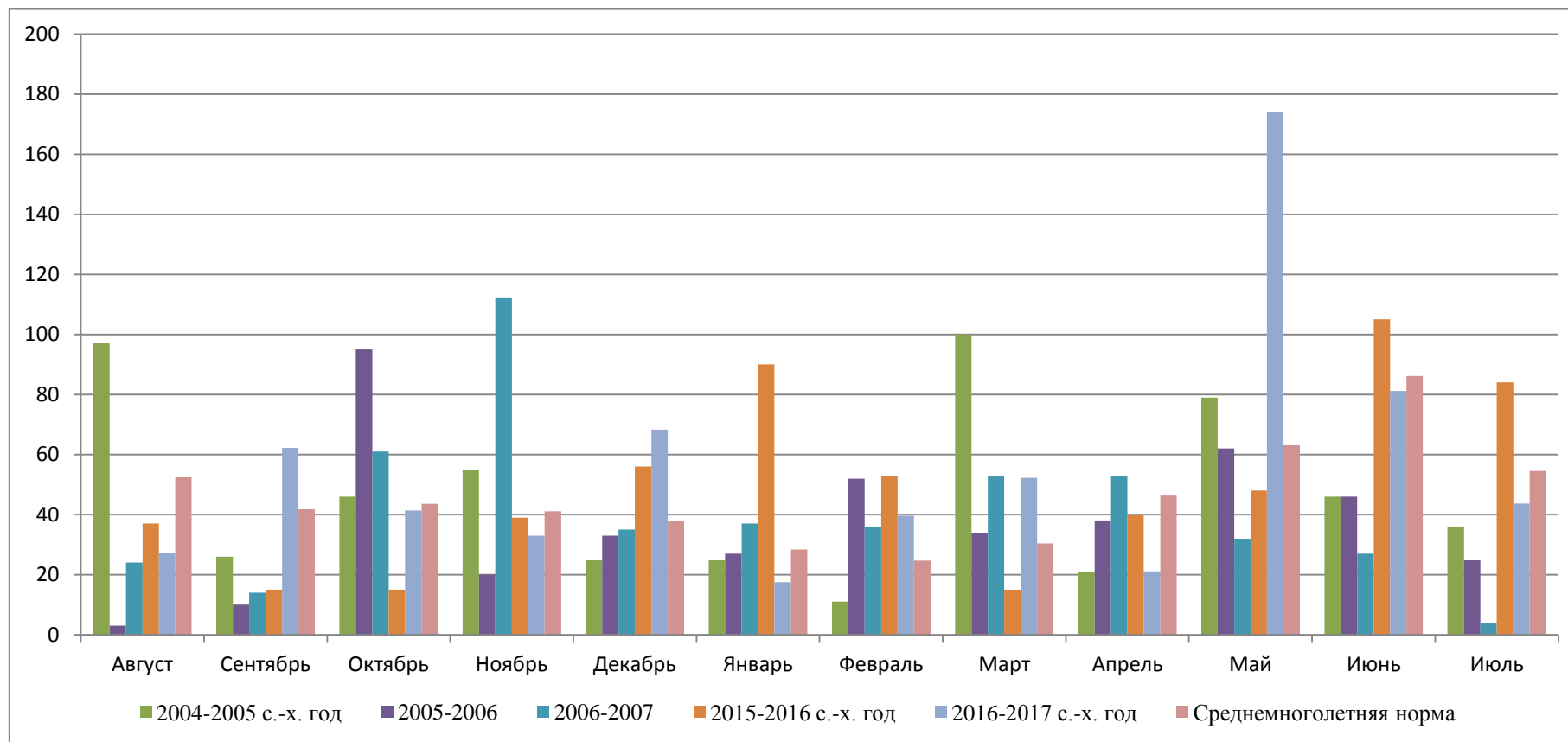


Рисунок 2 - Распределение осадков в годы исследований по данным метеостанции г. Ставрополь



Метеорологические условия в **2006-2007** сельскохозяйственном году были неблагоприятными для развития растений озимого ячменя. Общая сумма осадков оказалась ниже нормы на 63 мм, при этом средняя температура воздуха за год выше – на 2,4 °С.

В допосевной период озимого ячменя (август и сентябрь) отмечалась сухая и теплая погода, сложились неблагоприятные условия для накопления влаги в почве, общая сумма осадков находилась на уровне 38 мм (от нормы - 40 %). Среднесуточные температуры воздуха находились в пределах от 17,8 °С до 26,9 °С, что выше многолетней нормы на 1,9-6 °С, это негативно сказалось на севе озимого ячменя.

Посев озимых культур осенью 2006 года проводился в первую декаду октября. В фазу осенней вегетации агрометеорологические условия для развития озимого ячменя были удовлетворительные, а общая сумма осадков составила 173 мм, показатель превышал норму на 88,3 мм.

В зимний период перезимовка растений озимого ячменя наблюдалась на фоне повышенных температур, так как среднемесячная температура декабря и января составляла 0,2 °С и 2,9 °С.

Фаза кущения характеризовалась теплой погодой (на 0,6 °С больше нормы), общая сумма осадков была в пределах нормы. В фазу выхода в трубку среднемесячная температура воздуха находилась на уровне 7,7 °С, что было меньше относительно среднемноголетних данных на 2 °С, общая сумма осадков составила 53 мм и оказалась больше нормы 6,4 мм.

За месяц средняя температура воздуха в фазу колошения была на уровне 17,3 °С, и показатель превышал на 2,4 °С среднемноголетние данные нормы, осадков выпало 32 мм, что ниже нормы на 31 мм. Созревание и налив зерна озимого ячменя происходили при относительно плохих условиях. В первом летнем месяце были отмечены сухая и жаркая погода и недостаточное количество осадков, эти условия способствовали ускорению созревания зерна озимого ячменя. Средняя температура воздуха за июнь была выше многолетних данных на 2,4 °С и составляла 21,4 °С. Общая сумма осадков

была равна 27 мм (от климатической нормы – 31,3 %), это в результате отрицательно отразилось на наливе зерна. За период весенне-летней вегетации озимого ячменя выпало 165 мм осадков (от климатической нормы – 72,9 %), и это в итоге было неблагоприятно для роста и развития озимого ячменя.

Из-за погоды с суховеями сложившиеся погодные условия в июле были неблагоприятными при проведении всех полевых работ. В этом месяце отмечалась жаркая погода. Средняя температура воздуха за месяц оказалась выше среднемноголетних данных на 2,9 °С и составила 24,7 °С. За весь месяц общая сумма осадков была лишь 4 мм, или 7,3 % от нормы.

В **2015-2016** сельскохозяйственном году агрометеорологические условия были в целом благоприятно отразились на формировании урожая озимого ячменя и по общей сумме осадков согласовывались со среднемноголетними наблюдениями. Общая сумма осадков оказалась на уровне 597 мм (выше нормы на 8 %), средняя температура воздуха за год оказалась больше по отношению к среднемноголетним данным на 1,9 оС, что в целом оказало благоприятное влияние на рост и развитие растений озимого ячменя в текущем году.

В допосевной период (с августа по сентябрь 2015 года) для накопления влаги в почве условия были отмечены в итоге как неудовлетворительными, а общая сумма осадков в этот период была на уровне 52 мм, показатель был ниже среднемноголетних данных на 55 %. Посев озимого ячменя осенью 2015 года проводился в первой половине октября. В течение осени 2015 года погодные условия для вегетации озимого ячменя в целом сложились благоприятно.

В осенний период вегетация озимого ячменя в 2015 г. погодные условия были удовлетворительные, средняя температура воздуха за месяц была больше нормы на 2,6 °С, общая сумма осадков в октябре-ноябре составила 54 мм, что оказалось меньше на 31 мм относительно среднемноголетних данных.

Зимний период 2015-2016 гг. имел повышение температурного режима, только в январе было отмечено сильное понижение температуры воздуха до -15 °С. Среднемесячная температура февраля составила 3,4 °С, что выше среднемноголетних значений. Снежный покров в течение зимы был неустойчивым. За период зимнего покоя осадков выпало около 199 мм, что больше многолетней нормы на 108,1 мм. На момент возобновления вегетации озимого ячменя они находились в фазе кущения.

Средняя температура воздуха за месяц в фазу кущения составила 4,7 °С, показатель превысил норму на 3,0 °С, общая сумма осадков была 15 мм (отклонение от среднемноголетней нормы – 50 %). В фазу кущения, агрометеорологические условия, для развития озимого ячменя, в целом были удовлетворительными.

Агрометеорологические условия развития растений озимого ячменя в фазе выхода в трубку складывались удовлетворительно. В середине апреля быстрое увеличение тепла (среднемесячная температура воздуха – 12 °С, превысила норму на 2,3 °С) вызвало интенсивное развитие растений ячменя. Осадков в течение апреля выпало больше половины нормы – 40 мм (86 %).

В фазу колошения среднемесячная норма воздуха составляла 15,2 °С (выше нормы на 0,3 °С), общая сумма осадков была 48 мм, что оказалось меньше относительно среднемноголетней нормы на 15 мм.

Налив зерна растений озимого ячменя проходил при удовлетворительных условиях. В июне общая сумма осадков была 105 мм и превышала норму на 22 %. За месяц средняя температура воздуха составила 20,2 °С, показатель был выше многолетних значений на 1,2 °С. В результате, в весенне-летний период вегетации озимого ячменя общая сумма осадков оказалась на уровне 208 мм, это в итоге было удовлетворительно для роста и развития растений.

2016-2017 с.-х. год был удовлетворительный по погодным условиям. Осадков выпало больше нормы на 110,3 мм, а средняя температура воздуха за год на 0,2оС превышала многолетние показатели. Распределение осадков в течение вегетации было удовлетворительным для роста и развития культуры.

В предпосевной период количество выпавших осадков составило 89,3 мм, что соответствовало среднемноголетней норме, а среднемесячная температура воздуха превышала многолетнюю норму на 4°C. Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы оценивались как удовлетворительные. Посев озимого ячменя осенью 2016 года проводился в конце первой декады октября.

В период осенней вегетации озимого ячменя отмечалась холодная погода. Средняя за месяц температура воздуха была 7,4 °С, что на 1,9 °С ниже среднемноголетних данных. В период осенней вегетации количество выпавших осадков составило 74,4 мм, показатель был ниже по сравнению с многолетней нормой на 10,3 мм.

Зимний период характеризовался пониженными температурами, а количество выпавших осадков превысило среднемноголетнюю норму на 34,5 мм. В целом в течение зимнего покоя погодные условия для перезимовки растений озимого ячменя были удовлетворительными.

За март месяц средняя температура воздуха в фазу кущения была 4,5 °С и превышала норму на 2,8°C, на фоне оптимального количества осадков 52,2 мм. Этот показатель превысил среднемноголетние данные на 72 %. В фазу кущения метеорологические условия в целом для развития озимого ячменя были удовлетворительными.

Агрометеорологические условия развития растений озимого ячменя в фазе выхода в трубку складывались удовлетворительно. Температурный режим согласовывался со среднемноголетними данными, общее количество осадков было 45 % от нормы.

Средняя температура воздуха за месяц в фазу колошения оказалась на уровне 14,3 °С, что на 0,6 °С ниже нормы, общая сумма осадков была 174 мм и превышала среднемноголетние данные на 110,9 мм, указанные значения параметров впоследствии неблагоприятно отразились на процессах налива зерна озимого ячменя.

Итак, за период весенне-летней вегетации выпало 328,5 мм осадков, что в целом неудовлетворительно для роста и развития озимого ячменя.

По условию увлажнения годы проведения опытов характеризовались следующим образом: 2004-05 сельскохозяйственный год оценивается нами как оптимальный (общая сумма осадков была 567 мм, что выше нормы на 2,9 %) с благоприятными уровнем распределения сумм осадков согласно фазам развития озимого ячменя; 2005/06 сельскохозяйственный год – как удовлетворительный с достаточно ровным распределением осадков в критические периоды потребления влаги культурой, не смотря на незначительное количество выпавших осадков за её вегетацию; 2006/07 сельскохозяйственный год – как неблагоприятный, а количество выпавших осадков оказалось меньше многолетних показателей на 63 мм, что в совокупности с неравномерным распределением их по фазам вегетации культуры на фоне повышения температурного режима (+ 2,5 °С) создали неблагоприятные условия для вегетации озимого ячменя; 2015/16 сельскохозяйственный год был удовлетворительным, а общая сумма осадков превысила норму на 46 мм; 2016/17 сельскохозяйственный год оказался как удовлетворительным, общее количество выпавших осадков было выше на 110,3 мм по сравнению со среднемноголетними данными, что в совокупности с неравномерным распределением их по фазам вегетации культуры создали неблагоприятные условия для роста и развития озимого ячменя.

Полевые исследования проводились в годы с повышенным температурным режимом, и разница со среднемноголетней нормой составила в 2004/05 с.-х. г. – 1,0 оС, в 2005/06 с.-х. г. – 0,8 оС, в 2006/07 с.-х. г. – 2,4 оС, в 2015/16 с.-х. г. – 1,9 оС в 2016/17 с.-х. г. – 0,2 оС

Таким образом, нам представилось возможность провести исследования в года, когда погодные условия существенно отличались как между собой, так и по сравнению с многолетними значениями.

2.4. Методы, методики полевых и лабораторных исследований

Полевые опыты были сопровождаемы следующими анализами, учетами и наблюдениями:

1. Анализ почвы:

- нитратный азот ионометрическим методом с помощью ионоселективного электрода, ГОСТ 26951–86;
- подвижные формы фосфора и обменного калия по Мачигину в модификации ЦИНАО, 26205–91;
- влажность почвы весовым методом по Б.А. Доспехову (1987);
- рН почвы – в водной суспензии, ГОСТ 26423–85.

2. Анализ растений:

- содержание в растениях азота, фосфора и калия в прописи В.Г. Минеева (2004);
- линейный рост, массу растений, структура урожайности по методике Госсортоиспытания (1983);
- учет урожая – методом механизированной уборки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту сплошным методом (1983);
- анализ качества зерна озимого ячменя: белок (ГОСТ 10846-91), сырой жир (ГОСТ 23637-79); сырая зола (ГОСТ 26226-84); определение природы (ГОСТ 10840-2017), определение массы 1000 зерен (ГОСТу 10842-89).
- математическая обработка экспериментальных данных корреляционно-регрессионным и дисперсионным методами (Б.А. Доспехов, 1985);
- экономическая эффективность применения систем удобрения, способов и приёмов обработки почвы рассчитана по технологическим картам, с использованием действующих нормативных затрат и цен (2018 г.).

Отбор растительных и почвенных проб приурочен к следующим технологическим срокам и фазам развития: кущение, выход в трубку, колошение, полная спелость.

2.5. Агротехника возделывания озимого ячменя

Предшественником озимого ячменя в годы исследований была озимая пшеница. На всех вариантах под основную обработку, при посеве и в подкормку минеральные удобрения вносились согласно схеме опыта.

После уборки предшественника на опытных делянках проводилась система основной обработки согласно схеме, приведенной выше. Так на вариантах с отвальным способом обработки почвы после уборки предшественника проводилось двукратное лущение стерни БДМ – 6*4 (глубина – 10-12 см). Основная обработка почвы на глубину 20-22 см осуществлялась плугом ПЛН-4-35. Сплошная культивация (глубина – 8-10 см) после проведения основной обработки почвы была проведена КПЭ – 3,8. Перед началом посева верхний слой почвы необходимо рыхлить, для того, чтобы разбить комки, разрушить почвенную корку, уничтожить сорняки и выровнять поверхность. Предпосевную культивацию совместно с боронованием на глубину заделки семян проводили КПС-5 + 5 БЗСС-1,0.

При безотвальном способе обработки почвы проводились следующие технологические операции: вслед за уборкой предшественника лущение стерни БДМ – 6*4 на глубину 8-10 см, сплошная культивация КПЭ – 3,8 на глубину 8-10 см, основная обработка почвы – рыхление почвы плоскорезом-глубокорыхлителем КПП-250 (глубина – 20-22 см), предпосевная культивация с боронованием КПС-5 + 5 БЗСС-1,0 (глубина заделки семян).

В годы проведения опытов посев озимого ячменя осуществляли в период 1-15 октября, что соответствовало оптимальным срокам сева культуры в зоне неустойчивого увлажнения, сеялкой СЗП-3,6 на глубину 4-6 см с одновременным прикатыванием катками ККШ-6А. Норма высева составляла 5-5,5 млн. всхожих семян на один гектар, значения в физическом выражении соответствовали 200-220 кг/га.

Семена озимого ячменя протравливали системными фунгицидами (Ламадор – 0,15-0,2 кг/га). В течение вегетации озимого ячменя для борьбы с бо-

лезнями и вредными насекомыми, сорной растительностью применяли: фунгицид Альтрум супер 0,4 – 0,5 л/га; инсектицид Актара – 0,07 л/га; гербициды Пума Супер 75 – 0,6 кг/га, Авантикс 100 – 0,6-0,75 л/га.

Основная цель ухода за растениями озимого ячменя была направлена на создание наиболее благоприятных условий для роста и развития культуры в вегетационный период. При этом проводили следующие виды работ: проведение ранневесенней подкормки посевов согласно схеме опыта аммиачной селитрой.

В зависимости от погодных условий года и сортовых особенностей озимого ячменя механизированная уборка посевов была проведена комбайном Сампо-500 прямым комбайнированием в фазу полной спелости при влажности зерна не более 13 %.

3. ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА ВОДНЫЙ И ПИЩЕВОЙ РЕЖИМЫ ПОЧВЫ

3.1. Влияние систем удобрений и способов обработки на динамику запасов продуктивной влаги на черноземе выщелоченном в посевах озимого ячменя

Содержание достаточного количества влаги в почве является необходимым условием нормального роста и развития растений озимого ячменя и оказывает большое влияние на снабжение ими питательных веществ. Микробиологические процессы, ассимиляция питательных веществ корневой системой, рост и развитие растений во многом зависят от влажности почвы. (Агеев В. В., Подколзин А. И., 2001; Есаулко А. Н. 2006; Борин А. А., Лощина А. Э., 2016).

Почвенная влага – один из факторов, определяющих эффективность удобрений. Оптимальные условия для растений создаются при наличии в пахотном слое почвы не менее 20 мм продуктивной влаги.

В годы опытов (2005-2007 и 2016-2017 гг.) погодные условия сильно отличались друг от друга, при этом в течение вегетационного периода озимого ячменя содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см определялось температурным режимом и количеством осадков. Так наибольшие значения запасов влаги в 0-20 см слое почвы отмечались в 2016-2017 сельскохозяйственном году во все фазы развития озимого ячменя по сравнению с другими годами исследований.

Содержание продуктивной влаги в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в независимости от применяемых систем удобрений и способов обработки почвы изменялась в течение роста и развития культуры.

Наибольшие показатели запасов продуктивной влаги в опыте отмечались перед посевом озимого ячменя, затем наблюдалось постепенное снижение с достижением минимальных значений. Отмечалось снижение продуктивной влаги в течение вегетации и минимальные показатели были отмечены перед уборкой культуры. Так на естественном агрохимическом фоне запасы

продуктивной влаги в среднем за вегетацию в 0-20 см слое почвы составили 23,0 мм (таблица 2). Применяемые удобрения в дозах $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{124}P_{89}K_{32}$ оказывали существенное снижение показателя влагообеспеченности по сравнению с контролем - на 4,8% и 8,3% соответственно. На варианте при внесении непосредственно под культуру органических (солома 5,8 т/га) и минеральных ($N_{80}P_{10}$) на биологизированной системе удобрения содержание продуктивной влаги оказалось на уровне контрольного варианта (23,0 мм), что говорит о более экономном расходовании влаги на формирование единицы продукции в условиях данной системы.

Применение минеральных удобрений в наибольшей в опыте дозе $N_{124}P_{89}K_{32}$ приводило к снижению содержания влагообеспеченности в среднем за вегетацию, по сравнению с контрольным вариантом – без удобрений и вариантом $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га на 1,9 мм, а по сравнению с применяемой дозой удобрения $N_{90}P_{80}K_{60}$ - на 0,8 мм.

На варианте, с непосредственным внесением под озимый ячмень дозы $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га, отмечаются наибольшие в опыте показатели влагообеспеченности 0-20 см слоя почвы, не только по сравнению с контрольным вариантом, но и других удобренных вариантов. Это связано с наибольшим использованием органических удобрений как непосредственно под культуру, так и систематическое их внесение в системе удобрения всего севооборота. Так, разница в показателях влагообеспеченности вариантов с применением удобрений в дозах $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{124}P_{89}K_{32}$ составила 1,1 и 1,9 мм соответственно, в пользу применения дозы $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га (приложение 3).

Способы обработки почвы, изучаемые в эксперименте, оказали значительное влияние на влагообеспеченность слоя 0-20 см почвы. В среднем по опыту на варианте с применением отвального способа обработки почвы запасы продуктивной влаги достоверно уступали значениям по сравнению с безотвальным на – 0,8 мм.

Максимальные показатели значений запасов продуктивной влаги перед посевом озимого ячменя отмечались перед посевом культуры - 26,8 мм, затем

Таблица 2 -- Динамика запасов продуктивной влаги (мм) в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обра- ботки почвы, В	Сроки отбора образцов, С				А, НСР _{0,5} =0,82	В, НСР _{0,5} =0,62
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спе- лость		
Контроль (без удобрений)	отвальный	25,6	25,8	21,8	17,1	23,0	21,9
	безотвальный	27,5	26,3	22,4	17,3		22,7
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	26,0	24,5	19,8	15,9	21,9	
	безотвальный	27,7	24,9	20,1	16,2		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	26,5	25,4	22,1	16,5	23,0	
	безотвальный	28,3	26,2	22,4	16,7		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	25,3	23,6	19,2	14,5	21,1	
	безотвальный	27,6	24,4	19,6	14,8		
С, НСР _{0,5} = 0,82		26,8	25,1	20,9	16,1	НСР _{0,5} = 2,2	

отмечалось постепенное снижение с достижением минимальных значений к фазе полной спелости озимого ячменя - 16,1 мм, разница в обеспеченности между фазами развития растений озимого ячменя составляла от 1,7 до 10,7 мм. Наименьшие запасы влагообеспеченности отмечались в фазу полной спелости озимого ячменя.

На вариантах с применением безотвального способа основной обработки почвы наблюдалась такая же закономерность, как и на опытах с отвальным способом. Максимальные запасы влагообеспеченности вне зависимости от срока отбора почвенных образцов отмечались на варианте - $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га, соответствующем биологизированной системе удобрения. Минимальные значения продуктивной влаги в 0-20 см слое почвы, вне зависимости от срока отбора почвенных проб и способа обработки почвы, формировались на варианте с внесением под озимый ячмень - $N_{124}P_{89}K_{32}$, соответствующему расчетной системе удобрения.

Минимальный запас влагообеспеченности в 0-20 см слое почвы был отмечен на обоих способах обработки почвы на варианте с применением под культуру минеральных удобрений в дозе - $N_{124}P_{89}K_{32}$ в фазу полной спелости озимого ячменя, и составил 14,5 и 14,8 мм, а наибольшие показатели влагообеспеченности отмечались на варианте с внесением непосредственно под культуру сочетания органических (солома 5,8 т/га) и минеральных ($N_{80}P_{10}$) удобрений на безотвальном способе обработки почвы перед посевом озимого ячменя 28,3 мм.

Внесение непосредственно под культуру $N_{90}P_{80}K_{60}$ рекомендованной системы удобрения и $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы в среднем по опыту обеспечивало достоверное снижение содержания продуктивной влаги в 0-20 см слое почвы на 1,1 и 1,9 мм соответственно. На вариантах с применением отвального способа обработки почвы наблюдалось снижение запасов продуктивной влаги в 0-20 см слое почвы и разница по сравнению с естественным агрохимическим фоном составила: перед посевом озимого ячменя – 0,4-0,9 мм; в фазу выхода в трубку – 0,4-2,2 мм; колошения – 0,3-2,6 мм; полной

спелости культуры – 0,6-2,6 мм. На вариантах с применением безотвального способа обработки почвы разница по сравнению с контролем составила: перед посевом – 0,9 мм; в фазу выхода в трубку –1,4-1,9 мм; колошения – 2,3 – 2,8 мм; полной спелости культуры – 1,1-2,5 мм.

Следует отметить, что НСР для частных различий показал достоверное уменьшение влагообеспеченности в слое почвы 0-20 см по сравнению с естественным агрохимическим фоном на вариантах с внесением непосредственно под культуру $N_{90}P_{80}K_{30}$ на рекомендованной системе удобрения и $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы удобрения в фазу колошения и в фазу полной спелости озимого ячменя.

Интенсивное корневое питание возможно только при оптимальной влагообеспеченности пахотного слоя, это является необходимым условием для нормального развития растений. В связи с этим, питание растений должно быть структурировано таким образом, чтобы развитие наземной массы всегда соответствовало содержанию влаги в течение всего вегетационного периода.

Определенный научный интерес представляют данные по динамике продуктивной влаги в метровом слое почвы. Атмосферные осадки являются основными источниками пополнения запасов почвенной влаги, величина которых в период проведения исследования варьировалась в зависимости от года исследований. Максимальное количество запасов влаги в метровом профиле слое почвы отмечались перед посевом озимого ячменя (таблица 3, приложение 4).

Наибольшая влагообеспеченность метрового профиля почвы отмечалась в 2016-2017 сельскохозяйственном году, и разница по сравнению с анализируемыми годами исследований соответствующих периодов составила: перед посевом – 2,5-10,2 мм; в фазу кущения -2,6-9,9 мм; в фазу колошения – 2,6-11,2 мм; в фазу полной спелости – 2,8-10,4 мм соответственно.

Независимо от изучаемых систем удобрений и способов обработки почвы изменение запасов продуктивной влаги в метровом профиле имело единый ход – снижение обеспеченности в течение вегетационного периода

озимого ячменя с обеспечением минимальных показателей в фазу полной спелости.

Все изучаемые системы удобрений снижали показатель влагообеспеченности относительно естественного агрохимического фона в метровом профиле чернозема выщелоченного на 1,7-8 мм. На вариантах с внесением непосредственно под культуру $N_{90}P_{80}K_{60}$ рекомендованной системы удобрения и $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы удобрения отмечалось достоверное снижение влагообеспеченности в метровом слое почвы не только по сравнению с контролем, но и с вариантом с дозой - $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га соответствующем биологизированной системе удобрения.

Максимальные запасы влагообеспеченности метрового слоя почвы в течение всего вегетационного периода отмечались на вариантах с внесением непосредственно под культуру $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га, это связано с большей насыщенностью органическими удобрениями, как отдельной культуры, так и севооборота в целом. Разница в сравнении с дозами $N_{90}P_{80}K_{60}$ рекомендованной системы удобрения и $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы удобрения составила 3,3 и 4,5 % соответственно в пользу биологизированной.

Минимальные запасы влагообеспеченности в метровом слое почвы были отмечены на варианте внесении под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ - на расчетной системе удобрения (132,5 мм), что было ниже не только показателей контроля на 5,7%, но и по сравнению результатами полученных на вариантах с рекомендованной и биологизированной систем удобрения на 4,6 и 1,2% соответственно.

Применение безотвального способа обработки почвы (139,1 мм) достоверно увеличило влагообеспеченность метрового слоя почвы по сравнению с отвальным способом обработки почвы (133,8 мм) – на 5,3 мм.

В метровом слое почвы максимальная влагообеспеченность под озимым ячменем в среднем по опыту отмечалась перед посевом (159,2 мм), далее наблюдалось плавное снижение к фазе полной спелости культуры (108,5 мм).

Таблица 3 – Динамика запасов продуктивной влаги (мм) в 0-100 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения (доза удобрений под культуру), А	Способ обра- ботки почвы, В	Сроки отбора образцов, С				А, НСР _{0,5} =4,2	В, НСР _{0,5} =2,8
		Перед посевом	Кущение	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	157,6	147,2	136,1	112,8	140,5	133,8
	безотвальный	163,2	151,6	140,2	115,3		139,1
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	150,9	138,5	129,5	105,1	134,1	
	безотвальный	158,7	146,3	134,3	109,8		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	158,9	145,9	132,2	106,9	138,8	
	безотвальный	166,3	150,2	137,7	112,1		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	156,1	138,2	125,2	100,2	132,5	
	безотвальный	161,6	142,5	130,5	105,5		
С, НСР _{0,5} = 4,2		159,2	154,1	133,2	108,5	НСР _{0,5} =11,2	

На варианте расчетной системы удобрения с внесением под озимый ячмень дозы - $N_{124}P_{89}K_{32}$ отмечались минимальные запасы влагообеспеченности метрового профиля почвы на фоне отвального способа обработки почвы в фазу полной спелости озимого ячменя, они составляли 100,2 мм. При этом на варианте с применением биологизированной системы удобрения с внесением под озимый ячмень - $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га отмечался наибольший запас продуктивной влаги на безотвальном способе обработки почвы перед посевом культуры - 166,3 мм.

Внесение под озимый ячмень минеральных туков в дозе - $N_{90}P_{80}K_{60}$ в рекомендованной системе удобрения и $N_{124}P_{89}K_{32}$ в расчетной системе удобрения снижали содержание влагообеспеченности в метровом слое почвы на 4,5% и 5,7% соответственно, а применение $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га в биологизированной системе удобрений несущественно влияло на влагообеспеченность метрового слоя почвы, изменения составляли 1,2% относительно контроля.

В зависимости от изучаемых в опыте систем удобрения, на вариантах с применением отвального способа обработки почвы наблюдалось снижение запасов влагообеспеченности метрового слоя почвы и разница по сравнению с контролем составила: перед посевом озимого ячменя – 1,5-6,7 мм; в фазу кущения – 1,3-9 мм; в фазу колошения – 3,9-10,9 мм и в фазу полной спелости культуры – 5,9-12,6 мм. На вариантах с применением безотвального способа обработки почвы разница по сравнению с контролем составила: перед посевом озимого ячменя – 1,6-4,5 мм; в фазу кущения – 1,4-9,1 мм; в фазу колошения - 2,5 - 9,7 мм; в фазу полной спелости культуры – 3,2 – 9,8 мм.

На основе дисперсионного анализа полученных результатов мы установили, что на варианте с применением под озимый ячмень - $N_{124}P_{89}K_{32}$ в условиях расчетной системы удобрения, на отвальном способе обработки почвы в фазу полной спелости запасы продуктивной влаги существенно снижались по сравнению с контролем на 12,6 мм, при этом на всех остальных вариантах питания разница была несущественная.

Таким образом, влагообеспеченность в 0-20 см и 0-100 см слое почвы снижалась в течение вегетации озимого ячменя вне зависимости от изучаемых систем удобрения и способов обработки почвы, с получением минимальных значений в фазу полной спелости культуры озимого ячменя.

На варианте с применением биологизированной системы удобрения с внесением под озимый ячмень $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га отмечалось положительное влияние на влагообеспеченность рассматриваемых слоев почвы в сравнении с другими системами удобрений. Применение безотвального способа обработки почвы достоверно увеличивало влагообеспеченность в 0-20 см и 0-100 см слоев почвы на 0,8 и 5,3 мм соответственно по сравнению с отвальным способом обработки почвы.

3.2. Реакция почвенного раствора

Реакция почвенного раствора (рН) оказывает существенное влияние на поступление в растение элементов питания, деятельность почвенных микроорганизмов, минерализацию органических веществ; имеет значительное влияние на урожаи сельскохозяйственных культур и эффективность применения удобрений (Шеуджен А. Х., Куркаев В. Т., Котляров Н. С., 2006; Агеев В. В., Подколзин А. И., 2005; Есаулко А. Н. и др., 2014).

При взаимодействии почвы с водой и растворами солей проявляется определенная реакция. Реакция почвы может быть нейтральной, кислой или щелочной. Эти свойства почвы чрезвычайно важны для роста и развития растений, так как каждый вид растений развивается лучше всего при свойственной только ему оптимальной реакции почвы (Куркаев В. Т., Шеуджен А. Х., 2000).

Наиболее оптимальной реакцией почвенного раствора для большинства культурных растений, в том числе и озимого ячменя, является слабокислая или слабощелочная реакция в пределах $pH = 6-7,5$ ед. Реакция почвенного раствора в течении вегетационного периода культуры изменяется под действием применяемых систем удобрений.

На вариантах опыта реакция почвенного раствора в 0-20 см слое почвы характеризовалась нейтральными и слабокислыми значениями (5,53-6,36 ед.), что соответствует генетически присущим значениям 0-20 см слоя чернозема выщелоченного, а также изменялась под влиянием изучаемых приемов (таблица 4).

Наши исследования позволили установить, что реакция почвенного раствора в годы проведения опытов зависела от погодных условий. Более кислая реакция почвенного раствора наблюдалась в более влажный 2016-2017 сельскохозяйственный год.

Показатели реакции почвенной среды чернозема выщелоченного в слое почвы 0-20 см в 2016-2017 году характеризовалась повышенной кислотностью во все сроки отбора, по сравнению с другими периодами исследований, и разница в зависимости от годов исследований составляла: перед посевом от 0,1 до 0,38 ед.; в фазу кущения от 0,1 до 0,40 ед.; в фазу выхода в трубку от 0,09 до 0,39 ед.; в фазу колошения от 0,1 до 0,39 ед.; в фазу полной спелости от 0,11 до 0,39 ед. (приложение 5)

Системы удобрения и способы основной обработки почвы оказывали разнонаправленное влияние на реакцию почвенного раствора. При непосредственном внесении расчетной системы удобрения в дозе $N_{124}P_{89}K_{32}$ и рекомендованной системе удобрения в дозе $N_{90}P_{80}K_{60}$ достоверно снижалось значение рН по сравнению с контролем на 0,21-0,35 ед, на вариантах с дозой $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га не отмечалось достоверного снижения рН почвенного раствора во время вегетации культуры, и в среднем по опыту она соответствовала значениям с контрольного варианта (Громова, Н. В., и др., 2018).

В среднем по опыту на вариантах с применением отвального способа обработки почвы в посевах озимого ячменя реакция почвенного раствора существенно увеличивалась на 0,04 ед. по сравнению с безотвальным способом обработки почвы.

Таблица 4 – Динамика реакции почвенной среды (ед.) в слое почвы 0-20 см в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.).

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), A	Способ обработки почвы, B	Сроки отбора образцов, C					A, НСР _{0,5} = =0,16	B, НСР _{0,5} = =0,22
		Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	6,32	5,99	5,86	5,71	6,01	5,96	5,84
	безотвальный	6,3	5,94	5,81	5,67	5,96		5,80
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	5,8	5,76	5,74	5,66	5,78	5,75	
	безотвальный	5,96	5,72	5,7	5,6	5,73		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	6,36	5,97	5,86	5,8	6,09	5,98	
	безотвальный	6,3	5,93	5,81	5,72	6		
Расчетная(N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	5,77	5,62	5,62	5,53	5,61	5,61	
	безотвальный	5,71	5,57	5,56	5,5	5,56		
C, НСР _{0,5} =0,16		6,07	5,81	5,75	5,65	5,84	НСР _{0,5} =0,56	

В период вегетации озимого ячменя отмечалось, существенное снижение реакции почвенной среды до фазы колошения и разница с исходными показателями составила 0,26-0,42 ед., в дальнейшем мы отмечали увеличение значений к фазе полной спелости до 5,84 ед.

При внесении непосредственно под культуру органических (солома 5,8 т/га) и минеральных ($N_{80}P_{10}$) на биологизированной системе удобрения отмечались наибольшие показатели реакции почвенного раствора перед посевом озимого ячменя 6,36 и 6,3 ед. на отвальном и безотвальном способе обработки почвы соответственно.

Минимальные значения реакции почвенного раствора отмечались в фазу колошения на вариантах с применением - $N_{124}P_{89}K_{32}$ на отвальном и безотвальном способе обработки почвы и составили 5,53 и 5,5 ед. соответственно.

На вариантах с применением отвального и безотвального способов обработки почвы применение непосредственно под культуру схемы питания $N_{40} + N_{10}P_{10} + N_{30} +$ солома 5,8 т/га биологизированной системы удобрения повышало реакцию почвенного раствора и разница по сравнению с естественным агрохимическим фоном и рекомендованной и расчетной системой удобрения в зависимости от срока отбора почвенных образцов составила от 0,04 до 0,59 ед.

Дисперсионный анализ полученных результатов дает нам право утверждать о незначительном влиянии изучаемых приемов на реакцию почвенной среды в 0-20 см слое почвы, так как показатель НСР для частных различий по опыту не превышал не один вариант.

Таким образом, можно сделать вывод, что применяемый отвальный и безотвальный способы обработки почвы не оказали достоверного влияния на реакцию почвенной среды в 0-20 см слое почвы. Непосредственное внесение под озимый ячмень доз $N_{124}P_{89}K_{32}$ в расчетной системе удобрения и $N_{90}P_{80}K_{60}$ в рекомендованной системе удобрения существенно снижали показатели реакции почвенной среды в 0-20 см слое почвы в течении вегетации озимого ячменя на 0,21-0,35 ед. по сравнению с контролем. На варианте с примени-

ем биологизированной системы удобрения с непосредственным внесением под озимый ячмень дозы $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га отмечается стабилизация показателей рН почвенного раствора во время вегетации озимого ячменя, среднее значение за вегетацию 5,98 ед. а разница с естественным агрохимическим фоном в 0,02 ед. недостоверна.

3.3. Динамика содержания нитратного азота

Азот относится к важнейшим биогенным элементам, являющийся неотъемлемым компонентом нуклеиновых кислот и белков, в том числе таких важных веществ, как фосфатиды, хлорофилл, аминокислоты, гликозиды, алкалоиды и др. Азот в минеральной форме, поступая в растительный организм, впоследствии участвует в сложном круговороте превращений, в конечном итоге, становясь составной частью органических соединений.

Роль азота состоит, в первую очередь, в том, что запасы животной и растительной пищи на нашей планете зависят от накопления данного элемента. Конкретная роль азота в биохимических процессах в почве объясняется большим количеством и диапазоном его валентностей. В результате перехода восстановленной (NH_3) формы азота в чрезвычайно окисленную (NO_3^-), его валентность изменяется в пределах от -3 до +5. Энергию для своих жизненно важных функций организмы получают в результате передачи азота из одной формы в другую (Демчуг А. В., Черкашин А. В. 2015).

В качестве основных источников азота растения используют аммиачную (NH_4^+) и нитратную (NO_3^-) формы, а бобовые, в свою очередь совместно с микроорганизмами фиксируют молекулярный азот атмосферы. Обеспечение сбалансированного уровня азотного питания растений за счет использования оптимальных доз азота является не только решающим условием его высокоэффективного использования в производственном процессе, но и важным фактором стабилизации азотного фонда почвы и уменьшением непродуцируемых потерь этого элемента питания (Ягодин Б. А. и др., 2002)

Количество накопленных в почве нитратов указывает на ее хорошее общее «санитарное состояние». В связи с тем, что в почве анион NO_3^- не абсорбируется ни физико-химически, ни химически, а при высокой влажности полностью сосредотачивается в почвенном растворе, не возникает никакого сомнения в его возможном использовании микроорганизмами и растениями.

Большое значение на рост и развитие растений озимого ячменя, а также на формирование высокого и стабильного урожая, на качество зерна, а также на плодородие почвы оказывает содержание азота в почве.

Нитратный азот является своего рода индикатором плодородия почв, и процесс нитрификации является высокоинтенсивным с оптимальной влажностью почвы на уровне 60-70 % от наименьшей влагоемкости, оптимальной температурой, хорошей аэрацией и когда почвенный раствор реагирует почти нейтрально (показатель pH – 6,2-8,1). Основная часть аммиачного азота может быстро окисляться до нитратов, если интенсивно идет такой важный процесс как нитрификация (Шеуджен А. Х., 2006).

В 2005-2006 сельскохозяйственном году отмечалось наибольшее количество азота в нитратной форме в 0-20 см слое почвы: различия по сравнению с исследуемыми годами составили: перед посевом от 2,6 – 4,8 мг/кг; в фазу кущения – 0,4 – 1,4 мг/кг в фазу выход в трубку – 0,5-0,7 мг/кг; в свою очередь, в фазу колошения – 0,4 – 1,5мг/кг; в фазу полной спелости – 0,9 – 2,3 мг/кг (приложение 6).

В результате исследований было получено, что наибольшее содержание азота в нитратной форме в слое почвы 0-20 см на всех фонах питания отмечается в фазу кущения и минимального значения достигало к фазе полной спелости. По сравнению с естественным агрохимическим фоном изучаемые системы удобрений способствовали достоверному увеличению содержанию азота в нитратной форме в слое почвы 0-20 см в пределах 8,90-14,4 мг/кг (таблица 5).

Применение отвального способа обработки почвы достоверно (+ 0,90 мг/кг) превысило содержание нитратного азота в 0-20 см слое почвы по сравне-

нию с безотвальным.

Максимальное содержание нитратного азота в среднем по опыту было в фазу кущения озимого ячменя (23,5 мг/кг), впоследствии наблюдалось его снижение, и минимальные значения были получены в фазу полной спелости культуры (9,2 мг/кг). Варианты, на которые накладывалась система питания культуры, отличались от контроля увеличением количества азота в нитратной форме в слое почвы 0-20 см на 5,6-15,6 мг/кг почвы в фазу кущения. Изменение данного показателя объясняется проведением азотной подкормки культуры ранней весной, увеличением элементов минерального питания в доступной форме, а также за счёт последствий ранее внесённых органических и минеральных удобрений. В связи с более быстрым накоплением вегетативной массы озимого ячменя на вариантах с использованием удобрений наблюдалось ускоренное потребление нитратного азота по сравнению с контролем.

Максимальное количество нитратов на отвальном способе обработке почвы, было получено в фазу кущения озимого ячменя на варианте опыта с использованием удобрения в дозе $N_{124}P_{89}K_{32}$ (31,0 мг/кг), низкими значениями характеризуется вариант с внесением $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га на 1,7 мг/кг, а применение $N_{90}P_{80}K_{60}$ снизило рассматриваемый показатель на – 4,6 мг/кг.

Все исследуемые системы удобрений в течение вегетации озимого ячменя способствовали существенному увеличению концентрации нитратов в 0-20 см слое чернозёма выщелоченного, и различия по отношению к контролю в зависимости от фазы учета варьировали: в период кущения – 17,3-21,9 мг/кг; в последующую фазу – выхода в трубку – 7,4-16,9 мг/кг; в фазу колошения, в свою очередь, – 3,9-10,6 мг/кг; в завершающую фазу – полной спелости составила 4,8-10,7 мг/кг.

Таблица 5 – Динамика содержания (мг/кг) нитратного азота в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.).

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Сроки отбора образцов, С					А, НСР _{0,5} = = 0,82	В, НСР _{0,5} = = 0,44
		Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	8,5	9,1	6,9	6,7	3,6	6,7	15,8
	безотвальный	7,6	8,6	5,4	6,6	3,7		14,9
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	20,8	26,4	14,3	10,6	8,4	15,6	
	безотвальный	19,7	24,7	13,1	10,9	7,1		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	13,7	29,3	22,5	14,6	12	17,9	
	безотвальный	12,6	28,8	20,7	13,5	10,8		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	22,4	31,0	23,8	17,3	14,3	21,1	
	безотвальный	20,9	30,3	21,9	16,2	13,8		
С, НСР _{0,5} = 0,94		15,8	23,5	16,1	12,1	9,2	НСР _{0,5} =2,2	

Безотвальный способ обработки почвы не изменял динамику содержания NO_3 в 0-20 см слое почвы: максимальное содержание нитратов отмечалось в фазу кущения, а минимальных значений они достигали в фазу полная спелость озимого ячменя. Исследуемые системы удобрения на безотвальном способе обработки почвы в период вегетации культуры существенно увеличивали количество нитратов в слое почвы 0-20 см, и разница по сравнению с контролем была: в фазу кущения – 16,1-21,7 мг/кг; в фазу выхода в трубку – 7,7-16,5 мг/кг; в фазу колошения – 4,3-9,6 мг/кг; в фазу полной спелости 4-10,1 мг/кг.

Анализируя таблицу 5 можно сделать вывод, что НСР для частных различий по опыту был выше полученной разницы между вариантами опыта, что дает нам право утверждать о существенном воздействии исследуемых приемов на количество азота в нитратной форме в слое чернозема выщелоченного 0-20 см в посевах озимого ячменя.

Вследствие проникновения корневой системы озимого ячменя до глубины 50 см и высокой подвижностью азота в нитратной форме мы изучали динамику содержания NO_3 и в 20-40 см слое почвы.

В годы проведения опытов погодные условия и изучаемые факторы оказывали существенное влияние на содержание в почве нитратного азота в слое почвы 20-40 см. Максимальное содержание нитратного азота за годы исследований отмечалось в 2015-2016 гг. и разница по сравнению с остальными исследуемыми годами составила: в фазу кущения – 0,7 – 3,5 мг/кг; в фазу выхода в трубку – 0,4 – 3,5 мг/кг; колошения – 0,3 – 3,4 мг/кг; в фазу полной спелости культуры – 0,4 – 3,5 мг/кг.

Все исследуемые системы удобрения достоверно повышали концентрацию азота в нитратной форме в 20-40 см слое почвы на 3,5-9,4 мг/кг по отношению к контролю. В среднем максимальное содержание азота в черноземе выщелоченном было отмечено при внесении под озимый ячмень $\text{N}_{124}\text{P}_{89}\text{K}_{32}$ – 17,5 мг/кг, что оказалось достоверно выше не только по сравнению с контролем – на 9,4 мг/г, но и по отношению к $\text{N}_{80}\text{P}_{10}$ + солома 5,8 т/га и $\text{N}_{90}\text{P}_{80}\text{K}_{60}$ на 3,1 и 5,9 мг/кг почвы соответственно. Наименьшее количество

нитратного азота наблюдалось в варианте с использованием удобрения в дозе $N_{90}P_{80}K_{60}$, значение оказалось на уровне 11,6 мг/кг и существенно превышало контрольный вариант на 3,5 мг/кг, но было ниже по отношению к внесению $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га на 5,9 и 2,8 мг/кг почвы, соответственно.

Применение отвального способа обработки почвы достоверно увеличивало концентрацию нитратного азота (13,3 мг/кг) в слое почвы 20-40 см в посевах озимого ячменя по отношению к безотвальному способу обработки (12,5 мг/кг) и разница составляла 0,80 мг/кг.

Наибольшее содержание азота в нитратной форме в слое почвы 20-40 см в течение вегетации озимого ячменя было зафиксировано в фазу выхода в трубку – 14,2 мг/кг почвы, впоследствии отмечалось постепенное уменьшение его количества, самый низкий показатель был получен к фазе полной спелости культуры и составил 11,0 мг/кг почвы.

При применении отвального способа обработки почвы разница в количестве нитратного азота по сравнению с контролем и изучаемыми системами удобрений составила: в начальную фазу – всходов – 0,6-9,3; в последующие – выхода в трубку – 2,4-11,7; колошения – 0,9-8,8; и в заключительный период роста – полная спелость – 0,7-8,1 мг/кг.

В результате применения безотвального способа обработки разница в содержании азота в нитратной форме по сравнению с контролем и изучаемыми системами составила соответственно фазам: всходов – 0,3-8,7; выхода в трубку – 3,3-12,5; колошения – 1,8-9,7; полной спелости – 1,4-8,7 мг/кг.

Дисперсионный анализ взаимосвязи изучаемых факторов и их сочетания позволил установить достоверное повышение концентрации нитратного азота по всем фазам вегетационного периода озимого ячменя: от всходов до полной спелости (таблица 6, приложение 7).

На вариантах с применением удобрения в дозе $N_{80}P_{10}$ + солома 8,6 т/га и $N_{124}P_{89}K_{32}$ содержание нитратного азота в почвенном слое 20-40 см значительно увеличилось по сравнению с контролем, а использование $N_{90}P_{80}K_{60}$ не обеспечило высоких значений по содержанию нитратного азота в почвенном

Таблица 6 – Динамика содержания (мг/кг) нитратного азота в слое почвы 20-40 см в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.).

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обра- ботки почвы, В	Сроки отбора образцов, С				А, НСР _{0,5} =0,5	В, НСР _{0,5} =0,4
		Всходы	Выход в трубку	Колоше- ние	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	10,1	8,6	8	7,6	8,1	13,3
	безотвальный	9,5	7,2	6,8	6,4		12,5
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	19,4	11	8,9	8,3	11,6	
	безотвальный	18,2	10,5	8,6	7,8		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	10,7	18,3	16,4	14,0	14,4	
	безотвальный	9,8	17,1	15,5	13,1		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	18,1	20,3	16,8	15,7	17,5	
	безотвальный	17,5	19,7	16,5	15,1		
С, НСР _{0,5} =0,5		14,2	14,1	12,1	11	НСР _{0,5} =1,2	

слое 20-40 см.

Таким образом, системы удобрения способствовали достоверному увеличению концентрации азота в нитратной форме в слое почвы 20-40 см на 3,5-9,4 мг/кг по отношению контролю. Количество нитратного азота в этом слое почвы в фазу выход в трубку озимого ячменя было 14,1 мг/кг и характеризовалось как наибольшим, впоследствии наблюдалось устойчивое уменьшение показателя к фазе полной спелости и составило 11 мг/кг. Использование отвального способа обработки почвы существенно на 0,8 мг/кг увеличивало концентрацию азота в нитратной форме в слое чернозема выщелоченного 20-40 см по сравнению с безотвальным способом обработки почвы.

3.4. Динамика содержания подвижного фосфора

На концентрацию фосфатов в почвенном слое существенно влияют следующие факторы: выбор почвенной разности, влажность и температурный режим почвы, технология возделывания сельскохозяйственных культур, приемы мобилизации почвенного плодородия. При оптимальном фосфорном питании значительно повышается урожайность и качество продукции культур.

Колебания влаги в верхнем слое почвы могут привести к повышению количества труднорастворимых форм фосфора, а благоприятные условия увлажнения могут способствовать увеличению в почве фосфора в подвижной форме.

Годы исследований существенно отличались условиями увлажнения, что определяло влияние на концентрацию в почвенном слое доступных фосфатов. Так, в 2016-2017 г. содержание подвижного фосфора на всех системах удобрения было выше и разница по сравнению с остальными исследуемыми годами составляла в зависимости от сроков отбора: перед посевом – 1,1-1,5 мг/кг; в фазу кущения – 0,3-8,6 мг/кг; выхода в трубку – 0,6-6,8 мг/кг; колошения – 0,20-3,9 мг/кг, к моменту уборки – в фазу полной спелости – 0,2-1,7 мг/кг соответственно (приложение 8).

Динамика изменения количества подвижного фосфора на всех вариантах

опыта имела одну направленность – это неуклонное снижение с фазы кущения и на протяжении всей вегетации с получением минимальных значений в фазу полной спелости озимого ячменя.

Все исследуемые системы удобрения способствовали существенному увеличению концентрации фосфора в подвижной форме в слое почвы 0-20 см относительно контроля на 2,1-7,4 мг/кг почвы.

Минимальное количество подвижного фосфора в посевах озимого ячменя было получено при внесении под озимый ячмень $N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га – 21,4 мг/кг, показатель оказался больше контроля на 2,1 мг/кг и ниже значений при применении $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{124}P_{89}K_{32}$ на 2,5 и 5,3 мг/кг почвы соответственно (таблица 7).

В среднем по опыту применение отвального способа обработки почвы достоверно на 0,9 мг/кг увеличивало количество подвижного фосфора по сравнению с применением безотвального способа обработки почвы.

В среднем по опыту в фазу кущения озимого ячменя максимальное содержание фосфора (26,9 мг/кг) наблюдалось на всех фонах питания, что можно объяснить увеличением биологических процессов с увеличением влагообеспеченности и температуры 0-20 см слоя почвы. В последующем содержание подвижного фосфора в течение вегетации озимого ячменя снижалось, минимальное значение достигло в фазу полная спелость и составило 18,4 мг/кг.

На фоне отвального способа обработки почвы исследуемые системы удобрения способствовали существенному повышению количества фосфора в подвижной форме в слое чернозема выщелоченного 0-20 см, различия по отношению к контролю были в пределах (мг/кг почвы): перед посевом – 1,4-6,9; в фазы кущения 4,1-9,9 мг/кг; выход в трубку – 2,3-6,6 мг/кг; кущения – 0,8-6,1 мг/кг; ·полная спелость

Таблица 7 – Динамика содержания (мг/кг) подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обра- ботки почвы, В	Сроки отбора образцов, С					А, НСР _{0,5} = = 1,1	В, НСР _{0,5} = = 0,60
		Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	20,0	22,5	21,9	19,2	14,8	19,3	23,3
	безотвальный	19,1	21,1	20,5	18,0	15,4		22,4
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	24,9	28,1	26,0	22,5	20,0	23,9	
	безотвальный	24,2	27,4	25,1	21,9	19,2		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	21,4	26,6	24,2	20,0	17,3	21,4	
	безотвальный	20,0	25,6	23,2	18,7	16,5		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	26,9	32,4	28,5	25,3	22,4	26,7	
	безотвальный	26,4	31,5	27,6	24,2	21,8		
С, НСР _{0,5} =1,1		22,9	26,9	24,6	21,2	18,4	НСР _{0,5} =2,6	

В результате, применения безотвального способа обработки почвы системы удобрения по отношению к естественному агрохимическому фону также увеличивали концентрацию подвижного фосфора: перед посевом – на 0,9-7,3 , в фазу кущения – на 4,5-10,4, фазу выход в трубку – на 7-7,1 , в последующие фазы – колошения и полной спелости – на 0,7-6,2 и 1,1-6,4 мг/кг почвы соответственно. Применяемая расчётная система удобрения ($N_{124}P_{89}K_{32}$) имела неоспоримое преимущество над дозой удобрения $N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/гаи $N_{90}P_{80}K_{60}$, при этом обеспеченность подвижным фосфором в слое чернозёма выщелоченного 0-20 см на всех исследуемых системах удобрения и способах обработки почвы можно охарактеризовать как среднюю.

Наибольшее количество подвижного фосфора было отмечено в фазу кущения культуры (32,4 мг/кг) растений озимого ячменя на варианте с применением дозы удобрения $N_{124}P_{89}K_{32}$ на отвальном способе обработки почвы, наименьшее содержание отмечалось на контрольном варианте с применением отвального способа обработки почвы (14,8 мг/кг).

Математическая обработка полученных данных позволила установить тесную взаимосвязь между дозами удобрения $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{124}P_{89}K_{32}$ и сравниваемыми способами обработки почвы: в период всей вегетации озимого ячменя концентрация фосфора в подвижной форме в слое почвы 0-20 см была существенно выше значений контроля. Применение биологизированной системы удобрения ($N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га) на фоне отвального и безотвального способа обработки почвы несущественно увеличивало концентрацию подвижного фосфора в слое чернозема выщелоченного 0-20 см по отношению к показателям естественного агрохимического фона за исключением фазы кущения. По нашему мнению, это связано с особенностями построения биологизированной системы удобрения, составом и дозами органических и минеральных удобрений.

Таким образом, применение отвального способа обработки существенно увеличивало (0,9 мг/кг) концентрацию фосфора в подвижной форме по отношению к безотвальному способу обработки почвы. Исследуемые системы

удобрения существенно повышали количество фосфора в подвижной форме в слое почвы 0-20 см, разница с контрольным вариантом была получена в пределах 2,1-7,4 мг/кг почвы. С фазы кущения озимого ячменя концентрация подвижного фосфора на всех вариантах опыта неуклонно снижалась с достижением наименьших величин в заключительную фазу – полной спелости.

3.5. Динамика содержания обменного калия

Калий обменный, связанный с почвенными коллоидами адсорбционно, играющий важнейшую роль в питании растений; составляет от валового 1-3 %. Водорастворимый калий составляет 10-20 % от обменных форм. Этот калий является полностью доступным для питания растительного организма и его запасы восполняются за счет обменного калия. Некоторая доля калия почвы, которая входит в состав плазмы микроорганизмов, может достигать 40 кг/га. К поглощенной тонкодисперсной фракции в необменное состояние относится калий фиксированный. В результате доступность растениям снижается. Количество фиксированного калия в черноземных почвах достигает показателя 300-700 кг/га (Шеуджен А. Х., 2006).

Основная часть калия, которая достигает 97-99 %, входит в состав минералов и является для растений недоступной. Этот калий освобождается в процессе выветривания минералов постепенно.

Калий – это один из основных элементов минерального питания. Он, не являясь в растении частью органических соединений, сосредотачивается в растительных клетках в ионной форме в виде растворимых солей, а также в виде непрочных адсорбционных комплексов с коллоидами цитоплазмы в клеточном соке и частично.

Агрометеорологические условия в годы проведения опытов не существенно влияли на концентрацию калия в обменной форме в пахотном слое чернозема обыкновенного. В 2016-2017 г. количество обменного калия было выше на всех фонах питания и разница по сравнению с остальными исследу-

емыми годами составила: перед посевом от 22 до 49 мг/кг; в фазу кущение – от 22 до 49 мг/кг; в фазу выхода в трубку – от 24 до 49 мг/кг; в фазу колошения – от 25 до 50 мг/кг, в фазу полной спелости – от 26 до 52 мг/кг соответственно (приложение 9).

Все исследуемые системы удобрения в среднем по опыту повышали концентрацию обменного калия в почве по сравнению с контрольным вариантом на 4-21 мг/кг почвы. Наибольшее количество обменного калия фиксируется на вариантах с внесением $N_{124}P_{89}K_{32}$ – 272 мг/кг почвы, показатель превышал контроль на 21 мг/кг почвы. При использовании удобрения в дозе $N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га концентрация обменного калия оказалась 267 мг/кг почвы, что было существенно выше варианта с дозой $N_{90}P_{80}K_{60}$ и контрольного варианта на 12 и 16 мг/кг почвы соответственно, и несущественно ниже (5 мг/кг почвы) относительно варианта с дозой $N_{124}P_{89}K_{32}$. Минимальное содержание обменного калия было получено при внесении под культуру дозы $N_{90}P_{80}K_{60}$, показатель составил 255 мг/кг почвы и превышал контрольный вариант на 4 мг/кг почвы, и был существенно меньше по сравнению с вариантами с использованием дозы $N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га и $N_{124}P_{89}K_{32}$, соответственно на 12 и 17 мг/кг почвы.

Анализ средних данных по опыту позволил установить, что отвальный способ обработки почвы в посевах озимого ячменя несущественно снижал содержание обменного калия (- 5 мг/кг почвы) по сравнению с применением безотвального способа обработки почвы (таблица 8).

Наибольшая концентрация калия в обменной форме в посевах озимого ячменя в среднем по опыту отмечалась в фазу кущения и составила 274 мг/кг почвы, затем отмечалось постепенное снижение, и минимального содержания показатель достиг в фазу полной спелости – 244 мг/кг почвы.

На вариантах с применением отвального способа обработки почвы системы удобрения положительно воздействовали на концентрацию калия в обменной форме в слое чернозема выщелоченного 0-20 см в период развития

Таблица 8 – Динамика содержания (мг/кг) обменного калия в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Сроки отбора образцов, С					А, НСР _{0,5} = = 9,6	В, НСР _{0,5} = =9,2
		Перед посевами	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	246	268	250	246	231	251	259
	безотвальный	252	272	258	252	234		264
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	248	263	263	253	244	255	
	безотвальный	255	265	265	256	239		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	265	274	277	263	246	267	
	безотвальный	270	279	281	267	251		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	270	283	276	271	250	272	
	безотвальный	275	288	280	275	255		
С, НСР _{0,5} =11,8		260	274	269	260	244	НСР ₀₅ =25,0	

культуры, в результате разница по отношению к контролю составила: перед посевом 2-24; в последующие фазы – кущения – 5-15; выхода в трубку – 13-26; колошения – 7-25; и в крайний срок отбора - фазу полной спелости – 13-19 мг/кг. На вариантах с использованием безотвального способа обработки почвы разница по сравнению с контролем составила: перед посевом озимого ячменя – 3-23; в фазу кущения – 7-16; в фазу выхода в трубку – 7-23; в фазу колошения -4-23; в фазу полной спелости – 5-21 мг/кг.

При дисперсионном анализе совместного влияния изучаемых факторов было установлено положительное влияние сочетания систем удобрений и способов обработки почвы на содержание обменного калия в 0-20 см слое чернозема выщелоченного, но разница с контролем оказалась несущественной, о чем свидетельствуют значения НСР для частных различий по опыту (НСР₀₅=25,0).

Таким образом, применение безотвального способа обработки почвы несущественно увеличивало концентрацию калия в обменной форме в посевах озимого ячменя на 5 мг/кг почвы. Системы удобрения в опыте способствовали увеличению количества обменного калия в посевах культуры по сравнению с контролем на 4-21 мг/кг. По наблюдениям и лабораторным анализам установлено, что в течение всей вегетации культуры наибольшее содержание калия в обменной форме в слое чернозема выщелоченного 0-20 см отмечалось только на расчетной системе удобрения.

4. ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

4.1. Динамика линейного роста растений озимого ячменя

Нормальное развитие и рост растений возможны лишь при соответствии условий внешней среды потребностям растительного организма на каждом этапе его формирования. На протяжении всего периода вегетации происходит активный рост растений озимого ячменя.

Погодные условия оказали различное влияние на динамику линейного роста растений озимого ячменя. В 2016-2017 сельскохозяйственном году отмечались максимальные показатели линейного роста растений озимого ячменя, чем в 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2015-2016 гг. и разница составила: в фазу выхода в трубку – 6,1; 9,2; 7,7; 2,5 см; в фазу колошения – 6,1; 9,3; 7,2; 2,6 см; в фазу молочной спелости – 4,9; 12; 8,7; 2,4 см; в фазу полной спелости – 5; 9,1; 6,7; 2,3 см соответственно годам наблюдений (приложение 10).

Изучаемые системы удобрения оказали существенное влияние на линейный рост растений озимого ячменя. На варианте расчетной системы удобрения с непосредственным внесением под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ отмечалась максимальная высота растений по сравнению не только с показателями контрольного варианта, но и значениями других изучаемых в опыте систем удобрения, разница составила 8–18 см.

При применении отвального способа обработки почвы отмечалось положительное влияние на динамику линейного роста растений озимого ячменя по сравнению с безотвальным способом обработки, но разница между средними данными по опыту оказалась несущественной – 2,1 см (Таблица 9)..

Активная фаза развития растений озимого ячменя отмечалась в межфазный период выход в трубку - колошение, что способствовало

Таблица 9 – Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на динамику линейного роста(см) растений озимого ячменя (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обра- ботки почвы, В	Фаза развития, С				А, НСР _{0,5} = = 3,1	В, НСР _{0,5} = = 2,6
		Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	17	38	51	56	40	50,4
	безотвальный	16	35	49	55		48,3
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	21	46	61	72	48	
	безотвальный	19	41	57	70		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	22	49	64	75	52	
	безотвальный	20	47	63	72		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	25	57	70	83	58	
	безотвальный	23	55	67	84		
С, НСР _{0,5} = 2,7		20	46	60	71	НСР _{0,5} = 4,6	

существенному увеличению анализируемого показателя в 2,3-3 раза. В последующий период от колошения до полной спелости увеличение линейного роста было менее интенсивным по сравнению с предыдущим межфазным периодом, максимальные значения линейного роста отмечались к фазе полной спелости культуры

Применяемые системы удобрения в опыте по сравнению с контролем на отвальном способе обработки почвы существенно увеличивали линейный рост растений озимого ячменя. Непосредственное внесение под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ в расчетной системе удобрения и $N_{90}P_{80}K_{60}$ в рекомендованной системе удобрения и на варианте с применением биологизированной системы удобрения $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га отмечалось увеличение значений линейного роста растений озимого ячменя по сравнению с контролем, и разница составила: в фазу кущения –4-8 см, в фазу выхода в трубку – 8-19 см; в фазу колошения – 10-19 см; полной спелости – 16-27 см.

На вариантах с применением безотвального способа обработки почвы так же отмечалось существенное влияние изучаемых систем удобрений на линейный рост растений озимого ячменя, и разница по сравнению с контролем составила: в фазу кущения –3-7 см, в фазу выхода в трубку – 6-20 см; в фазу колошения – 8-18 см; в фазу полной спелости – 15-29 см.

На варианте расчетной системы удобрения с непосредственным внесением дозы $N_{124}P_{89}K_{32}$ под озимый ячмень в фазу полной спелости культуры отмечались максимальные значения линейного роста растений озимого ячменя, отмечаемая прибавка оказалась достоверной не только относительно контрольного варианта, но и вариантов $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га рекомендованной системы удобрения биологизированной системы удобрения соответственно.

Дисперсионный анализ полученных результатов дает нам право утверждать о существенном влиянии при внесении под озимый ячмень дозы $N_{124}P_{89}K_{32}$ в расчетной системе удобрения, вне зависимости от способа обработки почвы, на динамику линейного роста растений в течение вегетации

культуры, о чем свидетельствует показатель НСР для частных различий по опыту ($НСР_{0,5} = 4,6$).

Таким образом, применение систем удобрений оказало достоверное влияние на динамику линейного роста растений озимого ячменя и разница по сравнению с контролем в среднем по опыту составила – 8–18 см. Применение отвального способа обработки способствовало недостоверному увеличению линейного роста растений озимого ячменя в среднем по опыту по сравнению с безотвальным способом обработки почвы и разница составила 2,1 см. Максимальные показатели линейного роста растений в течение вегетации озимого ячменя формируются на варианте с дозой $N_{124}P_{89}K_{32}$ на фоне изучаемых способов обработки почвы.

4.2. Динамика накопления сухого вещества растениями озимого ячменя.

Существует высокая зависимость между накоплением массы сухого вещества растениями озимого ячменя и величиной его урожая. Динамика накопления сухой массы надземной части растений в течение вегетации озимого ячменя имеет большое значение.

Динамика накопления сухой биомассы растений озимого ячменя в периоды исследований (2005-2007; 2016-2017 гг.) зависела от применяемых минеральных и органических удобрений и способов обработки почвы. В вегетационный период развития озимого ячменя мы наблюдали непрерывное нарастание биомассы растений озимого ячменя с получением наибольших величин перед уборкой независимо от фона питания и способа обработки почвы

Максимальное количество сухого вещества и наибольшие темпы его накопления отмечались в благоприятные по увлажнению 2004-2005; 2015-2016 и 2016-2017 годы. В 2005-2006 и 2006-2007 годах из-за резких колебаний режима увлажнения оказывалось негативное влияние на процесс форми-

рование сухой массы растений

Применяемые системы удобрения способствовали увеличению накопления сухой биомассы и разница с контролем составила: в 2004-2005 году – 44–113; 2005-2006 г. – 36–117; 2006-2007 году – 93–117; 2015-2016 году – 44–110; 2016-2017 году – 42–105 г/м². Применение отвального способа обработки почвы в среднем за 5 лет способствовало большему накоплению сухой биомассы (+ 0,3 – 0,41 т/га) по сравнению с безотвальным способом обработки (приложение 11).

В среднем по опыту применяемые системы удобрения существенно увеличивали накопление сухого вещества по сравнению с контролем, и разница составила: при внесении под озимый ячмень N₉₀P₈₀K₆₀ в рекомендованной системе удобрения – 28 г/м²; на варианте с биологизированной системой удобрения N₈₀P₁₀+солома 5,8 т/га – 72 г/м²; на варианте с расчетной системой удобрения N₁₂₄P₈₉K₃₂ – 112 г/м² (таблица 10).

Наибольшая динамика накопления и абсолютных показателей сухого вещества растениями озимого ячменя отмечались при непосредственном внесении под озимый ячмень N₁₂₄P₈₉K₃₂ в расчетной системе удобрения, показатели были существенно выше, чем на других вариантах опыта.

Применение отвального способа обработки почвы достоверно увеличивало накопление сухого вещества растениями озимого ячменя на – 64 г/м² по сравнению с безотвальным способом обработки почвы. По фазам развития минимальные значения накопления сухой массы озимого ячменя отмечалось в фазу кущения. Активный рост вегетативной массы озимого ячменя, и следовательно, повышенное накопление сухого вещества наблюдались в межфазный период выхода в трубку-колошения, что способствовало достоверному увеличению анализируемого показателя на 404 г/м².

На протяжении вегетационного периода развития растений озимого ячменя, отвальный способ обработки почвы способствовал существенному увеличению накопления сухой массы, и разница с контролем в зависимости от фазы развития составляла от 9 до 231 г/м², а при применении безотвального спо

Таблица 10 – Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на накопление сухого вещества (г/м²) растениями озимого ячменя

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Фазы развития, С				А, НСР _{0,5} = =26,4	В, НСР _{0,5} = = 34,2
		Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрения)	отвальный	64	310	726	809	462	547
	безотвальный	51	297	687	755		483
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	73	362	787	875	490	
	безотвальный	63	316	634	809		
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	81	391	862	949	534	
	безотвальный	72	348	704	864		
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	94	420	915	1040	574	
	безотвальный	81	386	749	914		
С, НСР _{0,5} =21,4		72	354	758	877	НСР _{0,5} =51,3	

соба обработки почвы разница с контролем составила от 13 до 159 г/м².

Дисперсионный анализ полученных результатов позволил нам установить, что на варианте расчетной системы удобрения с непосредственным внесением под озимый ячмень N₁₂₄P₈₉K₃₂ в сочетании с отвальным и безотвальным способами обработки почвы отмечается существенное влияние на накопление сухой массы растений озимого ячменя во второй половине вегетации культуры (колошение – полня спелость) по сравнению с контролем и другими системами удобрений, что подтверждается показателями наименьшей существенной разницы для частных различий по опыту (НСР_{0,5} = 51,3 г/м²).

Таким образом, все изучаемые системы удобрения оказывали существенное влияние на накопление сухой биомассы растениями озимого ячменя в течении вегетационного периода и разница по сравнению с естественным агрохимическим фоном в среднем составила – 28 – 112 г/м². При применении отвального способа обработки почвы существенно на 64 г/м² увеличивалось накопление сухой биомассы растений озимого ячменя по сравнению с безотвальным способом обработки почвы.

4.3. Содержание азота

Необходимость наблюдения за состоянием химического состава растений и факторами, которые его определяют – это важная составляющая для получения запланированного урожая, прогнозирования и корректирования рациона животных, а также оценке технологических качеств растениеводства. Под влиянием систем удобрений могут контролироваться процессы изменения состава и потребности растений в элементах минерального питания, несмотря на то, что состав и потребность обуславливается генотипом и довольно стабильны (В. В. Агеев, А. И. Подколзин, 2005)

Азот по сравнению с другими элементами минерального питания является регулятором роста, так как является важным строительным материалом

растений, который участвует в синтезе белков.

Для изучения особенностей поступления азота, фосфора, калия и требовательности озимого ячменя к минеральному питанию в различные периоды его онтогенеза проводилось определение этих элементов в растениях в разные фазы вегетации культуры.

При корневом питании растения потребляют азота больше, чем любого другого элемента. Азот – неперенная составная часть всех 36 аминокислот и белков, хлорофилла, нуклеиновых кислот, липоидов и ферментов. С белками и нуклеиновыми кислотами связывают сущность жизни (Агеев В. В., Подколзин А. И., 2005).

Быстро растущие растения с листьями больших размеров и темно-зеленого цвета – это признаки нормального обеспечения культуры азотом. Напротив, недостаток этого элемента задерживает рост всех органов растения, делая листья светло-зелеными и мелкими, вследствие чего снижается урожай.

В 2015-2016 сельскохозяйственный год отмечался наибольшим содержанием азота в растениях озимого ячменя на всех вариантах и разница по сравнению с другими исследуемыми годами составила: в фазу кущения от 0,04 до 0,11 %; в фазу выхода в трубку от 0,06 до 0,14 %; в фазу колошения от 0,01 до 0,05 %, в фазу полной спелости озимого ячменя от 0,05-0,09 % (приложения 12).

Непосредственное внесение под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы удобрения и $N_{90}P_{80}K_{60}$ рекомендованной системы удобрения достоверно увеличивало содержание азота в растениях озимого ячменя на (+0,27 %) и (+0,14 %) соответственно по сравнению с контрольным вариантом. На варианте при внесении непосредственно под культуру $N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га биологизированной системы удобрения содержание азота составило 2,30 %, что несущественно выше контроля (+0,08 %).

При безотвальном способе обработки почвы корневая система растений находится в менее благоприятных условиях, чем при отвальном способе.

Вследствие чего несколько замедляется отток ассимилянтов от корней к вегетативной части, в результате при безотвальном способе обработки почвы в растениях накапливается меньшее количество питательных элементов по сравнению с отвальным способом обработки почвы.

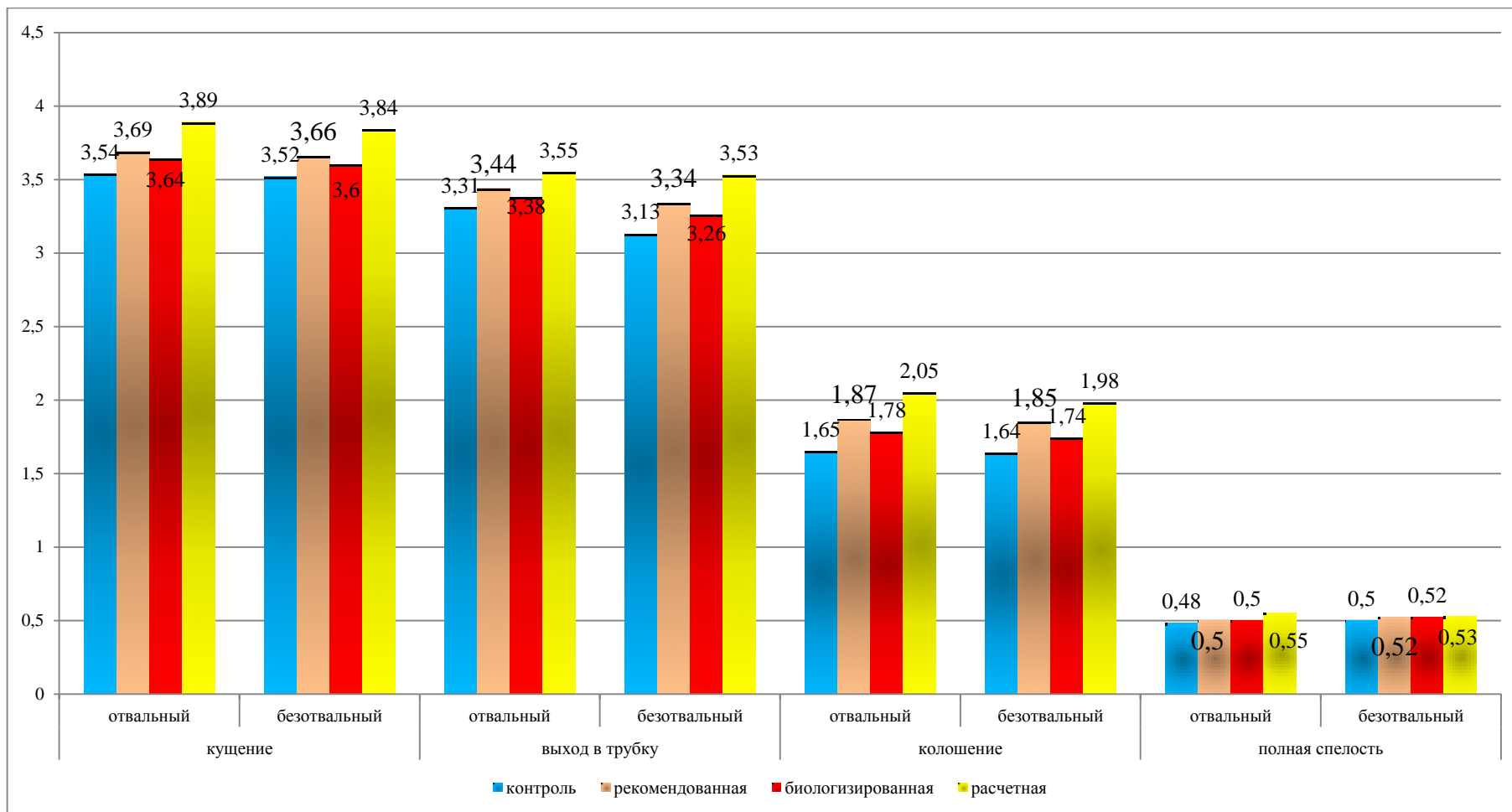
Статистическая обработка данных в среднем по опыту позволила установить, что при применении отвального способа обработки почвы содержание азота в растениях озимого ячменя оказалось несущественно выше (+0,04 %) по сравнению безотвальной обработкой почвой.

Максимальное содержание азота в среднем по опыту в растениях отмечалось в фазу кущения (3,67 %), а потом наблюдался процесс разбавления концентрации в течение периода роста и развития культуры озимого ячменя с достижением минимальных значений в фазу полной спелости растений озимого ячменя (0,51 %) (рисунок 3).

Непосредственное внесение под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы удобрения; $N_{90}P_{80}K_{60}$ рекомендованной системы удобрения и $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га биологизированной системы удобрения по сравнению с контролем повышало содержания азота в растениях озимого ячменя, и разница составила: на отвальном способе обработки почвы – в фазу кущения от – 0,1-0,35 %; в фазу выхода в трубку от – 0,07-0,24 %; в фазу колошения от – 0,1-0,41 %, в фазу полной спелости культуры от – 0,02-0,07 %.; на безотвальном способе обработки почвы – в фазу кущения от – 0,14-0,32 %; в фазу выхода в трубку от – 0,13-0,4%; в фазу колошения от – 0,13-0,34 %, в фазу полной спелости культуры от – 0,02-0,03 %.

Максимальное накопление азота в растениях озимого ячменя фиксировалось при непосредственном внесении $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы удобрения и разница с естественным агрохимическим фоном и рекомендованной и биологизированной системами удобрения на отвальном способе обработки почвы составила: в фазу кущения – 0,2–0,35 %, в фазу выхода в трубку – 0,11–0,24 % , в фазу колошения – 0,18–0,41 %, в фазу полной спелости – 0,05-

Рисунок 3 - Динамика содержания (%) азота в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы, (2005-2007, 2016-2017 гг.),



0,07 %; а на варианте с применением безотвального способа обработки почвы: в фазу кущения – 0,18 – 0,32 %, в фазу выхода в трубку – 0,19 – 0,4 %, в фазу колошения – 0,13 – 0,34 %, в фазу полной спелости – 0,01 – 0,03 %.

Статистическая обработка полученных результатов показала, что совместное влияние систем удобрения и способов обработки почвы не смотря на положительное влияние на содержание азота в растениях в течение вегетации озимого ячменя, оказалось не достоверным, что подтверждается значением НСР для частных различий по опыту ($НСР_{05}=0,15\%$).

Таким образом, достоверное увеличение азота в растениях озимого ячменя обеспечивали при внесении непосредственно под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ расчетной системы удобрения и $N_{90}P_{80}K_{60}$ рекомендованной системы удобрения существенно. На варианте с применением биологизированной системы удобрения с непосредственным внесением под озимый ячмень $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га содержание азота в растениях существенного не увеличивается. Между способами обработки почвы достоверной разницы по содержанию азота в растениях озимого ячменя не установлено.

4.4.Содержание фосфора

О роли фосфора в растениях указывают Е. Н. Белогубова, А. М. Васильева, Л. С. Гиль и др. (2007). Не менее важным для жизнедеятельности растений биогенным элементом чем азот является фосфор, встречающийся в растениях в гораздо меньшем количестве. В. В. Агеев, А. И. Подколзин (2005), пишут, что снижение величины транспирационного коэффициента, повышение зимостойкости и засухоустойчивости растений со всеми вытекающими отсюда последствиями, формирование мощного организма, ускорение синтеза углеводов, белков, жиров, ферментов происходит под влиянием фосфора.

Наибольшее содержание фосфора в растениях озимого ячменя было отмечено в 2004-2005 г. на всех фонах питания и разница по сравнению с

2005-2006, 2006-2007, 2015-2016, 2016-2017 гг составила: в фазу кущение от 0,03 до 0,12 %; в фазу выхода в трубку от 0,05 до 0,10 %; в фазу колошения от 0,03 до 0,12 %, в фазу полной спелости от 0,03-0,10 % (приложение 13).

Изучаемые в опыте системы удобрения увеличивали содержание фосфора в растениях озимого ячменя. По сравнению с контролем только при непосредственном внесении под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ в расчетной системе удобрения существенно на 0,05 % увеличивала среднее по опыту содержание фосфора в растениях, а внесение $N_{90}P_{80}K_{60}$ рекомендованной системы удобрения и $N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га биологизированной системы удобрения на данный показатель оказалось несущественным (Рисунок 4).

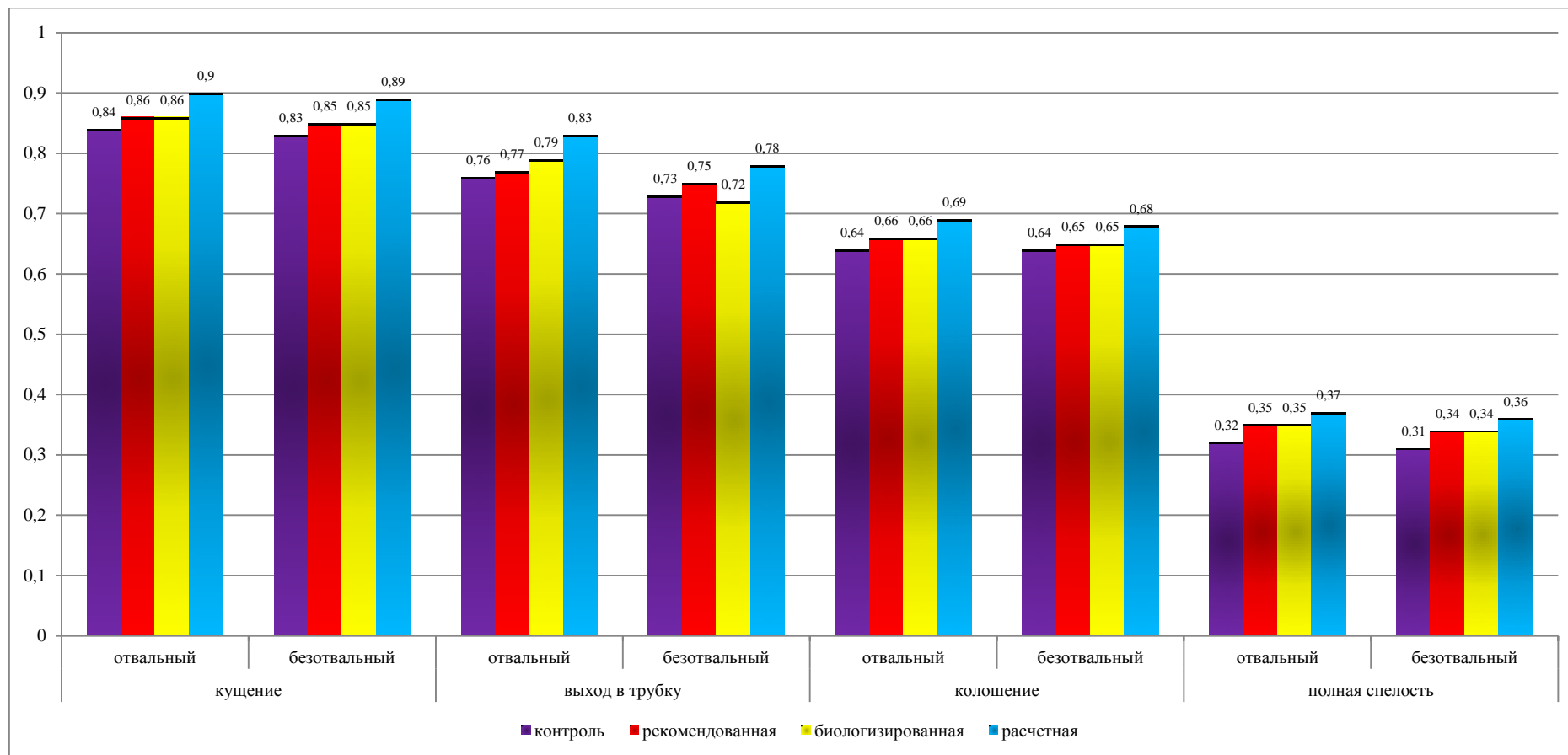
Изучение влияния способа обработки почвы на накопление фосфора в растениях ячменя показало, что максимальное содержание элемента было при применении отвального способа – 0,69 %, что достоверно выше, чем при безотвальном способе на 0,67 %.

Сравнение влияния способов обработки почвы на накопление фосфора в растениях ячменя показало, что применении отвального способа обработки почвы недостоверно увеличивало содержание фосфора по сравнению с показателями на вариантах с безотвальным способом обработки почвы.

Анализ полученных результатов показал, что среднее содержание фосфора в растениях озимого ячменя в течение вегетационного периода растений снижалось с 0,86 % в фазе кущение до 0,34 % к фазе полной спелости озимого ячменя. В фазе колошения содержание фосфора в растениях озимого ячменя было существенно меньше, чем в фазу кущение на 0,2 %, в фазе полная спелость – на 0,52 %.

На вариантах с применением отвального и безотвального способа обработки почвы отмечалось незначительное увеличение содержание фосфора в растениях и разница по сравнению с контролем в зависимости от фазы развития составила 0,01 – 0,06 %.

Рисунок 4- Динамика содержания (%) фосфора в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.),



Дисперсионный анализ представленных результатов позволил установить несущественное влияние совместного действия изучаемых факторов на содержание в растениях во все фазы развития озимого ячменя.

Таким образом, системы удобрений увеличивали содержание фосфора в растениях озимого ячменя, но существенное его увеличение обеспечивала только расчетная система удобрений. Отвальный способ обработки почвы недостоверно увеличивал содержание элемента в растениях культуры по сравнению с безотвальным способом обработки почвы.

4.5. Содержание калия

Калий, не являясь частью органических соединений клетки и содержащийся в растительных организмах в ионной форме, – один из основных элементов минерального питания -.

Калий выполняет важную функцию в азотном обмене растений. Он участвует в активном транспорте ассимилянтов из листьев к генеративным органам, а также необходим для связывания рибонуклеиновых кислот в рибосомах и образования пептидных связей. Этот элемент участвует в поглощении и транспорте воды по растению (В. Т. Куркаев, А. Х. Шеуджен, 2000; Шеуджен А.Х., 2006).

Независимо от изучаемых приемов, динамика содержания калия в растениях озимого ячменя подчиняется установленным зависимостям: наблюдается устойчивое снижение его концентрации в течение вегетационного периода. Изучаемые системы удобрений оказали положительное влияние на его накопление (Громова Н.В., 2017)..

Наибольшее содержание калия в растениях озимого ячменя в годы проведения исследований отмечалось в 2004-2005 г. на всех фонах питания и разница по сравнению с 2005-2006, 2006-2007, 2015-2016, 2016-2017гг. составила: в фазу кущение – 0,03-0,11 %; в фазу выхода в трубку – 0,04- 0,12 %; в фазу колошения –0,03- 0,11 %, в фазу полной спелости – 0,05-0,11 % (при-

ложение 14).

Все изучаемые системы удобрений увеличивали содержание калия в растениях по сравнению с естественным агрохимическим фоном. Наибольшее среднее по опыту содержание калия в растениях отмечалось при применении расчетной системы удобрений – 2,24 %, что было достоверно выше по сравнению с контролем. Применение удобрений в дозе $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га несущественно увеличивали содержание калия в растениях озимого ячменя по сравнению с контролем и разница составила 0,05 % (рисунок 5).

Нами не отмечено существенных различий при определении содержания калия в растениях ячменя в зависимости от способа обработки почвы. Применение отвального способа обработки почвы несущественно увеличивало содержание калия в растениях озимого ячменя по сравнению с безотвальным способом обработки почвы.

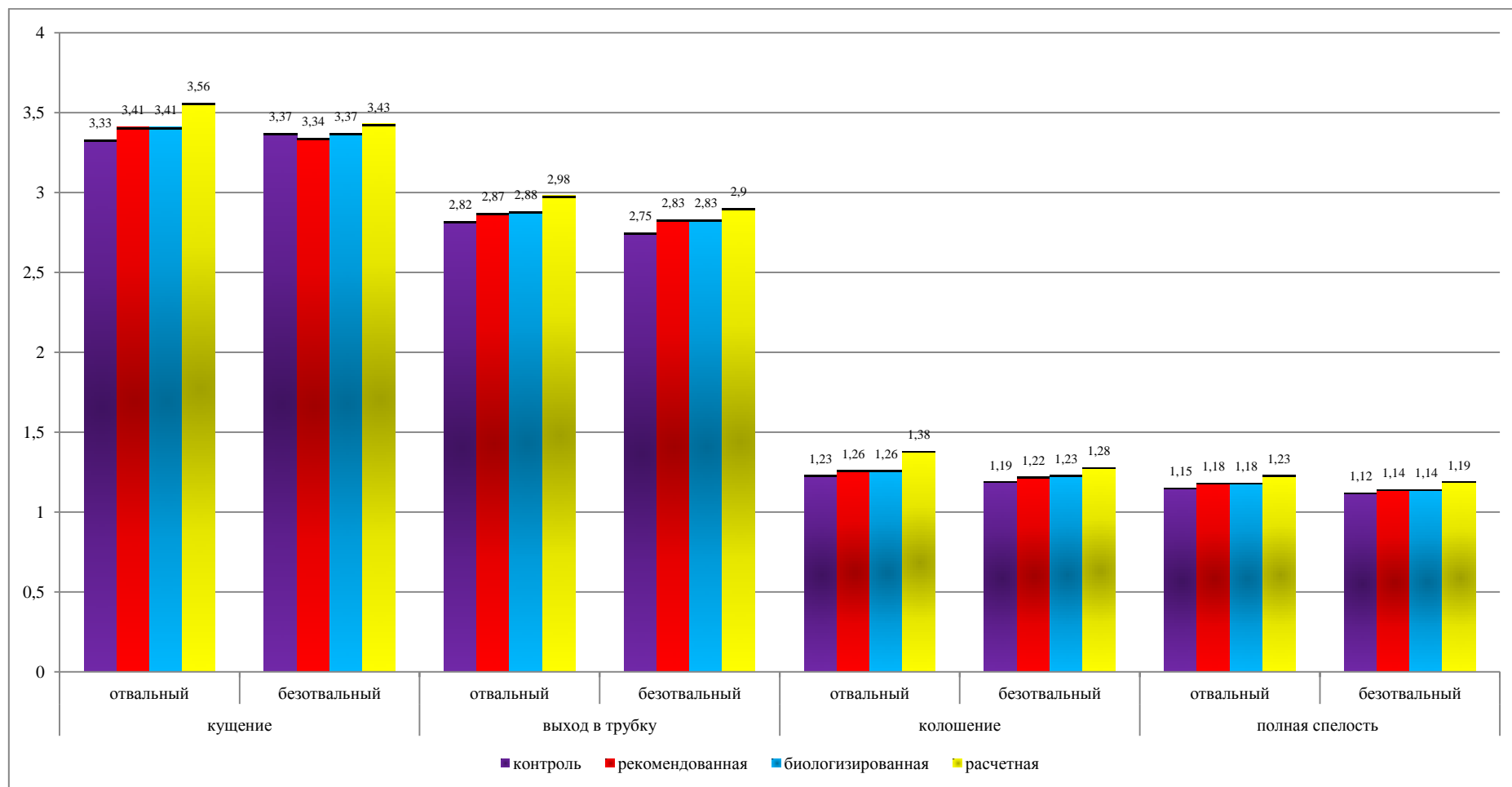
Наибольшее содержание калия в растениях в среднем по опыту отмечалось в фазу кущения – 3,39 %, затем фиксировалось плавное снижение его концентрации с достижением минимальных значений перед уборкой – 1,17 %.

В фазу кущения мы отмечали максимальный уровень содержания рассматриваемого элемента питания, который был существенно выше, чем в фазу выход в трубку на 0,53 % и достоверно выше по сравнению со значениями в фазы колошения и полной спелости на 2,13 % и 2,22 % соответственно.

На вариантах с применением отвального способа обработки почвы все изучаемые системы удобрений увеличивали содержание калия в растениях озимого ячменя и разница по сравнению с контролем составила: в фазу кущения – 0,08- 0,23 %; в фазу выход в трубку – 0,05- 0,17 %; в фазу колошения – 0,03- 0,15%; в фазу полной спелости озимого ячменя – 0,03- 0,08 %.

На вариантах с применением безотвального способа обработки почвы так же отмечалось увеличение содержания калия в растениях по сравнению с естественным агрохимическим фоном, и разница составила: в фазу кущения

Рисунок 5 - Динамика содержания (%) калия в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.),



– 0,07- 0,16 %; в фазу выход в трубку – 0,08-0,23 %; в фазу колошение – 0,03- 0,09%; в фазу полной спелости культуры – 0,02-0,07 %.

Анализ взаимосвязи изучаемых факторов не позволил установить достоверное влияние систем удобрений в сочетании со способами обработки почвы на содержание калия в растениях в течение вегетации озимого ячменя, о чем косвенно свидетельствует НСР для частных различий по опыту. В тоже время на фоне отвального способа обработки почвы на динамику содержания калия в растениях озимого ячменя мы отмечаем устойчивое преимущество вариантов с внесением систем удобрений.

Таким образом, исследуемые системы питания повышали концентрацию калия в растениях озимого ячменя по сравнению с контролем, но достоверное увеличение обеспечивала только расчетная система удобрений (на 0,1 %). Отвальный способ обработки почвы несущественно увеличивал содержание калия в растениях культуры по сравнению с безотвальным способом обработки почвы.

Минимальная концентрация азота, фосфора и калия в растениях озимого ячменя фиксируется перед уборкой, при этом в течение вегетационного периода наблюдалось постепенное уменьшение элемента питания. Изучаемые системы удобрения положительно влияли на динамику содержания в растениях азота, фосфора и калия по сравнению с естественным агрохимическим фоном.

Содержание N, P₂O₅ и K₂O в растениях во все фазы развития озимого ячменя на удобренных фонах при применении отвального способа обработки оказалось выше по сравнению с показателями на безотвальном способе обработки почвы.

5. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

5.1. Формирование структуры урожая

Урожайность зерна озимого ячменя определяется рядом показателей элементов структуры урожая – продуктивной кустистостью, числом растений на единице площади, массой 1000 зерен, длиной и массой зерна одного колоса и т.д.

Применяемые системы удобрения, способы обработки почвы, технология возделывания озимого ячменя, распределение осадков относительно фаз вегетации и сроков уборки культуры, запасы продуктивной влаги и их использование для образования надземной части растений имеют важное значение при формировании параметров колоса, плотности стеблестоя, создании биомассы и других показателей структуры формирования урожая.

Количество продуктивных стеблей в опыте перед уборкой для озимого ячменя зависело от целого комплекса факторов: от способа обработки почвы, погодных условий, обеспеченности влагой, элементами минерального питания и т.д.

На всех способах обработки почвы изучаемые системы удобрения обеспечили положительное влияние на структурные показатели озимого ячменя по сравнению с контрольным вариантом.

Системы удобрения оказали определенное влияние на параметры структуры озимого ячменя. Применение систем удобрений способствовало увеличению по сравнению с контролем: количества растений – на 11-32 шт/м²; всего стеблей – на 58-101 шт/м²; количества стеблей с колосом – на 63-121 шт/м², массы 1000 зерен – на 0,75-1,65 г/м² (таблица 11, приложение 15-18).

В среднем по опыту применение отвального способа обработки почвы увеличивало структурные показатели озимого ячменя и разница с безотваль-

ным способом обработка почвы составила: количество растений и общее число стеблей – 13 и 34 шт/м² соответственно; количество стеблей с колосом – 19 шт/м²; масса 1000 зерен – 0,5 г/м²; масса зерна – 0,06 г (таблица 12).

Применение расчетной системы удобрения способствовало получению максимального увеличения показателей по отношению к контролю, разница составила: число растений – 32-33 шт/м², всего стеблей – 83-118 шт/м², количество стеблей с колосом – 114-127 шт/м², длина колоса – 0,6-0,7 см, масса зерна – 0,12-0,15 г, масса 1000 зерен – 1,6-1,7 г. Применение биологизированной и рекомендованной системы удобрения увеличивали структурные показатели озимого ячменя по сравнению с контролем: количество растений – на 10-22 шт/м², число стеблей – на 22-74 шт/м², количество стеблей с колосом – на 16-63 шт/м², длина колоса – на 0,2-0,5 см, масса 1000 зерен – на 0,7-1,1 г, масса зерна – на 0,06-0,12 г.

Все изучаемые системы удобрения на фоне применения отвального способа обработки почвы положительно повлияли на формирование структурных параметров озимого ячменя, и разница с контрольным вариантом составила: количество растений и число стеблей – 10-32 и 92-118 шт/м² соответственно, всего стеблей с колосом – 39-114 шт/м², общая кустистость – 0,2-0,3, длина колоса – 0,2-0,6 см., масса зерна – 0,07-0,15 г, масса 1000 зерен – 0,8-1,7 г.

На варианте с применением безотвального способа обработки почвы исследуемые системы удобрения также обеспечили положительное влияние на показатели структуры урожая озимого ячменя по отношению к контролю и разница составила: число растений – 13-33 шт/м², количество стеблей – 43-83 шт/м², всего стеблей с колосом – 86-127 шт/м², длина колоса – 0,3-0,7 см, масса зерна – 0,06-0,12 г, масса 1000 зерен – 0,7-1,6 г.

Таблица 11- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на формирование параметров структуры урожая озимого ячменя, (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Количество шт/м ²			Кустистость		Колос		Масса 1000 зёрен, г
		растений	стеблей		общая	продуктивная	длина, см	масса зерна, г	
			всего	с колосом					
Контроль (без удобрения)	отвальный	213	521	463	2,4	2,2	5,5	0,83	36,9
	безотвальный	198	509	426	2,6	2,2	5,3	0,80	36,5
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	231	595	502	2,6	2,2	5,9	0,95	37,7
	безотвальный	220	552	512	2,5	2,3	5,8	0,86	37,2
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	223	613	537	2,7	2,4	5,7	0,90	38,0
	безотвальный	211	581	515	2,8	2,4	5,6	0,89	37,3
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	245	639	577	2,6	2,4	6,1	0,98	38,6
	безотвальный	231	592	553	2,6	2,4	6,0	0,92	38,1
НСР ₀₅ =		23	32	26	-	-	0,32	0,06	1,0

Среди всех изучаемых системах удобрения наибольшие значения структурных параметров урожая озимого ячменя были отмечены на вариантах с использованием отвального способа обработки почвы.

Таким образом, изучаемые системы удобрения вне зависимости от применяемых способов обработки почвы положительно повлияли на формирование структурных параметров озимого ячменя относительно контрольного варианта. Внесение под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ обеспечило максимальное увеличение показателей по отношению к контролю, разница составила: число растений – 32-33шт/м², количество стеблей – 83-118 шт/м², всего стеблей с колосом – 114-127 шт/м², длина колоса – 0,6-0,7 см, масса зерна – 0,12-0,15 г, масса 1000 зерен – 1,6-1,7 г. Биологизированная и рекомендованная системы удобрений увеличивали структурные показатели озимого ячменя относительно контрольного варианта, но уступали расчетной системе удобрений.

5.2. Урожайность зерна

Урожайность является важнейшим критерием при оценке применяемых агроприемов. Уровень урожайности сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов: почвенных, климатических, технологических и других. Наиболее регулируемы являются агрохимические показатели плодородия почвы на фоне различных способов ее обработки при возделывании озимого ячменя.

Управление формированием урожая является сложной задачей, поскольку растения в составе ценоза, изменяющиеся в течение вегетационного периода, взаимодействуют с другими сложными системами – возбудителями болезней, микроорганизмами почвы, вредителями, сорняками. Многие факторы окружающей среды – температура, осадки и др. – почти невозможно контролировать

Урожай зависит главным образом от плодородия почвы. Урожайность

– это основной показатель, определяющий агротехническую эффективность того или иного приёма. Погодные условия в годы проведения опытов оказывали различное влияние на показатели линейного роста растений и структуру формирования урожая, на урожайность и качество зерна.

2004-2005 и 2015-2016 с.-х. года отмечались как самые благоприятные для формирования урожая озимого ячменя. 2005-2006 и 2016-2017 с.-х. года характеризовались как удовлетворительные для роста и развития растений озимого ячменя, что и отразилось на урожайности культуры. 2006-2007 с.-х. год по климатическим условиям оказался самым неблагоприятным для роста и развития озимого ячменя и в этот год отмечалась самая низкая урожайность культуры.

В благоприятном по увлажнению 2004/2005 с.-х. году изучаемые системы удобрения достоверно увеличивали урожайность озимого ячменя относительно контроля при применении отвального способа обработки почвы на 21-27 %, и еще более эффективно на фоне безотвального способа – на 29-39 %. Наибольшая урожайность озимого ячменя при заделке основного удобрения плугом была получена с внесением под культуру $N_{124}P_{89}K_{32}$ – 5,55 т/га, что превышало контрольный вариант на 1,13 т/га. Максимальная урожайность на вариантах с безотвальным способом обработки почвы была получена на биологизированной системе удобрения – 5,19 т/га. В зависимости от выбора системы удобрения урожайность культуры на отвальном способе обработки почвы оказалась на 2-16 % больше относительно показателей на безотвальном способе обработки почвы (таблица 12).

В удовлетворительном по условиям увлажнения 2005/2006 с.-х. году сравниваемые системы удобрения способствовали увеличению урожайности культуры и по отношению к контролю на 21-47 % на отвальном способе, и на 29-60 % при безотвальном способе обработки почвы. Максимальный уровень урожайности обеспечила расчетная система удобрений на всех способах обработки, который составил 5,14 и 5,10 т/га. Нами отмечается незначительное преимущество отвального способа обработки.

Таблица 12 - Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на урожайность озимого ячменя, (2005-007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обра- ботки почвы, В	Урожайность, т/га					Средняя урожай- ность, т/га
		2005	2006	2007	2016	2017	
Контроль (без удобрения)	отвальный	4,36	3,49	3,23	3,6	3,39	3,61
	безотвальный	3,73	3,19	3,02	3,4	3,07	3,28
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	5,31	4,24	4,03	4,75	4,27	4,52
	безотвальный	4,89	4,1	3,94	4,34	4,05	4,26
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	5,28	4,73	4,62	4,57	4,29	4,70
	безотвальный	5,19	4,27	4,04	4,23	3,96	4,34
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	5,55	5,14	4,83	6,12	5,89	5,51
	безотвальный	4,8	5,1	4,67	5,98	5,48	5,21
НСР _{0,5} , =		0,44	0,35	0,30	0,40	0,43	

В 2007 году была получена самая низкая урожайность озимого ячменя за период всех исследований. Тем не менее, сохраняются зависимости, установленные ранее: системы удобрений увеличивают урожайность озимого ячменя относительно контроля на 25-50 % на отвальном способе и на 30-55 % на безотвальном способе обработки почвы. Наибольшая урожайность культуры была получена при внесении $N_{124}P_{89}K_{32}$, что в зависимости от способа обработки почвы составило 4,83 и 4,67 т/га.

В 2016 году наблюдалось преимущество отвального способа обработки над безотвальным и разница урожайности озимого ячменя в зависимости от фона питания была в пределах 0,2-0,41 т/га. Изучаемые системы удобрений обеспечивали большую урожайность культуры, разница относительно контроля составила в зависимости от обработок 0,93-2,52 и 0,83- 2,58 т/га. В изучаемом году использование расчетной системы удобрений позволило получить максимальную урожайность озимого ячменя – 6,12 и 5,98 т/га соответственно отвальной и безотвальной способам обработки почвы.

В 2017 году отмечаем те же зависимости, что и в предшествующие годы. Системы удобрений обеспечили прибавку 26-74 % на отвальном способе и 29-79 % – на безотвальном способе обработки почвы. Расчетная система удобрений обеспечила планируемый уровень (5,5 т/га) урожайности озимого ячменя на обоих способах обработки почвы.

Максимальная урожайность по всем исследуемым годам отмечалась на варианте с внесением $N_{124}P_{89}K_{32}$, что существенно увеличивало урожайность культуры как по сравнению с контролем, так и по отношению к рекомендованной и биологизированной системам удобрения.

В среднем по опыту применение отвального способа обработки почвы значительно увеличивало урожайность озимого ячменя и обеспечивало разницу относительно безотвального способа обработки почвы 0,31 т/га. Если рассматривать влияние способов обработки почвы по годам, то применение отвального способа обработки почвы увеличивало урожайность в 2005 году на 0,48 т/га; в 2006 году – на 0,23 т/га; в 2007 году – на 0,26 т/га; в 2016 году –

на 0,27 т/га; в 2017 году – на 0,32 т/га.

В среднем по опыту применяемые системы удобрения достоверно увеличивали урожайность озимого ячменя относительно контрольного варианта на 0,94-1,91 т/га. Максимальную урожайность обеспечивала расчетная система удобрения, и разница с контролем составила 1,91 т/га. Использование рекомендованной и биологизированной систем удобрения так же существенно увеличивало урожайность на 0,94 -1,07 т/га озимого ячменя по сравнению с контролем (таблица 13).

Таблица 13- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на урожайность (т/га) озимого ячменя (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Обработка почвы, В		А, НСР т/га = 0,27
	Отвальный способ обработки почвы	Безотвальный способ обработки почвы	
Контроль (без удобрения)	3,61	3,28	3,45
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	4,52	4,26	4,39
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	4,70	4,34	4,52
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	5,51	5,21	5,36
В, НСР т/га =0,28	4,59	4,27	НСР, т/га = 0,50

В среднем по опыту применение отвального способа обработки почвы существенно увеличивало урожайность культуры по отношению к безотвальному способу обработки почвы на 0,32 т/га.

Следует отметить, что величина НСР частных различий показала на варианте с расчетной системой удобрения достоверное увеличение урожайности озимого ячменя, как с контролем, так и с внесением под культуру N₉₀P₈₀K₆₀ и N₈₀P₁₀ + солома 5,8 т/га. Разница при отвальном способе обработ-

ки почвы была в пределах 0,81-1,9 т/га; а на безотвальном способе обработки почвы – 0,87-1,93 т/га.

Таким образом, применяемые системы удобрения оказали значительное влияние на формирование урожайности озимого ячменя и разница относительно контрольного варианта составила: на безотвальном способе – 0,98-1,93 т/га, на отвальном способе обработки почвы – 0,91-1,9 т/га. Использование отвального способа обработки почвы способствовало достоверному увеличению урожайности озимого ячменя на 0,32 т/га по отношению к безотвальному способу обработки почвы. В среднем за пять лет планируемый уровень урожайности озимого ячменя – 5,5 т/га был получен при внесении под культуру $N_{124}P_{89}K_{32}$ на фоне отвального способа обработки почвы.

5.3. Качество зерна

Качественные показатели урожая сельскохозяйственных культур тесно взаимосвязаны с биохимическим составом растений: содержанием углеводов, белков, жиров, витаминов и минеральных веществ. Кроме того, эти показатели урожая определяются специфическим для всех культур совокупностью характеристик, которые включают товарные, питательные, технологические и гигиенические свойства.

Изучаемые системы удобрения положительно повлияли на анализируемые показатели качества зерна озимого ячменя. Неблагоприятные погодные условия, складывающиеся в период налива зерна, негативно повлияли на качество зерна культуры. Преимущественно благоприятные условия для формирования зерна озимого ячменя высокого качества были отмечены в 2004-2005; 2005-2006 и 2006-2007 сельскохозяйственных годах, а большое количество осадков в период уборки урожая в 2015-2016; 2016-2017 годах стали причиной снижения содержания белка в зерне. В связи с этим, содержание всех показателей качества зерна в среднем по всем вариантам опыта в 2005-2006 году превышало данные в остальные годы наблюдений (приложение 20, 21).

В среднем по опыту применение систем удобрений существенно влияли на содержание белка в зерне озимого ячменя, разница с контролем составила: на отвальном способе обработки почвы – 0,5-1,1 %; на безотвальном способе – 0,6-1,1 % (таблица 14).

Максимальные показатели белка обеспечивала расчетная система удобрений, что существенно на 1,1 % выше значений контроля. Применение под культуру $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га способствовало увеличению содержания белка в зерне озимого ячменя относительно контрольного варианта на 0,5-0,7 %, но было существенно меньше данных при внесении под культуру $N_{90}P_{80}K_{60}$.

Таблица 14 - Технологические качества зерна озимого ячменя в зависимости от применяемых систем удобрений и способов обработки почвы, (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы	Белок, %	Жир, %	Зола, %	Крахмал, %	Натура, г/л
Контроль (без удобрения)	отвальный	13,3	2,73	2,79	44,8	625
	безотвальный	13,0	2,71	2,77	44,5	621
Рекомендованная ($N_{90}P_{80}K_{60}$)	отвальный	13,8	2,85	2,86	46,6	647
	безотвальный	13,6	2,83	2,85	46,3	642
Биологизированная ($N_{80}P_{10}$ +солома 5,8 т/га)	отвальный	14,0	3,06	2,93	46,4	664
	безотвальный	13,7	3,03	2,91	46,1	651
Расчетная ($N_{124}P_{89}K_{32}$)	отвальный	14,6	3,17	3,09	47,5	675
	безотвальный	14,1	3,12	3,05	46,9	671
НСР =		0,51	0,15	0,45	1,6	32

Применение отвального способа обработки почвы несущественно на 0,2-0,5 % увеличивало содержание белка в зерне озимого ячменя относительно безотвального способа обработки почвы

При использовании систем удобрений отмечалось определенное изменение содержания жира в зерне озимого ячменя, и разница с контролем составила: на отвальном способе обработки почвы – 0,12-0,44 %; на безотваль-

ном способе обработке почвы – 0,12-0,41 %.

Максимальные показатели жира в зерне получили при внесении $N_{90}P_{80}K_{60}$, что было достоверно выше значений контроля на 0,43 %, а минимальные показатели жира отмечались на контрольном варианте (2,72 %).

В среднем по опыту применение отвального способа обработки почвы несущественно увеличивало содержание жира в зерне культуры относительно безотвального способа обработки почвы.

На содержание золы в растениях озимого ячменя системы удобрения оказали незначительное влияние, разница с контролем составила: на отвальном способе обработки почвы – 0,07-0,3 %; на безотвальном способе обработке почвы – 0,08-0,28 %.

Максимальные показатели золы в зерне озимого ячменя обеспечивала расчетная система удобрений, что несущественно выше значений контроля на 0,29%. Применение отвального способа обработки почвы способствовало несущественному увеличению количества золы в зерне озимого ячменя по сравнению с безотвальным способом обработки почвы.

Применяемые системы удобрения на варианте с использованием отвального способа обработки почвы обеспечили увеличение содержания золы в зерне озимого ячменя относительно данных контрольного варианта на 0,07-0,30%, а значения при внесении под культуру $N_{124}P_{89}K_{32}$ превышали показатели остальных вариантов опыта на 0,16-0,23 %.

Системы удобрения существенно влияли на количество крахмала в зерне озимого ячменя, и разница с контролем составила: на отвальном способе обработки почвы – 1,6-2,7 %; на безотвальном способе обработке почвы – 1,6-2,4 %.

Максимальные показатели крахмала в зерне обеспечивала расчетная система удобрений, что существенно выше значений контроля на 2,55 %. При внесении под озимый ячмень $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{80}P_{10}$ + солома 5,8 т/га содержание крахмала в зерне озимого ячменя увеличивалось по отношению к контролю на 1,6-1,8 %, но было меньше на 0,75-0,95 % показателей при исполь-

зовании $N_{124}P_{89}K_{32}$.

Применение отвального способа обработки почвы несущественно на 0,38% увеличивало содержание крахмала в зерне озимого ячменя относительно безотвального способа обработки почвы.

Системы удобрения меньше всего влияли на содержание натуры зерна озимого ячменя, и разница с контролем составила: на отвальном способе обработки почвы – 22-50 г/л; на безотвальном способе обработке почвы – 21-50 г/л.

Максимальные показатели натуры зерна обеспечивала расчетная система удобрений, что существенно на 50 г/л выше значений контроля. Внесение под культуры $N_{90}P_{80}K_{60}$ и $N_{80}P_{10}$ + солома 8,63 т/га увеличивало натуру зерна озимого ячменя относительно контроля на 21-34 г/л, но было достоверно меньше показателей при использовании $N_{124}P_{89}K_{32}$. Применение отвального способа обработки почвы несущественно на 7 г/л увеличивало натуру зерна озимого ячменя по отношению к безотвальному способу обработки почвы.

На всех изучаемых системах удобрения наибольшее содержание жира, золы и крахмала было получено на вариантах с применением отвального способа обработки почвы относительно безотвального способа обработки почвы.

Таким образом, изучаемые в опыте системы удобрений положительно влияли на формирование качественных показателей зерна озимого ячменя. На удобренных вариантах относительно контрольного варианта увеличивалось содержание: белка – на 0,5-1,3 %; жира – на 0,12-0,44 %; крахмала – на 1,8-2,7 %; золы – на 0,07-0,30 % и натура зерна – на 22-50 г/л. Максимальные параметры качества зерна озимого ячменя обеспечила расчётная система удобрений, которые достоверно превосходили показатели контроля. Максимальные значения показателей качества зерна озимого ячменя были отмечены на вариантах с использованием отвального способа обработки почвы.

6. РАСЧЁТ ВЫНОСА И БАЛАНСА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Баланс питательных веществ в системе почвы - растение - удобрение является частью общего процесса взаимодействия питательных веществ и относится к малому биологическому циклу. Баланс рассчитывается путем сравнения количества питательных веществ, поступающих в почву, с их расходами на растениеводство и непроизводительными потерями. (Есаулко А. Н., 2006).

Данные по выносу питательных веществ по культурам составляют основу для расчета оптимальных норм и доз минеральных удобрений. Согласно литературным данным, вынос основных питательных веществ с урожаем, может варьироваться в зависимости от условий выращивания (Смирнов С.П., Муравин Э.А., 1991; Шеуджен А. Х., 2006;).

В результате проведенных исследований было установлено, что вынос азота, фосфора и калия возрастал вследствие увеличения урожайности озимого ячменя в зависимости от насыщенности систем удобрения.

Максимальный вынос элементов питания в опыте наблюдался на расчетной системе удобрения на отвальном способе обработки почвы.

Баланс представляет собой математическое выражение круговорота питательных веществ в севообороте. Это определяется как разница между приходом в почву питательных веществ с удобрениями и их расходом урожая. Интенсивность баланса показывает степень возврата питательных веществ (таблица 15).

Более высокая продуктивность озимого ячменя, полученная на различных системах удобрения, способствовала увеличению выноса элементов минерального питания, относительно естественного агрохимического фона (контроля), при отвальном способе обработки почвы на 25,2-52,6% и при безотвальном способе обработки почвы на 29,9-58,8%.

Таблица 15- Влияние систем удобрения и способов обработки почвы на вынос элементов питания с урожаем озимого ячменя

Статьи баланса	Элементы питания	Контроль		Рекомендованная		Биологизированная		Расчетная	
		отвальный	безотвальный	отвальный	безотвальный	отвальный	безотвальный	отвальный	безотвальный
Вынос элементов питания, кг/га	N	104,7	95,1	131,1	123,5	136,3	125,9	159,8	151,1
	P ₂ O ₅	39,7	36,1	49,7	46,9	51,7	47,7	60,6	57,3
	K ₂ O	68,6	62,3	85,9	80,9	89,3	82,5	104,7	99,0
Приход, кг/га	N	0	0	90	90	118,7	118,7	124	124
	P ₂ O ₅	0	0	80	80	27,2	27,2	89	89
	K ₂ O	0	0	30	30	77,4	77,4	32	32
Баланс, ± кг/га	N	-104,7	-95,1	-41,1	-33,5	-30,2	-7,2	-35,8	-27,1
	P ₂ O ₅	-39,7	-36,1	30,3	33,1	-30,1	-20,5	28,4	31,7
	K ₂ O	-68,6	-62,3	-55,9	-50,9	-37,1	-5,1	-72,7	-67,0
Интенсивность, %	N	0	0	68,7	72,9	77,8	94,3	77,6	82,1
	P ₂ O ₅	0	0	160,9	170,7	41,8	57,0	146,8	155,3
	K ₂ O	0	0	34,9	37,1	58,5	93,9	30,6	32,3

Наибольший вынос элементов питания отмечается на расчетной системе удобрения и в зависимости от обработки почвы превышает показатели неудобренного варианта на 52,6 – 58,8%.

Баланс по азоту и калию на всех изучаемых системах удобрения получен отрицательный. Отрицательный баланс по фосфору получен на контрольном варианте, и на варианте с биологизированной системой удобрения. Положительный баланс по фосфору отмечается на рекомендованной и расчетной системах удобрения.

Расчет интенсивности баланса показал, что оптимальная его величина, не зависимо от обработки почвы, по азоту фосфору и калию соответствует на биологизированной системе удобрения, показатели интенсивности баланса на расчетной системе удобрения (за исключением фосфора) следует признать удовлетворительными

7. ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В СВЯЗИ С ИЗУЧАЕМЫМИ ФАКТОРАМИ

Эффективное применение минеральных и органических удобрений и повышение их использования при выращивании озимого ячменя на зерно считается важнейшим фактором ресурсосбережения сельскохозяйственного производства.

Экономическая эффективность возделывания культуры в зависимости от изучаемых приемов рассчитывалась на основании данных технологических карт, через систему показателей, которые включали: урожайность зерна озимого ячменя (т/га), денежную выручку (руб. с 1 га), затраты труда на один гектар и на одну тонну, себестоимость 1 т, прибыль и уровень рентабельности (%).

Сравниваемые в опыте системы удобрения в севообороте, дозы удобрений внесенных непосредственно под культуру на фоне отвальной и безотвальной обработки почвы оказали определенное влияние на показатели пищевого режима чернозема выщелоченного, урожайность и качество зерна озимого ячменя. Итогом внедрения любой рекомендации в производство является проведение не только агротехнической оценки полученных данных, но и расчет основных показателей экономической эффективности, которые подтвердят или опровергнут оправданность затрат и выгодность использования рекомендуемых приемов, технологий (таблица 16).

Такие элементы технологии как правильный выбор предшественника в севообороте, определение агрохимических показателей почвенного плодородия, выбор оптимального способа обработки почвы, оптимизация питания озимого ячменя через внесение удобрений с учетом биологических особенностей культуры позволят предприятиям различных форм собственности получать стабильные урожаи всех сельскохозяйственных культур, в том числе и озимого ячменя.

Таблица 16 – Экономическая эффективность производства зерна озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы, (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Показатели	Отвальный способ обработки почвы				Безотвальный способ обработки почвы			
	Контроль	Рекомендованная	Биологизированная	Расчетная	Контроль	Рекомендованная	Биологизированная	Расчетная
Урожайность, т/га	3,61	4,52	4,7	5,51	3,28	4,26	4,34	5,21
денежная выручка с 1 га, руб	30685	38420	39950	46835	27880	36210	36890	44285
затраты труда на 1 га, час	10,8	12,5	11,9	13	10,2	11,9	11,3	12,5
затраты труда на 1 т, час	3,0	2,76	2,53	2,34	3,11	2,791	2,601	2,34
производственные затраты на 1 га, руб	20420	27210	24462	28046	19452	26010	23112	26851
себестоимость 1 т, руб	5656	6020	5205	5090	5930	6105	5325	5154
прибыль на 1 га, руб	10265	11210	15488	18789	8428	10200	13778	17434
уровень рентабельности, %	50	41	63	67	43	39	60	65

Проведенный анализ урожайных данных показал, что внесение непосредственно под культуру расчетной дозы минеральных удобрений способствовало получению достоверной прибавки урожайности озимого ячменя по сравнению со всеми фонами питания на контроле, рекомендованной и биологизированной системами удобрения.

Максимальная урожайность культуры 5,51 т/га, которая соответствовала планируемому уровню (5,5 т/га), была получена на отвальном способе обработки почвы с непосредственным внесением под озимый ячмень $N_{124}P_{89}K_{32}$ в расчетной системы удобрения севооборота, что выше контроля на 1,9 т/га.

Изучаемые системы удобрения оказали различное влияние на показатели экономической эффективности.

Как видно из данных приведенных в таблице №№, на вариантах с обработкой почвы плугом системы удобрения по сравнению с контрольным вариантом увеличивали: урожайность – на 25 – 53%, денежную выручку – на 7735-16150 рублей. В связи с применяемыми дозами минеральных удобрений, внесённых непосредственно под озимый ячмень относительно контроля, увеличивались затраты труда на 1 га – на 10-20%, производственные затраты – на 20-37%. Себестоимость 1 т продукции по сравнению с контролем на вариантах с биологизированной и расчетной системами удобрения уменьшилась на 451 – 566 руб., а на варианте с рекомендованной системой удобрения себестоимость 1 т увеличилась – на 364 руб.

Сравниваемые системы удобрения относительно контрольного варианта (без удобрений) увеличивали прибыль на 945 – 8524 руб. На биологизированной и расчетной системе удобрения уровень рентабельности по сравнению с контролем увеличивался – на 13 – 17%, а на варианте с применением рекомендованной системы удобрения уровень рентабельности снижался – на 9%.

На вариантах с обработкой почвы плоскорезом на глубину 20-22 см сравниваемые системы удобрения по сравнению с неудобренным вариантом

увеличивали урожайность – на 30 – 59%, денежную выручку – на 8330-16405 рублей. Так же как и на варианте с обработкой почвы плугом увеличивались затраты труда на 1 га – на 11-23%, производственные затраты – на 19-38%. Себестоимость 1 т продукции по сравнению с контролем на вариантах с биологизированной и расчетной системами удобрения уменьшилась на 605 – 776 руб., а на варианте с рекомендованной системой удобрения себестоимость 1 т увеличилась – на 175 руб.

Изучаемые системы удобрения относительно контроля увеличивали прибыли на 1772 – 9006 руб. На биологизированной и расчетной системе удобрения уровень рентабельности по сравнению с контролем увеличивался – на 17 – 22%, а на варианте с применением рекомендованной системы удобрения уровень рентабельности снижался – на 4%.

Самый высокий уровень рентабельности отмечался на отвальном способе обработки почвы с применением расчетной системы удобрения и составил 67%, а на варианте с применением безотвального способа обработки почвы уровень рентабельности составил 65%.

Прибыль на 1 га при применении расчетной системы удобрения на изучаемых способах обработки почвы по сравнению с контролем составила 8524 и 9006 рублей.

Биологизированная система удобрений, не смотря на существенно меньший уровень полученной урожайности, обеспечила одинаковый уровень рентабельности производства с расчетной системой удобрений и может быть рекомендована для применения под озимый ячмень при определенных условиях.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что внесение непосредственно под культуру $N_{124}P_{89}K_{32}$ на расчетной системы удобрения в зависимости от способа обработки почвы по сравнению с контролем увеличивало прибыль с 1 га на 8524 и 9006 рублей, а уровень рентабельности на 17-22%.

Несмотря на снижение урожайности озимого ячменя при внесении непосредственно под культуру органических (солома 8,6) и минеральных ($N_{40} + N_{10}P_{10} + N_{30}$) на биологизированной системе удобрения за счет ресурсосбережения уровень рентабельности производства зерна оказался сопоставимым с показателями расчетной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа пятилетних опытов и результатов исследований проведенных в условиях опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета на черноземе выщелоченном, по отзывчивости озимого ячменя на системы удобрения, построенные на различных принципах, на фоне изучаемых способах основной обработки почвы, нами сделано следующее заключение.

Определяющее значение на рН почвенного раствора оказала обеспеченность рекомендованной, биологизированной и расчетной систем минеральными и органическими удобрениями. Такие системы в опыте как, рекомендованная и расчетная, с наибольшей насыщенностью минеральными удобрениями способствовали повышению кислотности среды на 0,21-0,35 ед. в период весеннего кущения - колошения как относительно контрольного варианта, так и биологизированной системы, характеризующейся наименьшей обеспеченностью минеральными удобрениями и наибольшим количеством органических удобрений, в 0-20 см слое почвы. Тем самым, биологизированная способствовала повышению буферности почвы, в период роста и развития озимого ячменя, водородный показатель с данного варианта 5,98 ед., что соответствует значениям с контрольного варианта. Достоверного влияния на рН 0-20 см слоя чернозема выщелоченного безотвальный и поверхностный способы основной обработки не оказывали.

Применение $N_{90}P_{80}K_{60}$; $N_{80}P_{10}+5,8$ т/га соломы; $N_{124}P_{89}K_{32}$ на рекомендованной, биологизированной и расчетной системах удобрения соответственно обеспечило достоверную разницу по обеспеченности в пахотном 0-20 см и подпахотном 20-40 см слоях. Разница со значениями полученными со слоев 0-20 и 20-40 см контрольного варианта составила - 8,9-14,4 мг/кг и 3,5-9,4 мг/кг соответственно. Длительное применение биологизированной системы в севообороте ($N_{80}P_{10}+5,8$ т/га соломы), при условии минимальной насыщенности минеральными и максимальном применении органических

удобрений обеспечивает существенное превышение нитратного азота относительно рекомендованной системы на 2,3 мг/кг и 2,8 мг/кг, что говорит о повышении нитрификационной способности чернозема выщелоченного. Применение дозы $N_{124}P_{89}K_{32}$ под планируемую урожай озимого ячменя на расчетной системе удобрения обеспечивало достоверное увеличение нитратов не только относительно контроля, но и других систем удобрения на 2,3-3,2 и 2,8-3,1 мг/кг в зависимости от слоя почвы. Необходимо отметить, что применение вспашки, в условиях почв тяжелого гранулометрического состава, не зависимо от насыщенности систем питания минеральными и органическими удобрениями приводит к существенному повышению уровня нитратного азота на 0,9 мг/кг в 0-20 см слое почвы и на 0,8 мг/кг в слое 20-40 см, по сравнению с безотвальным способом.

Действие сравниваемых систем удобрения на обеспеченность пахотного слоя почвы доступными формами фосфора и калия аналогично влиянию на нитратный азот. Дозы удобрений $N_{90}P_{80}K_{60}$; $N_{80}P_{10}+5,8$ т/га соломы и $N_{124}P_{89}K_{32}$ существенно увеличивали рассматриваемые показатели на 2,1-7,4 мг/кг P_2O_5 и 4-21 мг/кг K_2O относительно естественного агрохимического фона (контроля). Четко прослеживается убывающий тренд обеспеченности 0-20 см слоя почвы подвижным фосфором и обменным калием на всех фонах питания с фиксацией нижних значений в уборочный период – фазу полной спелости озимого ячменя. Применение вспашки, как приема основной обработки почвы в севообороте способствует существенному повышению P_2O_5 на 0,9 мг/кг почвы 0-20 см слое, относительно безотвального способа, что объясняется дополнительным механическим перемешиванием вносимых удобрений на всем рассматриваемом почвенном профиле. При этом способы основной обработки почвы не оказывают существенного влияния на обеспеченность обменным калием.

Результаты, полученные в опыте, подтверждают ранее установленный факт, о снижении обеспеченности растений озимого ячменя основными элементами питания начиная с фазы кущения к фазе полной спелости. Примене-

ние дозы удобрения $N_{124}P_{89}K_{32}$ на расчетной системе способствовало существенному увеличению азота в растении на 0,27%, фосфора на 0,05%, калия на 0,1% в растениях озимого ячменя относительно значений полученных с контрольного варианта. Четко прослеживается зависимость по обеспеченности подвижным фосфором на отвальном способе обработки почвы, как почве, так и в растениях. Достоверное увеличение относительно безотвального способа составило 0,02%.

Структура урожайности и накопление сухой биомассы растений достоверно зависела от применяемых в опыте систем удобрения. Так применение в системе питания озимого ячменя $N_{90}P_{80}K_{60}$; $N_{80}P_{10}+5,8$ т/га соломы и $N_{124}P_{89}K_{32}$ позволило достоверно сформировать сухой биомассы на 28-112 г/м² больше, чем у растений с контрольных вариантов. Вариант с насыщенностью $N_{124}P_{89}K_{32}$ (расчетная система) характеризуется наилучшими совокупными показателями структуры урожая. Вспашка, как прием основной обработки, изучаемый в опыте обеспечил достоверное увеличение показателя сухой биомассы относительно безотвального способа на - 64 г/м².

Применение систем удобрения способствовало достоверному увеличению продуктивности культуры на 0,94-1,91 т/га, относительно контроля. Оптимизация условий питания способствует повышению органических соединений в зерне ячменя. Так, отмечается увеличение белковых веществ в эндосперме зерна на удобренных вариантах от 0,5 до 1,3%; углеводов от 1,8 до 2,7%, жира от 0,12 до 0,44%; зольных элементов от 0,07 до 0,30%. Все это позволяет получить выполненное, высоконатурное зерно за счет более полного процесса синтеза веществ на вариантах изучаемых систем удобрения, сравнительная разница относительно значений с контрольных вариантов составляет от 22 до 50 г/л. Применение в качестве дозы удобрения $N_{124}P_{89}K_{32}$ – вариант соответствующий расчетной системе, способствует формированию в опыте наибольшей урожайности, а зерно характеризуется наилучшими качественными показателями. Выращивание культуры по системе полупаровой обработки, с применением в качестве основной обработки – вспашки, спо-

способствует формированию лучших количественных и качественных показателей, относительно безотвального способа.

Изучаемые в опыте системы удобрения озимого на обоих способах основной обработки почвы обеспечивали увеличение экономических результатов. Лучшими показателями результативности экономической системы характеризуется вариант с дозой $N_{124}P_{89}K_{32}$ соответствующий расчетной системы удобрения. Применение в качестве способа основной обработки почвы – вспашки, формирует лучшие обобщающие характеристики экономической эффективности и превосходил результаты полученные с вариантов на безотвальном способе. Так, самый высокий показатель относительной эффективности (рентабельности) отмечался на отвальном способе с применением $N_{124}P_{89}K_{32}$ и соответствует - 67%, соответственно на варианте с применением безотвального способа рассматриваемый показатель - 65%, расчет прибыли на один гектар относительно контроля составляет 8524 и 9006 рублей .

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для получения урожайности озимого ячменя в пределах 5,0-5,5 т/га на черноземе выщелоченном после предшественника озимая пшеница рекомендуется расчетная система удобрения в сочетании с отвальным и безотвальным способами обработки почвы.

2. В целях сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, получения урожайности зерна озимого ячменя в пределах 4,34–4,7 т/га и максимального экономического эффекта рекомендуется биологизированная система удобрения.

Список литературы

1. Агеев, В. В. Агрехимия (Южно-Российский аспект) : учебник для студентов вузов. – Т. 1 / В. В. Агеев, А. И. Подколзин; Под. ред. В. В. Агеева. – Ставрополь : Ставропольский ГАУ, 2005. – 488 с.
2. Агеев, В. В. Корневое питание сельскохозяйственных культур / В. В. Агеев; – Ставроп. ГСХА. – Ставрополь, 1996. – 134 с.
3. Агеев, В. В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на Юге России : учебное пособие / В. В. Агеев, А. П. Чернов, А. П. Куйдан, В.И. Демкин, П. И. Махуков, А. И. Подколзин, А. Н. Есаулко, М. А. Кузенная, М. В. Литвиненко ; под редакцией проф. Агеева. – Ставроп. ГСХА, 1999. – 113 с.
4. Агеев, В. В. Системы удобрения в севооборотах юга России / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – Ставрополь : ГОУ Ставропольская ГСХА, 2001. – 352 с.
5. Агрехимия / под редакцией Б. А. Ягодина. – М. : Колос, 2002. – 584 с.
6. Адиньяев, Э. Д. Влияние гербицидов и удобрений на засоренность и урожайность различных сортов озимого ячменя на выщелоченных черноземах РСО–Алания / Э. Д. Адиньяев, М. В. Цопанова, И. Р. Багаев // Вестник Горского ГАУ. – №3, 2015. – С. 33 – 35.
7. Артюшин, А. М. Краткий справочник по удобрениям / А. М. Артюшин, Л. М. Державин. – М. : Колос, 1984, 2-е изд., перераб. и доп. – 208 с.
8. Бельтюков, Л. П. Предшественники и водный режим почвы / Л. П. Бельтюков, Г. Н. Янковский, Н. Н. Скляр // Сельские зори. – 1987. – № 10. С. 12.
9. Бельтюков, Л. П. Применение удобрений, сроки и способы уборки озимого ячменя: монография. / Л. П. Бельтюков, С. А. Чепец, Е. С. Чепец. – Ростов на Дону – 2015. – 183.
10. Бельтюков, Л. П. Сорт, технология, урожай : учеб. пособие / Л. П.

Бельтюков. – Ростов на Дону : ЗАО «Книга», 2002. – 176 с.

11. Бельтюков, Л. П. Элементы агротехники новых сортов озимого ячменя / Л. П. Бельтюков, С. А. Чепец // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 46.

12. Беляков, И. И. Современная технология возделывания ячменя / И. И. Беляков. – М. : Агропромиздат, 1986. – 52 с.

13. Беляков, И. И. Технология выращивания ячменя / И. И. Беляков. – М. : Агропромиздат, 1985. – 214 с.

14. Беляков, И. И. Ячмень в интенсивном земледелии / И. И. Беляков. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 130 с.

15. Биологизация систем удобрений – как путь совершенствования систем земледелия / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, О. Ю. Лобанкова, и др. // материалы Международной научно-практической конференции Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика : – Ставрополь, 2013. – С. 87 – 89.

16. Борин, А. А. Обработка почвы и сорняки / А. А. Борин, А. Э. Лощина // Защита и карантин растений. – 2016. – № 7. – С. 36– 38.

17. Борин, А. А. Обработка почвы и урожайность культур севооборота / А. А. Борин, А. Э. Лощина // Владимирский земледелец. – 2016. – № 1 (75). – С. 51– 55.

18. Борин, А.А. Обработка почвы в севообороте / А. А. Борин, О. А. Коровина, А. Э. Лощина // Земледелие. – 2013, № 2. – С. 20– 22.

19. Борищук, Р. В. Влияние способов обработки почвы и доз азотных удобрений на структурные показатели урожая ячменя озимого в орошаемых условиях / Р. В. Борищук, С. О. Лавренко // Проблемы современной науки. – 2012. – № 6. – С. 113– 119.

20. Борищук, Р. В. Эффективность использования ФАР растениями ячменя озимого в зависимости от способов обработки почвы и доз азотных удобрений / Р. В. Борищук, С. О. Лавренко // Апробация. – 2013. – № 3 (6). – С. 26– 28.

21. Бровкина, Т. Я. Продуктивность озимого ячменя при различных

сочетаниях приемов выращивания на черноземе выщелоченном Краснодарского края / Т. Я. Бровкина, И. С. Сысенко // Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год : сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей. Краснодар – 2018. С. 5–6.

22. Бузняков, Д. А. Влияние сроков и способов внесения, доз минеральных удобрений под озимый ячмень на черноземе обыкновенном / Д. А. Бузняков // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – 2015. – С. 20 – 25.

23. Вислобокова, Л. Н. Сохранение и повышение плодородия почв в агроландшафтах Тамбовской области / Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Скорочкин, В. А. Воронцов // Научные основы устойчивого развития АПК в современных условиях. – Тамбов. – 2015. – С. 166– 171.

24. Вислобокова, Л. Н. Эффективность технологии различной интенсивности возделывания культур на черноземе типичном / Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Скорочкин, В. А. Воронцов // Владимирский земледелец. – 2016. – № 4 (78). – С. 16– 19.

25. Власова, О. И. Основы адаптивно-дифференцированной системы обработки почвы / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, В. М. Передериева // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № S2. – С. 45– 52.

26. Влияние параметров структуры урожая на формирование продуктивности озимого ячменя / Н. В. Громова, А. Н. Есаулко, М. С. Сигида, С.А. Коростылев, Е.В. Голосной // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском округе. – 2011. – С. 60– 61.

27. Влияние расчетных доз минеральных удобрений на динамику агрохимических показателей чернозема выщелоченного / А. Н. Есаулко, С. А. Коростылев, Е. В. Голосной, и др. // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тезисы докладов VII Съезда почвоведов им. В. В. Докучаева и Всероссийской с международным участием научной

конференции. – Белгород. – 2016. – С. 151– 152.

28. Воронкова, Н. А. Влияние длительного применения удобрений в зернотравяном севообороте на агрохимические свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур / Н. А. Воронкова, Н. Ф. Балабанова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 30–32.

29. Географическая сеть опытов с удобрениями в Ставропольском крае: состояние и перспективы / А. Н. Есаулко, М. С. Сигида, Ю. А. Мандра, Л. В. Мазницына // 75 лет Географической сети опытов с удобрениями : материалы Всероссийского совещания научных учреждений – участников Географической сети опытов с удобрениями. – Москва, 2016. – С. 90– 102.

30. Гетманец, А. Я. Азот в земледелии черноземной зоны / А. Я. Гетманец // Агрохимия. – 1977. – № 7. – С. 3– 10.

31. Глухих, М. А. Оптимизация технологий применения удобрений / М. А. Глухих // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 18– 20.

32. Глуховский, А. Б. Агротехника интенсивных сортов ячменя / А. Б. Глуховский, Н. Д. Кравцова // Сельские зори. – 1984. – № 3. – С. 8–12.

33. Голосной, Е. В. Влияние систем удобрений на урожайность и качество культур звена севооборота на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / Е. В. Голосной, В. В. Агеев, А. И. Подколзин // Агрохимический вестник. – 2013. – № 2.– С. 33–35.

34. Голосной, Е. В. Влияние систем удобрения на агрохимические свойства чернозёма выщелоченного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Е. В. Голосной, А. Н. Есаулко, М. С. Сигида // Плодородие. – 2013. – № 3(72). – С. 4–5.

35. Громова, Н. В. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на содержание в растениях озимого ячменя элементов питания / Н. В. Громова // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 4 (28). – С. 108– 110.

36. Громова, Н.В. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на реакцию почвенного раствора чернозема выщелоченного и уро-

жайность озимого ячменя /Н.В. Громова, А. Н. Есаулко, А.А. Беловолова, Ю.И. Гречишкина // *Агрехимический вестник*. – 2018. – № 4. – С. 24–26.

37. Гуцаленко, А. П. Сборы зерна озимого ячменя можно повысить / А. П. Гуцаленко, В. Ф. Журат // *Сельское хозяйство Молдавии*. – 1985. – № 5. – С. 24.

38. Демчук А. В. Влияние различных способов внесения азотных удобрений на урожайность ячменя озимого по предшественнику пшеница озимая / А. В. Демчук, А. В. Черкашина // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2015. – № 1(3). – С.8– 10.

39. Державин, Л. М. Использование результатов опытов географической сети и агрохимической службы для разработки нормативной базы по применению минеральных удобрений и других агрохимикатов / Л. М. Державин // *Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в географической сети опытов с удобрениями : материалы Всероссийской научно-методической конференции Географической сети опытов с удобрениями (Москва, 17– 20 окт. 2005 г.) / ВНИИА. – Москва, 2006. – С. 145– 146.*

40. Державин, Л. М. Влияние применения удобрений, гербицидов и ретордантов на качество зерна пшеницы и ячменя / Л. М. Державин, Е. В. Седова. – М., – 1983. – 51 с.

41. Дзанагов, С. Х. Эффективность удобрений в севообороте и плодородие почв / С. Х. Дзанагов // *Владикавказ : Изд-во «Горский госагроуниверситет», 1999. – 363 с.*

42. Диагностика минерального питания растений / А. Х. Шеуджен, А. В. Загорулько, Л. И. Громова, и др. // *Краснодар : КубГау, 2009. – 298 с.*

43. Дорожко, Г. Р. Влияние предшественников и обработок на плодородие выщелоченных черноземов и урожайность озимой пшеницы / Г. Р. Дорожко // *Актуальные аспекты повышения плодородия почв : сб. науч. тр. Ставропольская ГСХА. – Ставрополь, 1994. – С. 41 – 47.*

44. Дорожко, Г. Р. О рациональном использовании пашни на

Ставрополье / Г. Р. Дорожко, О. И. Власова, А. А. Сентябрев // Вестник АПК Ставрополья. – 2016. – № 3 (23). – С. 160-162.

45. Дорожко, Г. Р. Продуктивность звеньев зернопропашного севооборота на выщелоченном черноземе в зависимости от способов основной обработки почвы / Г. Р. Дорожко, А. И. Тивиков // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – 426 с.

46. Дорожко, Г. Р. Развитие земледелия Ставрополья / Г. Р. Дорожко, О. И. Власова, В. С. Цховребов // Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции. – 2017. – С. 249– 251.

47. Дорожко, Г.Р. Земледелие (курс лекций) / Г. Р. Дорожко. – учебное пособие: Ставрополь, 2017.

48. Дридигер, В. К. Урожайность и экономическая эффективность сельскохозяйственных культур в севообороте в зависимости от технологии их возделывания /В. К. Дридигер, Е. А. Кацаев, Р. С. Стукалов, Ю. И. Паньков // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Ставрополь. – 2015. – № 7. – С. 66 –75.

49. Дубовик, Д. В. Влияние агротехнических приемов на урожайность озимой пшеницы / Д. В. Дубовик, Е. В. Дубовик, Д. Ю. Виноградов // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 39–40.

50. Ерешко, А. С. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания сортов озимого ячменя на разных фонах минерального питания / А. С. Ерешко, В. Б. Хронюк, С. В. Татаркин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №75. – С. 949– 959.

51. Есаулко, А. Н. Повышение эффективность применения удобрений на основе оптимизации систем удобрения в севооборотах Центрального Предкавказья (к 40-летию стационара СтГАУ) / А. Н. Есаулко, Л. Н. Петрова, В. В. Агеев // Плодородие. – 2017. – № 1 (94). – С. 8– 11.

52. Есаулко, А. Н. Оптимизация систем удобрений в севооборотах

Центрального Предкавказья как фактор повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур : дис. д-ра с.-х. наук / Есаулко Александр Николаевич. – Ставрополь, 2006. – 515 с.

53. Есаулко, А. Н. Пути оптимизации систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья : монография / А. Н. Есаулко. – Ставрополь : АГРУС, 2006. – 304 с.

54. Есаулко, А.Н. Эффективность систем удобрения и способов обработки почвы при возделывании озимого ячменя на выщелоченном черноземе / А.Н. Есаулко, Н.В. Николенко // Приложение к журналу Плодородие. – 2008. – №2 (41). – С. 41-42.

55. Ефимов, В. Н. Система удобрения : учеб.пособие для вузов / В. Н. Ефимов, И. Н. Донских, В. П. Царенко ; под ред. В. Н. Ефимова. – М. : Колос, 2003. – 320 с.

56. Жигулев, А. К. Качество зерна ячменя в связи с применением минеральных удобрений / А. К. Жигулев // Агрехимия. – 1977. – № 12. – С. 23– 30.

57. Жиленко, С. В. Агроэкологические основы формирования продуктивности зерновых культур в условиях Краснодарского края / С. В. Жиленко // Актуальные проблемы социально-экономической и экологической безопасности Поволжского региона : сборник материалов VII Международной научно-практической конференции / Казанский филиал МИИТ. – Краснодар. 2015. – С. 85– 90.

58. Жиленко, С. В. Эффективность агрохимических приемов при возделывании озимых зерновых культур / С. В. Жиленко, Л. Б. Винничек, Н. И. Аканова // Нива Поволжья. – 2015. – № 2 (35). – С. 19– 25.

59. Жиленко, С. В. Эффективность минеральных удобрений при возделывании озимых зерновых культур в земледелии Краснодарского края / С. В. Жиленко, Н. И. Аканова, Л. Б. Винничек // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – № 4 (16). – С. 216– 226.

60. Зависимость урожайности озимого ячменя то органических и ми-

неральных удобрений / Ф. Ш. Мирахмедов, У. З. Абдумаликов, С. Б. Мамадалиева, А. Тўхтасинов // Современные тенденции развития науки и технологий. –2017. –№ 2-3. –С. 77–79.

61. Загорулько, А. В. Влияние способов основной обработки почвы на ее теплофизические свойства и продуктивность озимого ячменя на слитых черноземах Закубанья / А. В. Загорулько, Г. Е. Мицик // Тр. КСХИ. – Краснодар. – 1983. – Вып. 221 (249). – С. 30–37.

62. Загорулько, А. В. Продуктивность озимого ячменя на слитых черноземах при разных способах основной обработки почвы / А. В. Загорулько // Тр. КСХИ. – Краснодар, –1982. – Вып. 208 (236). – С. 94–97.

63. Зокоева, В. Р. Агроэкологические приемы повышения продуктивности растений озимого ячменя / В. Р. Зокоева, М. Ю. Козырева, Л. М. Базаева // Достижения науки –сельскому хозяйству : материалы Всероссийской научно-практической конференции (заочной). –2017. –С. 16–20.

64. Имамутдинова, О. С. Содержание гумуса в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья при возделывании озимого ячменя различными технологиями / О. С. Имамутдинова, Т. В. Швец // IX Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 75-летию В. М. Шевцова. – 2016. –С. 28–29.

65. Каличкин, В. К. Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы / В. К. Каличкин // Земледелие. –2008. –№ 5. – С. 24–26.

66. Картамышев, Н. И. Эффективность возделывания ячменя в бессменных посевах / Н. И. Картамышев и др. // Земледелие. – 2006. – №4. – С. 30.

67. Кириллова, Г. Б. Качество ячменя при применении различных доз удобрений на дерново-подзолистой почве / Г. Б. Кириллова, Ю. П. Жуков // Агрохимия. – 2002. – № 12. – С. 33–37.

68. Ковалев, В. П. Урожай ячменя на легких почвах / В. П. Ковалев, Е. В. Ботянский // *Зерновые культуры*. – 1992. – № 1. – С. 25–26.
69. Коваленко, Е. Д. Оценка и отбор сортообразцов ячменя, устойчивых к возбудителям корневых гнилей / Е. Д. Коваленко, М. И. Киселева, Д. А. Соломатин // *Агрохимия*. – 2002. – № 7. – С. 67–74.
70. Коданев, И. М. Агротехника и качество зерна / И. М. Коданев. – М. : Колос, 1970. – 232 с.
71. Коданев, И. М. Агротехнические приемы повышения качества зерна / И. М. Коданев. – Горький, 1981. – 47 с.
72. Колсанов, Г. В. Гречишная солома в удобрении ячменя на типичном черноземе лесостепи Поволжья / Г. В. Колсанов // *Агрохимия*. – 2005. – № 5. – С. 59–65.
73. Коренев, Г. В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г. В. Коренев. – М.: Агропромиздат, 1990.
74. Корыткин, В. Н. Своевременно бороться с сорняком / В. Н. Корыткин, А. М. Малиенко // *Земледелие*. – 1994. – № 2. – С.13–14.
75. Коцанев, И. М. Повышение качества зерна / И. М. Коцанев. – М. : Колос, 1976. – 102 с.
76. Крамаренко, Н. И. Эффективные приемы использования азотных удобрений под озимый ячмень / Н. И. Крамаренко, А. В. Масляный // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1986. – Т.24. – № 3. – С.54–56.
77. Кривошеев, Н. Н. Возделывание озимого ячменя в Центральной и Южно-предгорной зонах Краснодарского края / Н. Н. Кривошеев. – Краснодар : Кн. изд-во, 1984. – 253 с.
78. Куркаев, В. Т. Агрохимия : учебное пособие / В. Т. Куркаев, А. Х. Шеуджен. – Майкоп. : ГУРИПП «Адыгея», 2000. – 552 с.
79. Ладонин, В. Ф. Биологические аспекты длительного применения удобрений в комплексе с пестицидами / В. Ф. Ладонин, А. М. Алиев // *Агрохимия*. – 1999. – № 4. – С. 75–80.
80. Лапа, В. В. Влияние фосфоросодержащих удобрений на

динамику фосфатов в дерново-подзолистой почве и потребление фосфора растениями ячменя / В. В. Лапа, О. Ф. Рыбин, А. А. Головач // *Агрохимия*. – 1996. – № 8. – С. 52–56.

81. Лощина, А. Э. Сравнительная оценка систем обработки почвы в полевом севообороте / А. Э. Лощина // *Наука и молодежь : новые идеи и решения в АПК*. – 2016. – № 3. – С. 59–63.

82. Макаренко, А. А. Влияние различных доз минеральных удобрений на структуру урожая и урожайность зерна озимого ячменя в Центральной зоне Краснодарского края / А. А. Макаренко, А. С. Найденов, Ю. А. Тучапский // *Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год : сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей*. Краснодар. – 2018. – С. 19–20.

83. Максименко, Л. Д. Ячмень в Ставропольском крае / Л. Д. Максименко, Л. П. Гаевая // *Зерновое хозяйство*. – 1983. – № 7. – С. 24–25.

84. Маржинова, А. В. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и химический состав сельскохозяйственных культур в севообороте / А. В. Маржинова, М. Н. Иванов // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 8–7. – С. 1626–1629.

85. Мерзлая, Г. Е. Последствие различных сочетаний органических и минеральных удобрений при выращивании ячменя на темно-серой лесной почве / Г. Е. Мерзлая, М. А. Габибов // *Агрохимия*. – 1998. – № 5. – С. 76–79.

86. Минеев, В. Г. *Агрохимия* / В. Г. Минеев. – М. : Изд-во МГУ, 2004. – 720 с.

87. Минеев, В. Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В. Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – М. : Колос, 1993. – 415 с.

88. Минеев, В. Г. Удобрение и качество сельскохозяйственной продукции / В. Г. Минеев // *Эффективность удобрений по зонам страны*. – М., 1978. – Вып. 27. – 19 с.

89. Надежкина, Е. В. Дополнительное использование азота почвы при внесении азотных удобрений / Е. В. Надежкина // Агрохимия. – 2006. – № 3. – С. 5–13.

90. Найденов, А. С. Влияние глубины и способов основной обработки почвы на урожайность озимого ячменя и озимой пшеницы / А. С. Найденов, В. М. Кильдюшкин // Проблемы интенсификации с.-х. производства : Тез. докл. научно-теоретической конференции. – Ростов н/Д, 1991. – С. 21–22.

91. Найденов, А. С. Влияние доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна новых сортов озимого ячменя / А. С. Найденов, Г. В. Енин // Сб. науч. тр. – Краснодар, 1986. – С.63–66.

92. Найденов, А. С. Интенсивная технология / А. С. Найденов, В. М. Шевцов, М. И. Зазимко. – М., 1988. – 78 с.

93. Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика / В. М. Пенчуков, Г. Р. Дорожко, О. И. Власова, и др. // Научно-обоснованные системы земледелия : теория и практика : материалы Научно-практической конференции, приуроченной к 80-летию юбилею В. М. Пенчукова. Ставрополь, 2013 – С. 9–12.

94. Нецадим, Н. Н. Урожайность зерна озимого ячменя с применением различных технологий выращивания / Н. Н. Нецадим, О. Е. Пацека // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 133 (09). – С. 1126–1143.

95. Нецадим, Н. Н. Урожайность зерна озимого ячменя с применением различных технологий выращивания / Н. Н. Нецадим, О. Е. Пацека, В. А. Калашников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар. – 2018. – № 137. –С. 106–122.

96. Нецадим, Н. Н. Урожайность и эффективность производства зерна озимого ячменя на черноземе выщелоченном западного Предкавказья /

Н. Н. Нецадим, О. Е. Пацека, К. Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. –2017. –№ 131. – С. 1612–1626.

97. Нецадим, Н. Н. Урожайность озимого ячменя в условиях центральной зоны Краснодарского края / Н. Н. Нецадим, О. Е. Пацека // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых / ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. – Краснодар. 2016. – С. 681–682.

98. Нецадим, Н. Н. Урожайность озимого ячменя в условиях центральной зоны Краснодарского края / Н. Н. Нецадим, О. Е. Пацека // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. – Краснодар. 2016. –№ 4. – С.14–19.

99. Никитишен, В. И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии / В. И. Никитишен. – М. : Наука, 1984. – 216 с.

100. Никитишен, В. И. К методике исследований агрохимии азота / В. И. Никитишен // Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в географической сети опытов с удобрениями : материалы Всероссийской научно-методической конференции Географической сети опытов с удобрениями (Москва, 17–20 окт. 2005 г.) / ВНИИА. – Москва, 2006. – С. 12–15.

101. Николенко, Н. В. Динамика содержания основных элементов питания в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений / Н.В. Николенко // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа : сб. науч. статей по материалам 74-й научно-практической конференции. Ставрополь. – 2010. – С. 61–62.

102. Новоселецкий, С. И. Продуктивность озимого ячменя в условиях Кубани / С. И. Новоселецкий, И. С. Сысенко, О. Е. Пацека // Научное

обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2015 год / ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. – 2016. – С. 29–30.

103. Особенности применения систем удобрений под сельскохозяйственные культуры в Ставропольском крае / В. Г. Сычев, А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, и др. // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 53–66.

104. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев, – М. : Колос, 1977. – 416 с.

105. Паршин, В. А. Интенсивные технологии в зональных системах земледелия : уч. пособие / В. А. Паршин, Т. И. Бакинова. – Элиста, 1997. – 186 с.

106. Перегудов, Н. И. Действие минеральных удобрений на урожай озимого ячменя / Н. И. Перегудов, П. П. Клочков // Химия в сельском хозяйстве. – 1970. – № 2. – С. 21–23.

107. Передериева, В. М. Севооборот как биологическое средство интенсификационных процессов в современном земледелии / В. М. Передериева, О. И. Власова // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № S2. – С. 35–44.

108. Петербургский, А. В. Минеральные удобрения / А. В. Петербургский, А. П. Смирнов. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 95 с.

109. Плетнев, Е. А. Влияние основной обработки почвы на агрофизические свойства чернозема выщелоченного и урожайность озимого ячменя / Е. А. Плетнев, Ю. А. Тучапский, А. А. Макаренко // сб. статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Краснодар. – 2017. – С 900-901.

110. Повышение устойчивости агроэкосистемы в условиях Центрального Предкавказья / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, В. М. Передериева, и др. // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 1 (17). –

С. 185-190.

111. Подколзин, А. И. Плодородие почвы и эффективность удобрений в земледелии Юга России / А. И. Подколзин. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 182 с.

112. Попов, С. Е. Переходим на поверхностную обработку / С. Е. Попов // Земледелие. – 1980. – №7. – С. 27.

113. Портуровская, С. П. Зимостойкость и продуктивность озимого ячменя при различном уровне азотного питания / С. П. Портуровская, Т. Ф. Вигель, Н. М. Шахзадов // Особенности возделывания колосовых культур на Северном Кавказе : сб. науч. тр. / Ставроп. СХИ. – Ставрополь, 1992. – С. 55.

114. Портуровская, С. П. Сортовая реакция озимого ячменя на внесение минеральных удобрений при различных сроках посева / С. П. Портуровская, Т. Ф. Вигель, П. П. Клочков // Повышение урожайности зерновых и зернобобовых культур : сб. науч. тр. – Ставрополь, 1985. – С. 67–70.

115. Портуровская, С. П. Урожайность озимого ячменя при различном уровне минерального питания / С. П. Портуровская, А. И. Дрюк, В. А. Левичев // Сб. науч. тр. – Ставрополь, 2001. – С. 147–149.

116. Портуровская, С. П. Ячмень на Ставрополье / С. П. Портуровская, В. Д. Огарев. ; Ставроп. ГСХА. – Ставрополь, 2002. – 112 с.

117. Применение мочевины для питания и защиты озимых колосовых культур / В. К. Бугаевский, В. М. Кильдюшкин, В. А. Корнев, и др. // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 31–32.

118. Производство ячменя в мире и России / А. А. Донцова, Е. Г. Филлипов, Д. П. Донцов, Е. А. Терновая // Зерновое хозяйство России. – 2016. – Том 48. – № 6. – С. 7–13.

119. Пупонин, А. И. Минимализация обработки почвы: опыт, проблемы и перспективы / А. И. Пупонин, В. Д. Кирюшин. – М., 1989. – 56 с.

– (Обзор. информ. / ВНИИТЭИ агропром).

120. Райнер, Л. Озимый ячмень / Л. Райнер, И. Штайнбергер, У. Деке. – М. : Колос, 1980. – 214 с.

121. Реакция различных сортов озимого ячменя на условиях выращивания в зоне недостаточного увлажнения Краснодарского края / Н. Н. Нецадим, А. А. Квашин, К. Н. Горпинченко, Н. Н. Филиппенко // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований : материалы X Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 67–70.

122. Резервы ячменного поля Ставрополя / В. М. Плищенко, С. П. Портуровская, В. В. Швыдкий, В. Н. Желтопузов // Пути повышения урожайности с.-х. культур в современных условиях : сб. науч. тр. / Ставрополь, 1999. – С. 110–112.

123. Репко, Н. В. Посевные площади и урожайность озимого ячменя в основных регионах возделывания / Н. В. Репко, Е. В. Смирнова, А. С. Коблянский // Политематич. сетевой электр. науч. журнал КубГАУ. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 112. – С. 1645–1655.

124. Романенко, Г. А. Кормовые растения России / Г. А. Романенко, А. И. Тютюнников, П. Л. Гончаров. – М. : ЦИНАО, 1999. – 370 с.

125. Романова, Е. Б. Влияние систем удобрений на урожайность озимого ячменя, выращиваемого на выщелоченном черноземе Ставропольской возвышенности / Е. Б. Романова, Д. В. Давыдовский, А. Н. Есаулко // Актуальные проблемы растениеводства Юга России : сб. науч. тр. / СГАУ. – Ставрополь, 2003. – С. 322–325.

126. Русакова, И. В. Воспроизводство плодородия почв на основе использования возобновляемых биоресурсов / И. В. Русакова // Агрохимический вестник. – 2013. – № 4. – С. 7–12.

127. Рымарь, С. В. Длительное применение различных способов основной обработки и плодородие чернозема обыкновенного / С. В. Рымарь // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 22–23.

128. Сергеев, В. З. Культура ячменя на Дону / В. З. Сергеев. – Ростов н/Д, 1970. – 112 с.
129. Сигида, М.С. Пищевой режим чернозема выщелоченного и продуктивность звена севооборота в зависимости от систем удобрений / М.С. Сигида, Н.В. Николенко // Приложение к журналу Плодородие. – 2007. – №3 (36). – С. 57-58.
130. Система обработки почвы / под ред. Г. Г. Данилова. – М. : Россельхозиздат, 1982. – 270 с.
131. Системы Земледелия / В. М. Передериева, А. Н. Есаулко, Г. Р. Дорожко, и др. // Международный журнал экспериментального образования. –2016. –№ 10–1. – С. 122–123.
132. Смирнов, А. П. Урожайность и качество зерна ячменя при удобрении / А. П. Смирнов // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 1. – С. 24–27.
133. Смирнов, С. П. Агрохимия : учебники и учеб.пособия для студентов высш. учебн. заведений / С. П. Смирнов, Э. А. Муравин. – Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. :Агропромиздат, 1991. - 288 с.
134. Сокол, А. А. Особенности технологии озимого ячменя Ростовский 55 / А. А. Сокол, Е. Г. Филиппов, Н. Г. Янковский // Зерновые и кормовые культуры. – Зерноград, 2000. – С. 88–90.
135. Сокол, А. А. Рекомендации по возделыванию озимого ячменя в колхозах и совхозах Ростовской области / А. А. Сокол, П. А. Ковалев, Н. Д. Никитенко, В. З. Сергеев. –Ростов н/Д, 1975. – Вып. 16 (79). –11 с.
136. Сокол, А. А. Создание зимостойких и глубоко узловых сортов озимого ячменя : зерновые и кормовые культуры / А. А. Сокол, Е. Г. Филиппов. – Зерноград, 2000. – С. 84–88.
137. Соломон, Г. В. Агрохимическое обоснование доз и сочетаний, минеральных удобрений под озимый ячмень в севообороте на выщелоченном черноземе : автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Краснодар. –1989. –25 с.
138. Старостин, А. Е. Продуктивность озимого ячменя при внесении

расчетных доз минеральных удобрений / А. Е. Старостин // Современные проблемы агропромышленного комплекса: сборник научных трудов 69-й Международной научно-практической конференции.– 2016. –С. 76–78.

139. Статистические исследования мирового производства зерна ячменя / Н. В. Репко, К. В. Подоляк, Е. В. Смирнова, Ю. В. Острожная // Политематич. сетевой электр. науч. журнал КубГАУ. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 106.

140. Стороженко, Ю. Г. Возделывание озимого ячменя по интенсивной технологии / Ю. Г. Стороженко, С. П. Портуровская, В. В. Агеев. – Ставрополь, 1989. – 120 с.

141. Стороженко, Ю. Г. Новые сорта озимой пшеницы и ячменя как составляющий элемент интенсивной технологии возделывания / Ю. Г. Стороженко, С. П. Портуровская, Т. Ф. Вигель // Пути увеличения производства зерна на Северном Кавказе : сб. науч. тр. / Ставроп. СХИ. – Ставрополь, 1987. – С. 16.

142. Сысенко, И. С. Продуктивность озимого ячменя на черноземе выщелоченном в условиях Кубани / И. С. Сысенко, С. И. Новоселецкий, О. Е. Пацека // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 1547–1565.

143. Сычев, В. Г. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений // В. Г. Сычев, С. А. Шафран. – Москва, 2013. – 296 с.

144. Татаркин, С. В. Реакция сортов озимого ячменя на различные уровни минерального питания в южной зоне Ростовской области / С. В. Татаркин, А. С. Ерешко, В. Б. Хронюк // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – № 4 (16). – С. 82–86.

145. Титов, А. Х. Чередование глубины основной обработки / А. Х. Титов // Кукуруза и сорго. – 1989. – № 6. – С. 26–27.

146. Титов, Е. М. Продуктивность сортов ячменя в зависимости от

систем удобрений / Е. М. Титов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 12–13.

147. Трофимова, Т.А. Основная обработка почвы под ячмень / Т.А. Трофимова // Зерновые культуры. – 1999. – № 5. – С. 28–29.

148. Урожайность ячменя в зависимости от сочетания удобрений и приемов основной обработки почвы / В. Н. Наумкин, Е. М. Титова, И. И. Брусенцов, А. В. Наумкин // Достижения науки и техники в АПК. – 2000. – № 6. – С. 13–15.

149. Фаизова, В. И. Влияние антропогенного фактора на изменение агрохимических показателей черноземов Центрального Предкавказья / В. И. Фаизова, А. М. Никифорова, В. Я. Лысенко // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2 (18). – С. 178–181.

150. Федащук, Е. Д. Гумусное состояние чернозема выщелоченного Западного Предкавказья при возделывании озимого ячменя различными технологиями / Е. Д. Федащук, Т. В. Швец, О. С. Имамутдинова // Энтузиасты аграрной науки. – 2016. – С. 166–168.

151. Фисенко, Т. В. Безотвальная обработка эффективна / Т. В. Фисенко // Земледелие. – 1999. – № 4. – С. 20–21.

152. Хоконова, М. Б. Эффективность применения минеральных удобрений в посевах озимого ячменя / М. Б. Хоконова // Результаты фундаментальных и прикладных исследований в России и за рубежом : материалы Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 149–150.

153. Хронюк, В. Б. Оценка исходного материала озимого ячменя по хозяйственно-биологическим признакам в условиях Нижнего Дона / В. Б. Хронюк, Л. Г. Стрельцова, А. А. Сильченко // Вестник аграрной науки Дона. – № 3 (23). – 2013. – С. 94–98.

154. Хрулев, А. В. Двухъярусная плоскорезная обработка почвы / А. В. Хрулев // Зерновые культуры. – 2000. – № 5. – С. 23–25.

155. Цопанова, М. В. Отзывчивость различных сортов озимого ячменя

на внесение удобрений и гербицидов / М. В. Цопанова, Э. Д. Адиньяев // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов и магистрантов ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет / Горский государственный аграрный университет. – Владикавказ, 2016. –С. 33–37.

156. Цховребов, В. С. Основные экологические проблемы почв Ставропольского края / В. С. Цховребов, А. А. Новиков, Д. В. Калугин // Наука. Инновации. Технологии. –2014. –№ 4. –С. 167–177.

157. Цховребов, В. С. Почвы и климат Ставрополя / В. С. Цховребов, В. И. Фаизова // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. –№ S2. –С. 21–34.

158. Цховребов, В.С. Содержание элементов питания и урожайность сельскохозяйственных культур при внесении минеральных отходов промышленности в чернозем выщелоченный / В. С. Цховребов, Д. В. Калугин, В. И. Фаизова // Агрохимия. –2016. –№ 8. –С. 23–29.

159. Чепец, А. С. Отзывчивость озимого ячменя на применение удобрений / С. А. Чепец, Е. С. Чепец // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. –2015. –№ 5–1. –С. 229–231.

160. Чепец, Е. С. Сроки и способы уборки – важный элемент технологии озимого ячменя / Е. С. Чепец, С. А. Чепец // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2014. –№ 1 (11). –С. 45–47.

161. Чепец, С. А. Качество зерна сортов озимого ячменя в зависимости от применения удобрений / С. А. Чепец, Е. С. Чепец // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. –2015. –№ 8-2. –С. 89–91.

162. Чепец, С. А. Сорта и удобрения – резервы повышения эффективности производства зерна озимого ячменя / С. А. Чепец, Е. С. Чепец // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. –№ 26. – С. 301–308.

163. Черепанов, Г. Г. Влияние обработки почвы на условия минерального питания растений и эффективность удобрений / Г. Г. Черепанов. – М. : Обзор. информ. / ВНИИТЭИагропром. –1985. –68 с.

164. Черепанов, Г. Г. Нулевая обработка почвы: итоги исследований и опыт применения / Г. Г. Черепанов. – М. : Обзор. информ. / ВНИИТЭИагропром. –1994. –44 с.
165. Шабаев, А. И. О повышении уровня адаптивности ландшафтно-экологических систем земледелия / А. И. Шабаев // Вестник РАСХН. – 1999. – № 2. – С. 11–12.
166. Шамрай, Л. А. Влияние температуры и влажности почвы на трансформацию суперфосфата при локальном его внесении / Л. А. Шамрай // Агрохимия. – 1984. – № 8. – С. 17–22.
167. Шевцов, В. М. Озимый ячмень на Кубани / В. М. Шевцов, А. С. Найденов / Опытно-производственное применение. - Краснодар. - 1989. - 7с.
168. Шевцов, В. М. Селекция и агротехника ячменя на Кубани / В. М. Шевцов, Н. Г. Малюга. – Краснодар, Кубанский ГАУ, 2008. –138 с.
169. Шеуджен, А. Х. Агрохимия / А. Х. Шеуджен, В. Т. Куркаев, Н. С. Котляров. – Майкоп. Изд-во «Афиша»: 2006.
170. Юркин, С. Н. Повышение эффективности удобрений в интенсивном земледелии / С. Н. Юркин. – М. : Россельхозиздат, 1979. – 198 с.
171. Янковский, Н. Г. Минеральные удобрения и продуктивность новых сортов озимого ячменя / Н.Г. Янковский // Земледелие. – 2003. –№ 1. – 29 с.
172. Bair, V.K. Barley for food: Characteristics, improvement and renewed interest / V.K. Bair, S.E. Ulrich // Y. Cereal Sci, 2008. –48. – 2. – P. 233–242.
173. Distribution of heavy metals in wheat, mustard and weed grown in field irrigated with industrial effluents / S. C. Barman, R. K. Sahu, S. K. Bhargava, C. Chatterjee // Bulletin Environmental Contamination Toxicology. –2000. – P. 489–496.
174. Baumer, M. Winterbraugerstenichtzuuppig in den Winter schicken / M. Baumer, J. Wybranietz // Top agrar. –1996. –№9. –S. 56–58.
175. Harris, P. B. Date of drilling Igri Winter Barley and the and timing of

spring nitrogen / P. B. Harris, H. G. Mc Donald, M. C. Phillips // Res. Developm in Agr. 1987. – T.4. – №2. – P. 95–99.

176. Heyland, K. N. N-Angebot und N-Aufnahme und ihr Zeitlicher-Berugzur Ertrage bildung vorwinter weizen und wintergerste / K. H. Heyland, H.E. Knopf // Bayer land-wirt. Jahr. – 1980. – 57.3. – S. 359–375.

177. Heyn, J. Zur Wirungvers chiedener N-Dungerformenbei Wintergerste Ergebnisse sere hrjahriger Feldversuch sserienaus Hessen / J. Heyn, D. Witzel // Land wirtscha ftlicher Untersuchungs-und Forschung sarstalten, Darmstadt. – 1989. – T.2. – S. 131–148.

178. Lemonier, M.G. Influence of potassium nutrient and craughtvator relations and growth of sunflower / M.G. Lemonier. –1985. – P. 634–669.

179. Locke, M. A. Fertilizer placement effect on seasonal nitrogen accumulation and yield of no-tillage and conventional tillage sorghum / M. A. Loske, F. M. Hons // Agronomy Journal. – 1988. – V. 80, № 2. – P. 180–185.

180. Yan, L. Effect of drought Stress on growth and development in winter wheat with aquasorb-fertilizer / L. Yan, Y. Shi // Advance Journal of Food Science and Technology. – 2013. – 61 (11). – P. 1502–1504.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Температура воздуха в годы исследований и среднемноголетняя норма, °С.

Месяцы	2004-2005 с.-х. год	2005-2006 с.-х. год	2006-2007 с.-х. год	2015-2016 с.-х. год	2016-2017 с.-х. год	Среднемноголетняя норма
Август	21,4	23,7	26,9	23,4	24,3	20,9
Сентябрь	17,5	19,2	17,8	20	15,8	15,9
Октябрь	10,7	9,8	12,1	8,4	7,4	9,3
Ноябрь	5,0	4,1	4	6,1	3,5	3,5
Декабрь	2,9	2,5	0,2	1,2	-4,1	-0,6
Январь	0,7	-8,3	2,9	-3,2	-2,8	-3,4
Февраль	-3,9	-3,6	-1,6	3,4	-2,1	-2,8
Март	0	4,7	2,3	4,7	4,5	1,7
Апрель	9,9	10,4	7,7	12	9,4	9,7
Май	16,6	14,4	17,3	15,2	14,3	14,9
Июнь	18,5	21,5	21,4	20,2	19,0	19,0
Июль	23,1	21,4	24,7	22,3	23,7	21,8
Средняя	10,2	10,0	11,6	11,1	9,4	9,2

Приложение 2 – Количество выпавших осадков в годы исследований и среднемноголетняя норма, °С.

Месяцы	2004-2005 с.- х. год	2005-2006 с.-х. год	2006-2007 с.-х. год	2015-2016 с.- х. год	2016-2017 с.- х. год	Среднемно- голетняя норма
Август	97	3	24	37	27,1	52,7
Сентябрь	26	10	14	15	62,2	42,0
Октябрь	46	95	61	15	41,4	43,6
Ноябрь	55	20	112	39	33,0	41,1
Декабрь	25	33	35	56	68,3	37,8
Январь	25	27	37	90	17,5	28,4
Февраль	11	52	36	53	39,6	24,7
Март	100	34	53	15	52,2	30,4
Апрель	21	38	53	40	21,1	46,6
Май	79	62	32	48	174,0	63,1
Июнь	46	46	27	105	81,2	86,1
Июль	36	25	4	84	43,7	54,5
Средняя	567	445	488	597	661,3	551

Приложение 3 – Динамика запасов продуктивной влаги (мм) в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.).

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	25,1	26,3	21,1	16,8	23,4	23,2	19,3	14,8	24,9	25,1	20,5	16,1	26,7	26,2	23,2	18,2	27,9	28,1	26,8	19,6
	Безотвальный	27,1	26,8	21,7	16,9	25,3	24	19,9	15	26,3	25,5	21,1	16,2	28,8	26,7	23,6	18,5	29,9	28,5	27,7	19,8
Рекомендованная	Отвальный	25,7	24,9	19,2	15,3	23,8	22,1	17,3	13,5	25,1	23,7	19	15,1	27,3	25,2	21,2	17,2	28,2	26,7	24,4	18,4
	Безотвальный	27,2	25,8	19,7	15,6	25,4	22,3	17,9	13,8	26,9	24,5	19,3	15	27,9	24,7	21,2	16,7	31,2	27,2	24,5	18,9
Биологизированная	Отвальный	26,2	25,9	21,6	15,8	24,2	22,9	19,7	14,1	25,1	24,7	21,2	15,6	26,9	26	23,7	17,8	30,1	27,6	26,4	19,2
	Безотвальный	27,8	26,7	21,7	16,1	26,1	23,7	19,9	14,4	27,4	25,4	21,6	15,8	28,6	26,8	23,8	17,9	31,7	28,4	26,9	19,3
Расчетная	Отвальный	24,8	24,2	18,5	14	23,1	21,1	16,6	12,2	24,4	22,7	18,3	13,4	25,6	24,2	20,7	15,8	28,7	25,8	23,8	17,1
	Безотвальный	27,1	24,9	18,8	14,2	25,3	21,8	17	12,5	26,4	23,6	18,8	13,9	27,9	25,1	20,9	16,1	31,2	26,6	24,5	17,3

Приложение 4 – Динамика запасов продуктивной влаги (мм) в 0-100 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.).

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	159,1	148,9	137,8	114,6	152,6	142,2	131,1	105,8	153,6	143	131,5	110,2	160,3	149,8	138,6	115	162,6	152,3	141,5	118,2
	Безотвальный	164,7	153,2	141,9	116,9	158,2	146,6	134,2	108,9	159	148,9	136,2	112,3	165,7	153,4	142,9	118,1	168,5	155,8	145,7	120,4
Рекомендованная	Отвальный	151,7	140	131,7	106,6	145,9	133,5	124,9	99,7	147,5	135	124,5	101,1	153,4	140,2	133,1	108	156,1	143,6	135,4	109,9
	Безотвальный	159,3	147,9	135,8	111,4	153,7	141,3	126,3	104,3	155,7	141,8	132,3	105,4	161,4	148,9	137,1	112,5	163,9	151,4	139,8	115,4
Биологизированная	Отвальный	157,5	148,1	133,7	108,4	153,9	140,9	127,3	101,2	155,9	141,3	128,2	104,5	162,5	148,1	134,8	109,8	164,5	151	137,6	110,6
	Безотвальный	166,9	151,7	139,2	113,9	161,3	144,5	132,2	107,1	163,3	146,2	135,1	109,2	168,9	153	139,7	113,9	171,1	155,5	142,9	116,3
Расчетная	Отвальный	155,8	139,7	126,7	101,7	151,1	133,2	119,2	94,2	153,1	133,8	121,7	98,1	158,9	140,9	128,4	102,8	161,7	143,4	130,5	104,2
	Безотвальный	161,6	144,1	132,2	107,1	156,6	138,5	123,5	102,2	158,6	137,1	127,5	105,1	164,3	145,1	133,7	102,6	166,8	147,8	135,8	110,5

Приложение 5 – Динамика реакции почвенной среды (ед.) в слое почвы 0-20 см в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.).

Система удобрения, А	Способ обработки почвы, В	2004-2005					2005-2006					2006-2007					2015-2016					2016-2017				
		Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	64	608	595	58	61	642	609	596	581	611	643	61	597	582	612	622	589	576	561	591	612	579	566	551	581
	Безотвальный	639	603	59	576	605	64	604	59	577	596	641	605	592	578	607	62	584	571	557	586	61	574	561	547	576
Рекомендованная	Отвальный	589	585	583	575	586	59	586	584	576	588	591	587	585	577	589	57	566	564	556	568	56	556	554	546	558
	Безотвальный	61	581	579	569	582	596	582	58	57	583	607	583	581	571	584	586	562	56	55	563	576	552	55	54	553
Биологизированная	Отвальный	645	606	595	589	618	646	607	596	59	619	647	608	597	591	62	626	587	576	57	599	616	577	566	56	589
	Безотвальный	639	602	59	581	609	64	603	590	582	61	641	604	592	583	611	62	583	571	562	59	61	573	561	552	58
Расчетная	Отвальный	586	571	571	562	57	587	572	572	563	571	588	573	573	564	572	567	552	552	543	551	557	542	542	533	541
	Безотвальный	585	566	565	559	565	58	567	566	56	566	5782	608	567	561	567	561	547	546	54	546	551	537	536	53	536

Приложение 6 – Динамика содержания (мг/кг) нитратного азота в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.).

Система удобрения, А	Способ обработки почвы, В	2004-2005					2005-2006					2006-2007					2015-2016					2016-2017				
		Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	85	91	65	7	33	89	93	75	72	44	87	91	7	53	29	81	9	72	65	33	83	9	63	75	41
	Безотвальный	78	88	51	67	31	82	89	59	69	38	8	87	52	59	28	66	83	56	62	31	74	83	52	73	31
Рекомендованная	Отвальный	209	26	138	108	84	217	263	159	112	92	213	268	14	91	78	197	253	143	102	8	204	276	135	117	86
	Безотвальный	197	245	131	105	69	213	249	139	109	84	199	245	13	101	63	184	248	135	104	67	192	248	12	126	72
Биологизированная	Отвальный	138	294	22	143	116	145	296	234	159	138	141	291	223	128	107	128	289	229	137	116	133	295	219	163	123
	Безотвальный	128	289	20	138	111	135	29	216	142	125	132	289	208	112	8	11	288	213	135	105	125	284	198	148	119
Расчетная	Отвальный	226	313	232	174	145	236	312	245	18	157	229	308	237	158	126	208	305	241	168	135	221	312	235	185	152
	Безотвальный	212	302	212	167	141	221	306	225	172	152	217	298	222	144	107	187	295	22	151	143	208	314	216	176	147

Приложение 7 –Динамика содержания (мг/кг) нитратного азота в 20-40 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.).

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	9,7	8,2	7,6	7,2	8,1	6,6	6	5,6	10,3	8,5	7,9	7,5	11,6	10,1	9,3	9,1	10,9	9,7	9,1	8,7
	Безотвальный	9,1	6,8	6,3	6	7,5	5,2	4,8	4,4	9,7	7,1	6,7	6,3	11	8,7	8,1	7,9	10,1	8,3	7,9	7,5
Рекомендованная	Отвальный	19	10,6	8,5	7,8	17,4	9	6,9	6,3	19,5	10,9	8,7	8,2	20,9	12,5	10,4	9,8	19	12,1	10	9,4
	Безотвальный	17,8	10,1	8,2	7,4	16,2	8,5	6,6	5,8	18,3	10,4	8,5	7,7	19,7	12	9,9	9,3	19,3	11,6	9,7	8,9
Биологизированная	Отвальный	10,3	17,9	15,8	13,6	8,7	16,3	14,4	12	10,9	18,2	16,3	13,9	12,2	20,2	17,9	15,5	11,8	19,4	17,5	15,1
	Безотвальный	9,4	16,6	15	13,7	7,8	15,1	13,5	11,2	9,8	17	15,4	13	11,3	18,6	17	14,6	10,9	18,2	16,6	14,2
Расчетная	Отвальный	17,7	19,8	16,3	15,7	16,1	18,3	14,8	13,7	18,2	20,2	16,7	15,6	19,6	21,8	18,3	17,2	19,2	21,4	17,9	16,8
	Безотвальный	17,1	19,4	16,1	14,5	15,5	17,7	14,5	13,1	17,6	19,6	16,4	15	19	21,2	18	16,6	18,6	20,8	17,6	16,2

Приложение 8 –Динамика содержания (мг/кг) подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, А	Способ обработки почвы, В	2004-2005					2005-2006					2006-2007					2015-2016					2016-2017				
		Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	20	233	224	212	153	193	215	20	182	138	20	182	171	162	142	20	225	22	205	153	207	221	235	199	153
	Безотвальный	188	218	212	195	168	186	20	196	17	149	196	17	161	152	141	186	231	20	196	154	199	231	235	187	158
Рекомендованная	Отвальный	246	289	265	229	209	241	27	253	215	192	253	215	202	195	181	249	312	27	253	208	256	32	278	231	203
	Безотвальный	242	282	257	219	107	235	266	247	209	185	247	209	192	179	162	242	304	266	247	192	247	304	267	224	198
Биологизированная	Отвальный	213	274	248	20	218	204	254	23	193	165	23	273	182	171	185	202	302	254	23	173	221	306	262	206	178
	Безотвальный	189	269	239	187	189	192	243	221	175	15	221	175	162	157	155	19	302	243	221	165	207	296	232	195	169
Расчетная	Отвальный	263	332	292	253	239	26	313	276	242	212	276	242	232	213	204	27	344	313	276	229	275	354	285	262	229
	Безотвальный	264	324	283	242	233	256	306	264	235	207	264	235	223	212	208	264	351	306	264	218	273	358	276	249	223

Приложение 9- Динамика содержания (мг/кг) обменного калия в 0-20 см слое почвы в посевах озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, А	Способ обработки почвы, В	2004-2005					2005-2006					2006-2007					2015-2016					2016-2017				
		Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	226	248	230	226	211	236	258	240	236	221	241	263	245	241	226	252	276	258	254	239	275	298	280	276	261
	Безотвальный	232	252	238	232	214	242	262	248	242	224	247	268	253	247	229	258	279	266	260	241	281	301	288	282	264
Рекомендованная	Отвальный	228	243	243	233	224	238	253	253	243	234	243	258	258	248	239	256	271	271	261	252	277	293	293	283	274
	Безотвальный	235	245	245	236	219	245	255	255	246	229	250	260	260	251	234	263	272	273	264	247	284	295	295	286	269
Биологизированная	Отвальный	245	254	257	243	226	255	264	267	253	236	260	269	272	258	241	272	281	282	270	254	294	303	307	293	276
	Безотвальный	250	259	261	247	231	260	269	271	257	241	265	274	276	262	246	278	286	289	275	260	300	308	307	297	281
Расчетная	Отвальный	250	263	256	251	230	260	273	266	261	240	265	278	271	266	245	277	291	284	279	258	300	308	306	301	280
	Безотвальный	255	268	260	255	235	265	278	270	265	245	270	283	275	270	250	283	296	287	283	250	304	319	310	305	305

Приложение 10- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на динамику линейного роста (см) растений озимого ячменя (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	16	39	52	56	12	35	47	52	14	36	49	53	21	40	53	59	22	42	55	62
	Безотвальный	15	35	51	53	11	30	45	51	13	33	46	54	20	38	52	58	20	41	53	60
Рекомендованная	Отвальный	20	45	62	72	18	41	53	66	19	43	57	69	23	49	65	75	26	52	68	78
	Безотвальный	18	41	54	71	16	36	50	64	17	38	54	67	21	44	63	73	24	47	65	77
Биологизированная	Отвальный	20	47	66	75	17	44	55	73	19	46	59	74	25	52	69	76	28	55	71	76
	Безотвальный	19	41	64	73	17	44	56	68	17	46	60	70	23	50	66	74	26	53	69	75
Расчетная	Отвальный	24	57	71	83	20	53	65	79	22	55	68	81	27	58	72	85	31	61	75	88
	Безотвальный	23	55	69	82	19	51	62	79	21	54	65	83	24	57	69	86	27	58	72	89

**Приложение 11– Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на накопление сухого вещества (г/м²)
растениями озимого ячменя**

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	57	320	729	812	48	250	710	798	52	270	720	801	76	340	731	815	87	370	740	819
	Безотвальный	46	294	689	756	43	286	672	749	44	290	679	752	59	305	695	757	63	310	698	761
Рекомендованная	Отвальный	66	360	792	871	70	351	772	867	72	356	777	869	77	370	794	882	80	373	798	886
	Безотвальный	63	314	633	808	58	307	630	800	58	305	631	801	66	324	636	816	70	330	640	820
Биологизированная	Отвальный	80	390	862	945	74	383	855	939	79	386	859	942	82	397	864	957	91	399	870	962
	Безотвальный	70	345	802	863	64	340	699	856	68	342	700	859	76	354	706	868	82	360	713	874
Расчетная	Отвальный	96	414	910	1060	88	410	903	1000	90	412	907	1030	97	430	920	1053	99	434	935	1056
	Безотвальный	83	382	747	919	75	379	741	900	77	381	744	904	84	392	755	922	86	396	758	926

Приложение 12 – Динамика содержания (%) азота в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.),

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	3,49	3,26	1,59	0,43	3,52	3,29	1,62	0,46	3,52	3,33	1,67	0,51	3,6	3,38	1,72	0,55	3,56	3,3	1,64	0,47
	Безотвальный	3,47	3,08	1,6	0,45	3,5	3,13	1,62	0,48	3,54	3,15	1,66	0,53	3,59	3,21	1,7	0,53	3,51	3,12	1,63	0,49
Рекомендованная	Отвальный	3,63	3,39	1,82	0,45	3,67	3,42	1,87	0,48	3,71	3,46	1,89	0,53	3,75	3,52	1,93	0,54	3,69	3,43	1,86	0,49
	Безотвальный	3,61	3,29	1,79	0,47	3,64	3,32	1,83	0,5	3,68	3,36	1,87	0,55	3,73	3,41	1,91	0,54	3,65	3,33	1,84	0,51
Биологизированная	Отвальный	3,59	3,33	1,73	0,47	3,64	3,36	1,76	0,48	3,66	3,4	1,8	0,53	3,69	3,47	1,85	0,55	3,63	3,37	1,77	0,49
	Безотвальный	3,55	3,2	1,69	0,49	3,58	3,24	1,72	0,5	3,62	3,28	1,76	0,55	3,66	3,33	1,2	0,57	3,59	3,25	1,73	0,51
Расчетная	Отвальный	3,84	3,49	2	0,5	3,87	3,53	2,03	0,53	3,91	3,57	2,07	0,58	3,96	3,64	2,13	0,59	3,88	3,54	2,04	0,55
	Безотвальный	3,79	3,47	1,93	0,47	3,84	3,51	1,96	0,51	3,86	3,55	2,01	0,55	3,89	3,61	2,08	0,58	3,83	3,52	1,97	0,54

Приложение 13 – Динамика содержания (%) фосфора в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.),

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	0,84	0,76	0,64	0,32	0,84	0,76	0,64	0,32	0,84	0,76	0,64	0,32	0,84	0,76	0,64	0,32	0,84	0,76	0,64	0,32
	Безотвальный	0,83	0,73	0,64	0,31	0,83	0,73	0,64	0,31	0,83	0,73	0,64	0,31	0,83	0,73	0,64	0,31	0,83	0,73	0,64	0,31
Рекомендованная	Отвальный	0,86	0,77	0,66	0,35	0,86	0,77	0,66	0,35	0,86	0,77	0,66	0,35	0,86	0,77	0,66	0,35	0,86	0,77	0,66	0,35
	Безотвальный	0,85	0,75	0,65	0,34	0,85	0,75	0,65	0,34	0,85	0,75	0,65	0,34	0,85	0,75	0,65	0,34	0,85	0,75	0,65	0,34
Биологизированная	Отвальный	0,86	0,79	0,66	0,35	0,86	0,79	0,66	0,35	0,86	0,79	0,66	0,35	0,86	0,79	0,66	0,35	0,86	0,79	0,66	0,35
	Безотвальный	0,85	0,72	0,65	0,34	0,85	0,72	0,65	0,34	0,85	0,72	0,65	0,34	0,85	0,72	0,65	0,34	0,85	0,72	0,65	0,34
Расчетная	Отвальный	0,9	0,83	0,69	0,37	0,9	0,83	0,69	0,37	0,9	0,83	0,69	0,37	0,9	0,83	0,69	0,37	0,9	0,83	0,69	0,37
	Безотвальный	0,89	0,78	0,68	0,36	0,89	0,78	0,68	0,36	0,89	0,78	0,68	0,36	0,89	0,78	0,68	0,36	0,89	0,78	0,68	0,36

Приложение 14 – Динамика содержания (%) калия в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы (2005-2007, 2016-2017 гг.),

Система удобрения	Способ обработки почвы	2004-2005				2005-2006				2006-2007				2015-2016				2016-2017			
		Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость	Перед посевом	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	Отвальный	3,49	3,26	1,59	0,43	3,52	3,29	1,62	0,46	3,52	3,33	1,67	0,51	3,6	3,38	1,72	0,55	3,56	3,3	1,64	0,47
	Безотвальный	3,47	3,08	1,6	0,45	3,5	3,13	1,62	0,48	3,54	3,15	1,66	0,53	3,59	3,21	1,7	0,53	3,51	3,12	1,63	0,49
Рекомендованная	Отвальный	3,63	3,39	1,82	0,45	3,67	3,42	1,87	0,48	3,71	3,46	1,89	0,53	3,75	3,52	1,93	0,54	3,69	3,43	1,86	0,49
	Безотвальный	3,61	3,29	1,79	0,47	3,64	3,32	1,83	0,5	3,68	3,36	1,87	0,55	3,73	3,41	1,91	0,54	3,65	3,33	1,84	0,51
Биологизированная	Отвальный	3,59	3,33	1,73	0,47	3,64	3,36	1,76	0,48	3,66	3,4	1,8	0,53	3,69	3,47	1,85	0,55	3,63	3,37	1,77	0,49
	Безотвальный	3,55	3,2	1,69	0,49	3,58	3,24	1,72	0,5	3,62	3,28	1,76	0,55	3,66	3,33	1,2	0,57	3,59	3,25	1,73	0,51
Расчетная	Отвальный	3,84	3,49	2	0,5	3,87	3,53	2,03	0,53	3,91	3,57	2,07	0,58	3,96	3,64	2,13	0,59	3,88	3,54	2,04	0,55
	Безотвальный	3,79	3,47	1,93	0,47	3,84	3,51	1,96	0,51	3,86	3,55	2,01	0,55	3,89	3,61	2,08	0,58	3,83	3,52	1,97	0,54

Приложение 15- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на формирование параметров структуры урожая озимого ячменя, (2004-2005 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Количество шт/м ²			Кустистость		Колос		Масса 1000 зёрен, г
		растений	стеблей		общая	продуктивная	длина, см	масса зерна, г	
			всего	с колосом					
Контроль (без удобрения)	отвальный	230	530	479	2,3	2,1	5,7	1,07	37,2
	безотвальный	203	512	459	2,5	2,3	5,6	1,06	37,4
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	235	606	542	2,6	2,3	6	1,2	39,3
	безотвальный	230	561	509	2,4	2,2	5,9	1,14	38,4
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	232	559	498	2,4	2,1	5,9	1,17	38,1
	безотвальный	211	540	475	2,5	2,3	5,6	1,15	38,2
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	250	645	565	2,6	2,3	6,3	1,24	39,5
	безотвальный	243	595	531	2,4	2,2	6,1	1,17	38,9

Приложение 16- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на формирование параметров структуры урожая озимого ячменя, (2005-2006 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Количество шт/м ²			Кустистость		Колос		Масса 1000 зёрен, г
		растений	стеблей		общая	продуктивная	длина, см	масса зерна, г	
			всего	с колосом					
Контроль (без удобрения)	отвальный	196	510	468	2,6	2,4	5,3	0,97	35,7
	безотвальный	190	503	447	2,6	2,4	5	0,8	35,4
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	233	587	529	2,5	2,3	5,8	1,09	35,6
	безотвальный	210	541	498	2,6	2,4	5,7	0,98	36,1
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	215	545	488	2,5	2,3	5,6	1,07	37,4
	безотвальный	206	522	458	2,5	2,2	5,4	1,04	36,7
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	237	630	552	2,6	2,3	5,8	1,1	37,5
	безотвальный	219	580	515	2,6	2,4	5,9	1,02	37,2

Приложение 17- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на формирование параметров структуры урожая озимого ячменя, (2006-2007 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Количество шт/м ²			Кустистость		Колос		Масса 1000 зёрен, г
		растений	стеблей		общая	продуктивная	длина, см	масса зерна, г	
			всего	с колосом					
Контроль (без удобрения)	отвальный	185	506	461	2,7	2,5	5,1	0,94	35,4
	безотвальный	178	494	445	2,8	2,5	5	0,75	34,7
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	212	572	524	2,7	2,5	5,6	1,01	34,1
	безотвальный	205	532	492	2,6	2,4	5,6	0,91	34,9
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	205	540	478	2,6	2,3	5,2	0,98	36,9
	безотвальный	196	510	455	2,6	2,3	5,6	0,99	35,4
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	235	625	546	2,6	2,3	5,7	1,09	36,6
	безотвальный	211	577	508	2,7	2,4	5,6	1,05	36,6

Приложение 18- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на формирование параметров структуры урожая озимого ячменя, (2015-2016гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Количество шт/м ²			Кустистость		Колос		Масса 1000 зёрен, г
		растений	стеблей		общая	продуктивная	длина, см	масса зерна, г	
			всего	с колосом					
Контроль (без удобрения)	отвальный	237	535	485	2,3	2,0	6	1,09	39,4
	безотвальный	218	530	462	2,4	2,1	5,6	1,6	38,2
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	250	612	547	2,4	2,2	6,1	1,29	41,2
	безотвальный	235	572	514	2,4	2,2	6	1,17	39,3
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	238	566	499	2,4	2,1	6,2	1,21	39,5
	безотвальный	231	547	481	2,3	2,1	5,9	1,19	38,7
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	260	655	568	2,5	2,2	6,4	1,28	40,3
	безотвальный	248	599	539	2,4	2,2	6,3	1,22	39,5

Приложение 19- Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на формирование параметров структуры урожая озимого ячменя, (2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы, В	Количество шт/м ²			Кустистость		Колос		Масса 1000 зёрен, г
		растений	стеблей		общая	продуктивная	длина, см	масса зерна, г	
			всего	с колосом					
Контроль (без удобрения)	отвальный	222	526	474	2,4	2,1	5,6	1,03	36,7
	безотвальный	201	506	452	2,5	2,2	5,3	1,01	36,9
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	225	599	538	2,6	2,4	5,9	1,15	38,3
	безотвальный	220	555	503	2,5	2,3	5,7	1,09	37,4
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	227	554	497	2,4	2,2	5,8	1,15	37,7
	безотвальный	211	536	474	2,5	2,2	5,6	1,09	37,5
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	245	637	559	2,6	2,3	6,2	1,18	38,9
	безотвальный	235	590	529	2,5	2,3	5,9	1,13	38,3

Приложение 20 - Технологические качества зерна озимого ячменя в зависимости от применяемых систем удобрений и способов обработки почвы, (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы	Годы исследований														
		2004-2005					2005-2006					2006-2007				
		Белок, %	Жир, %	Зола, %	Крахмал, %	Натура, г/л	Белок, %	Жир, %	Зола, %	Крахмал, %	Натура, г/л	Белок, %	Жир, %	Зола, %	Крахмал, %	Натура, г/л
Контроль (без удобрения)	отвальный	13,8	2,75	2,85	45,8	625	12,6	2,62	2,84	46,2	625	12,5	2,73	2,69	45,8	625
	безотвальный	13,8	2,76	2,83	45,5	621	12,3	2,56	2,83	46,5	621	11,9	2,71	2,67	45,5	621
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	13,9	2,88	2,9	47,6	647	13,6	2,71	2,93	47,1	647	13,5	2,85	2,76	47,6	647
	безотвальный	13,8	2,88	2,9	45,3	642	13,3	2,72	2,92	48,3	642	13,1	2,83	2,75	47,3	642
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	14,1	3,12	2,96	46,4	664	13,8	2,94	2,98	48,4	664	13,8	3,06	2,83	47,4	664
	безотвальный	13,9	3,09	2,94	46,1	651	13,6	2,9	2,96	48,1	651	13,3	3,03	2,81	47,1	651
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	14,7	3,22	3,12	47,5	675	14,3	3,06	3,14	48,9	675	14,6	3,17	3	48,5	675
	безотвальный	14	3,16	3,11	47,2	671	14,1	3	3,12	47,9	671	14,1	3,12	2,97	47,9	671

Приложение 21 - Технологические качества зерна озимого ячменя в зависимости от применяемых систем удобрений и способов обработки почвы, (2005-2007 гг., 2016-2017 гг.)

Система удобрения, (доза удобрений под культуру), А	Способ обработки почвы	Годы исследований									
		2015-2016					2016-2017				
		Белок, %	Жир, %	Зола, %	Крахмал, %	Натура, г/л	Белок, %	Жир, %	Зола, %	Крахмал, %	Натура, г/л
Контроль (без удобрения)	отвальный	14,1	2,84	2,8	42,8	625	13,5	2,71	2,75	43,8	625
	безотвальный	14	2,86	2,77	42,5	621	13,5	2,66	2,73	43,1	621
Рекомендованная (N ₉₀ P ₈₀ K ₆₀)	отвальный	14,1	2,99	2,86	44,6	647	13,8	2,82	2,81	45,2	647
	безотвальный	14	2,94	2,85	44,3	642	13,7	2,78	2,81	45,4	642
Биологизированная (N ₈₀ P ₁₀ +солома 5,8 т/га)	отвальный	14,3	3,18	2,93	44,4	664	14	3	2,89	45,1	664
	безотвальный	14	3,16	2,91	44,1	651	13,8	2,97	2,86	45	651
Расчетная (N ₁₂₄ P ₈₉ K ₃₂)	отвальный	14,9	3,28	3,09	45,5	675	14,6	3,12	3,05	46,1	675
	безотвальный	14,2	3,24	3,07	44,9	671	14,1	3,08	3,03	45,7	671