

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»

**КАФЕДРА АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**  
по направлению 35.03.03. «Агрохимия и почвоведение» на тему:

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И  
БИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ В  
УСЛОВИЯХ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ**

Выполнил: студент Б151-04 группы  
IV курса агрономического факультета

Миникаев Д.Т.

Научный руководитель:  
доктор с.-х. наук, профессор  
аспирант

Гилязов М.Ю.  
Осипова Р.А.

Зав. кафедрой, доктор с.-х. наук, доцент

Миникаев Р.В.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите  
(Протокол №11 от 17.06.2019 г.)

Казань – 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
2.....МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	14
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	19
3.1. Влияние биологического и минеральных удобрений на урожайность ячменя в условиях серой лесной почвы.....	19
3.2. Влияние биологического и минеральных удобрений на структуру урожая ячменя.....	20
3.3. Химический состав урожая и хозяйственный вынос основных питательных веществ ячменем в зависимости от удобрений.....	22
3.4. Влияние удобрений на нормативный вынос и коэффициенты использования основных питательных веществ ячменем.....	26
3.5. Экономическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от применяемых удобрений.....	28
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	34
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	38
<i>Приложение 1</i> .....	38
<i>Приложение 2</i> .....	39

## ВВЕДЕНИЕ

В течение нескольких столетий многие народы мира использовали ячмень в качестве сельскохозяйственной продовольственной культуры. В состав зерна ячменя входит 9-12% белка, 65-68% безазотистых экстрактивных соединений, 1,5-2% жира, 5,0-5,0% клетчатки, 2,5-2,8% золы.

Ячмень находится на главенствующем месте по сельскохозяйственному производству в России вообще и Поволжье в частности. Это универсальная полевая культура. Зерно ячменя – отличный концентрированный корм, содержащий 1,27 кормовой единицы в 1 кг [«Аграрное обозрение», 2016].

В республике Татарстан по валовым сборам зерна ячмень занимает второе место после пшеницы. Товаропроизводители возделывают его в основном на кормовые цели. Несмотря на его ценность, урожайность этой культуры, имеющей большие потенциальные возможности, является низкой.

Ведущую роль при возделывании ярового ячменя отводят удобрениям, обработке почвы и средствам защиты растений.

Обработка почвы – одно из основных звеньев в системе земледелия, потому как на нее приходится около половины энергетических затрат при возделывании сельскохозяйственных культур.

На данный момент целью выбора способа обработки почвы должна быть не максимальная урожайность любой ценой, а минимальные затраты на единицу произведенной продукции с наибольшим экономическим эффектом и сохранением плодородия почвы [Спичков, 2014].

Для увеличения воспроизводства плодородия почвы и развития круговорота веществ в земледелии важно максимально использовать все удобрительные ресурсы и факторы биологизации земледелия, которые

никогда не утратят своего значения, какими бы ни были темпы и объемы применения промышленных удобрений [Минеев, 2004].

С минеральным питанием растений в условиях недостатка или избытка питательных элементов в почве связано немало важных эколого-физиологических проблем. Для сбалансированного питания растений в целях получения максимально высококачественной сельскохозяйственной продукции особенно важен строго дифференцированный подход к применению удобрений с учетом обеспеченности почв доступными формами элементов, других почвенноклиматических факторов, особенностей питания различных сельскохозяйственных культур [Ягодин, 2002].

Взаимодействие удобрений и почвы может иметь положительное или отрицательное влияние на питание растений, формирование урожая и качество продукции. Кроме того, удобрение действует и на почву, то есть кроме снабжения растения элементами пищи удобрения действуют на общие условия плодородия почвы. Наибольший положительный эффект от удобрений получается в таких условиях, когда растения лучшим образом обеспечены всеми необходимыми для них условиями жизни – пищей, водой, воздухом, теплом, светом [Минеев, 2004].

Количество и качество органического вещества почвы – гумуса в значительной мере определяют ее основные свойства: запас питательных веществ, водный режим и степень аэрации, емкость поглощения, буферность и др. Накопление гумуса в почве зависит не только от количества корневых и пожнивных остатков, но и от содержания в них азота и других элементов питания, необходимых микрофлоре для гумификации органического вещества [Васильев, 1988].

Изучение правильного комплексного применения биологических и минеральных удобрений имеет большое значение для повышения

продуктивности урожая сельскохозяйственных культур, поэтому так необходимо исследовать эффективность их внесения.

## 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Ячмень является одной из важнейших зерновых культур. В республике Татарстан по валовым сборам зерна ячмень занимает второе место после пшеницы.

Из элементов технологии возделывания ячменя важная роль отводится удобрениям, обработке почвы и средствам защиты растений. [Спичков, 2014]

Рациональное использование удобрений это один из важнейших факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур. Однако, широкое применение минеральных удобрений вызывает определенные проблемы: большие экономические и энергетические затраты на их производство, а также негативное их воздействие на окружающую среду на всех этапах производства и использования. Поэтому необходимо искать дополнительные способы улучшения минерального питания растений менее энергозатратными средствами.

Вследствие этого во многих странах приоритетное направление аграрной науки приобрел поиск рациональных способов по сокращению применения минеральных удобрений за счет широкого использования биологических удобрений, обогащающих почву азотом или переводящих малодоступные питательные вещества почвы в доступные формы. Стоит учесть, что эффективность биоудобрений может сильно колебаться в зависимости от множества почвенных, климатических и агротехнических факторов [Гилязов, 2017].

Взаимосвязь развития растений и их продуктивности с минеральным питанием находятся под постоянным вниманием ученых, так как с изменением уровня агротехники и сортового состава изменяется потребность растений в почвенном питании [Спичков, 2014].

На данный момент можно назвать два разных пути развития производства промышленных микроудобрений: производство односторонних

микроудобрений, представленных техническими солями, а также хелатами и фриттами; производство комплексных и односторонних макроудобрений, содержащих микроэлементы.

Макроудобрения с микроэлементами сокращают затраты на внесение, имеют меньшую опасность токсического воздействия в случае внесения избыточных доз удобрений, уменьшают загрязнение окружающей среды токсично действующими элементами.

В условиях интенсивного земледелия важнейшей задачей является воспроизводство плодородия почв, создание положительного баланса питательных веществ для растений и гумуса в почве [Минеев, 2004].

Различают два вида плодородия почв: потенциальное и эффективное. Потенциальное плодородие также можно назвать естественным, оно определяется общим запасом в почве питательных элементов и другими факторами жизни растений.

Эффективное или экономическое плодородие – это возможность использовать элементы плодородия растений в отдельно взятом году. Оно зависит прежде всего от проведения всего комплекса агротехнических мероприятий. При большом потенциальном плодородии почв эффективное может быть и небольшим или же, напротив, при достаточном уровне агротехники можно создать высокое эффективное плодородие даже низкоплодородных почв.

Выпахивание – процесс, прямо противоположный окультуриванию, он снижает уровень эффективного плодородия почв, ухудшает их свойства в течение ряда лет. Вследствие чего возникает почвоутомление.

По данным некоторых ученых, почвоутомление наступает в результате одностороннего выноса питательных веществ, недостатка качественной органической массы, нарушения пищевого режима почвы. Очевидно, что

почвоутомление это результат нарушения экологического равновесия в системе «почва – растение».

Для решения проблемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур и создания потенциального и эффективного плодородия почвы необходимы знания механизма и разработки приемов устранения почвоутомления. [Сатаров, 2014].

Качество урожая сельскохозяйственных культур может зависеть от содержания органических соединений, которых в растениях относительно немного: витаминов, алкалоидов, гликозидов, органических кислот, эфирных и горчичных масел и так далее.

Важное значение для улучшения качества продукции имеют условия питания растений. Например, усиление азотного питания повышает относительное содержание в растениях и сбор белка с урожаем товарной продукции, а усиленное фосфорно-калийное питание может способствовать большему накоплению углеводов – сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы, крахмала в клубнях картофеля. [Михайлова, 2015].

Методы почвенной и растительной диагностики, входящие в состав комплексной диагностики питания растений, обеспечивают наиболее полное использование удобрений. Диагностика минерального питания растений должна быть основана на контроле условий выращивания и корректировке питания в процессе вегетации.

Работы по комплексной диагностике предусматривают регулярное выполнение анализа почв, ежегодную (осеннюю или весеннюю) оценку почв по обеспеченности азотом и оперативную диагностику питания растений в течение вегетации. Растительная диагностика позволяет полнее выявить возможности той или иной почвы в обеспечении растений элементами питания.

Контролировать обеспеченность растений химическими элементами необходимо по их химическому составу с обязательным учетом темпов роста и скорости прохождения определенных периодов вегетации, исходя из биологических возможностей и особенностей того или иного сорта. Нормальным состоянием растений является состояние определенного внутреннего насыщения, сосредоточение в резервных зонах некоторого запаса элементов минерального питания [Ягодин, 2002]

Рациональная система удобрения способствует повышению их эффективности и росту производительности труда в сельском хозяйстве. Условия питания растений в почве зависят от доз, сроков и способов внесения удобрений. Их доза, соотношение в удобрении элементов питания растений зависят не только от сельскохозяйственной культуры, почвы, но и от климата и погодных условий [Ефимов, 2002].

Цель современных технологий – не только правильно определить нормы удобрений, но и оптимизировать процессы поглощения и усвоения растениями элементов питания, что позволит лучше управлять ростом и будет способствовать более полной реализации биологического потенциала культуры. Это возможно сделать только при определенном наборе удобрений. В одном случае со свойствами продолжительного действия, речь идет об основных удобрениях, вносимых в почву, в другом, мгновенного действия при использовании растворимых комплексов для листовых подкормок. Это сочетание гарантирует эффективность внесения основных минеральных удобрений и всей технологии [Титова, 2011].

В России ячмень возделывается повсеместно и по посевным площадям занимает второе место после пшеницы. Большая часть посевов ячменя приходится на европейскую часть России, где валовой сбор его зерна составляет ежегодно от 18 до 20 млн тонн [Ерешко, 2012].

Связано это в основном с ориентацией производства зерна ячменя в первую очередь для пивоваренной промышленности [Зюба, 2011].

Для условий производства необходимо подбирать новые высокоурожайные сорта, отличающиеся высокой отдачей на вносимые удобрения. [Белоус, 2011].

Для получения высоких и стабильных урожаев качественного зерна ячменя и других культур зернового направления решающее значение имеет система применения удобрений и стимуляторов роста. Недостаток каких-либо макро- и микроэлементов вызывает у зерновых хлебов нарушения углеводного и азотного обмена, синтеза белков, снижает устойчивость растений к неблагоприятным условиям.

В России различными фирмами-производителями разработана система биопрепаратов, которые регулируют не только режим питания растений и их продуктивность, но и снижают стресс при гербицидных обработках, а также осуществляют защиту семенного материала от болезней и вредителей [Комарицкая, 2012].

Повышение урожайности ярового ячменя и ее стабилизация по годам могут быть достигнуты при условии дальнейшего совершенствования и внедрения современных технологий воздействия сельскохозяйственных культур, роста продуктивности пашни, широкого использования достижений селекции [Кулешов, 2012].

По мнению американских специалистов в США 50% прироста урожайности зерновых достигается за счет внедрения новых сортов и гибридов, а другие 50% - за счет совершенствования технологии возделывания. В будущем вклад сорта в поступательный рост урожайности достигнет до 80% [Белоус, 2010].

Основные площади в производстве занимает яровой ячмень. Посевные площади под яровым ячменем могут значительно меняться по годам, и

связано это в первую очередь с рыночным спросом на данную продукцию. Основному решению вопроса спада продукции ячменя будут способствовать новые высокоадаптивные сорта ячменя и передовые агроприемы их воздействия [Ерешко, 2012].

Себестоимость производства комплексных удобрений (в пересчете на единицу питательного вещества) выше, чем простых удобрений. Однако затраты на доставку, хранение и внесение в почву комплексных удобрений по сравнению с простыми гораздо меньше. В итоге общая стоимость применения комплексных удобрений (с учетом затрат на их производство) примерно на 10% ниже, чем простых.

Однако соотношение между отдельными компонентами в составе комплексных удобрений не всегда соответствует потребностям культур при выращивании на почвах с различной обеспеченностью этими элементами. В таких случаях необходимо дополнять применение комплексных удобрений внесением односторонних удобрений или приготавливать соответствующие тукосмеси [Ягодин, 2002]

Система удобрения ячменя изучена в меньшей степени, чем пшеницы, что можно объяснить большим недостатком минеральных удобрений, выделяемых под зерновые культуры и недооценкой этого важного приема резкого увеличения производства зерна ячменя. Поэтому в севооборотах ячмень в основном использует последствие удобрений, внесенных под пропашные культуры. В связи с необходимостью резкого увеличения производства кормов, в том числе и зернофуражных культур, возделыванию ячменя во многих зонах страны стало уделяться больше внимания.

Ячмень плохо переносит как кислые, так и засоленные почвы. Для его развития требуется реакция почвы, близкая к нейтральной (рН 6-7). Эта культура лучше удается на окультуренных, плодородных почвах. Ячмень хорошо отзывается на внесение минеральных и органических удобрений.

При правильном применении, например на дерново-подзолистых почвах, удобрения удваивают урожай, обеспечивая примерно такую же прибавку урожая, как и на озимых культурах.

Наибольший эффект от удобрений, особенно от тройного - NPK, обеспечивается в зоне дерново-подзолистых почв. В лесостепной зоне наибольшие прибавки урожая от удобрений получаются на серых лесных почвах, т.е. в районах лучшего обеспечения влагой. Южнее на темно-серых почвах и выщелоченных черноземах, где влаги меньше, снижается и положительное действие удобрений. В южных и восточных частях лесостепной зоны действие минеральных удобрений в значительной мере определяется условиями увлажнения. В еще большей мере эффективность удобрений зависит от влаго-обеспеченности в южной степи. Здесь наибольшие прибавки урожая зерна получаются от фосфорных удобрений или их сочетания с азотом. Калийные же удобрения обычно неэффективны. Весьма высокое положительное действие удобрений на урожай ячменя отмечено на Дальнем Востоке, особенно на буроподзолистых почвах. Положительное действие удобрений определяется не только климатическими факторами, но и в значительной мере агрохимическими свойствами почв, в том числе их потенциальным плодородием [Минеев, 2004].

При неумелом внесении удобрений не только снижается их окупаемость, но они могут превратиться в свою противоположность: ухудшить агрохимические и агрофизические свойства почвы, подавлять активность почвенных животных и микроорганизмов, оказать фитотоксичное влияние на культурные растения и ухудшить качество растениеводческой продукции.

Для получения более высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур агрономы вынуждены все больше и больше прибегать к использованию минеральных удобрений. Ведь только правильное и сбалансированное питание растений является ключом

продуктивности в земледелии. Но с повышением использования минеральных удобрений возрастает не только урожайность, но и экологическая опасность, загрязнение окружающей среды и подверженность почв эрозионным процессам. Поэтому проблема сокращения разумных доз применения минеральных удобрений за счет применения биопрепаратов в наши дни становится очень актуальной.

Основные цели данного исследования заключаются в том, чтобы:

1. Изучить влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на продуктивность растений ячменя в условиях серой лесной почвы.
2. Определить окупаемость минеральных удобрений и биопрепаратов при производстве зерна ячменя.
3. Провести сравнительную оценку эффективности этих удобрений при внесении.

## 2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в условиях среднесуглинистой серой лесной почвы на территории хозяйства ООО «Вахитово» Кукморского муниципального района Республики Татарстан.

### 2.1 Климатические условия района и общая характеристика хозяйства

Кукморский муниципальный район расположен в северо-восточной части Республики Татарстан, на правобережье реки Вятка. Территория (площадь) района составляет 1490 кв.км. Площадь, покрытая лесом – 288,54 кв.км., площадь земель сельскохозяйственного назначения – 1048,5 кв.км. (70,4% от общей площади).

Физико-географическое положение района определяет значительную суровость и континентальность климата. Климат района умеренно-континентальный сравнительно холодными зимами (до  $-40^{\circ}$ ) и умеренно-тёплым летом со средней температурой января  $-14^{\circ}$ , июля  $+19^{\circ}$ . Количество осадков не более 450 мм в год.

Таблица 2.1

#### Общая характеристика хозяйства

Показатели	Единица измерения	Значения
Наименование хозяйства	-	СХПК им. Вахитова
Общая площадь сельскохозяйственных угодий	га	5668*
Площадь пашни	га	5233*
Поголовье КРС	гол.	3960*
Надой на одну фуражную корову	л	8581**
Преобладающие типы почв	-	Серые лесные, дерново-подзолистые
Руководитель хозяйства	-	Хусаинов Нафик Факилович
Главный агроном	-	Апаев Анатолий Данилович

Прим.: \* - по состоянию на 01.01.2018 г.; \*\* - в 2016 году.

В таблице 2.2 представлены основные агрохимические показатели пахотного слоя почвы опытного участка.

Таблица 2.2

## Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Тип, подтип почвы, слой (см)	Гумус, %	ЕКО*	Нг**	рН <sub>сол.</sub>	Подвижные формы, мг/кг	
		ммоль/100 г почвы			фосфора	калия
Серая лесная тяжелосуглинистая, Ап 0-22	2,9	22,3	3,6	5,5	121 (4 группа)	136 (4 группа)

Прим.: \* - емкость катионного обмена, \*\* - гидролитическая кислотность.

Почва опытного участка характеризуется низким содержанием гумуса, слабокислой реакцией, повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия.

2.2 Схема опыта. Описание технологии закладки и проведения опыта.

Агротехника ячменя. Характеристика сорта ячменя «Нур».

Учетная площадь делянок опытного участка 138 м<sup>2</sup>, повторность опыта трехкратная. Схема опыта, предусматривающая изучение влияния биопрепарата Ризоаргин, универсального удобрения Тенсо Коктейль и аммофоски, представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3

№ п/п	Варианты опыта
1	Контроль (без удобрений и биопрепарата)
2	Ризоаргин
3	Ризоаргин+Тенсо Коктейль
4	Ризоаргин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26

Ячмень хорош тем, что ладит с большинством сельскохозяйственных культур, во многих подсобных хозяйствах его выращивают с нутом,

чечевицей, горохом, рапсом и пшеницей. Промышленники при возделывании прибегают к методам интенсивного земледелия ячменя.

На одном и том же месте выращивание ячменя более трех лет подряд не рекомендуется. Агротехника подразумевает обязательное соблюдение севооборота, вполне сносными предшественниками ячменю станут зерновые, сидераты, картофель.

Ячмень не нуждается в регулярных поливах, если возделывается в умеренном регионе, в засушливых районах орошение налаживают для увеличения урожайности. К примеру, оросительные приемы, увеличивают всхожесть, а в процессе формирования колоса повышают урожайность почти на 47 %. Агрономы все-таки рекомендуют проводить поливы злаковых культур 2 раза за период вегетации [Романова, 2017]

Объектом исследования на опытном участке – ячмень сорта Нур. Данный сорт среднеспелый, его вегетационный период составляет 70-93 дня. Устойчивость к полеганию высокая. Засухоустойчивость средняя. Включен в список ценных по качеству сортов. Содержание белка 10,2-15,2%. Устойчив к пыльной и каменной головне, умеренно восприимчив к корневым гнилям и стеблевой ржавчине, восприимчив к полосатой пятнистости, сильно восприимчив к гельминтоспориозу. Рекомендован для возделывания в Московской области и Республике Татарстан.

### 2.3 Краткая характеристика удобрительных средств, использованных при возделывании ячменя

При возделывании ярового ячменя были задействованы биопрепарат Ризоагрин, универсальное удобрение Тенсо Коктейль и универсальное комплексное удобрение диаммофоска 10:26:26.

Биопрепарат Ризоагрин представляет собой корневой инокулянт-азотфиксатор для обработки семян яровых и озимых зерновых культур. Ризоагрин обладает сильным стимулирующим действием за счет усиления

азотного и фосфорного питания путем мобилизации органофосфатов почвы и ассоциативной азотфиксации.

Тенсо Коктейль – универсальное удобрение, необходимое для стимулирования всхожести и энергии прорастания семян, для увеличения сопротивляемости растений болезням и неблагоприятным погодным условиям в начальные фазы роста. Он содержит все необходимые растениям микроэлементы в физиологически сбалансированных пропорциях, соответствующих содержанию микроэлементов в живых растительных тканях.

Диаммофоска – универсальное комплексное удобрение, подходящее для использования на любых типах почв. Данный агрохимикат используют для внесения под любые культуры. Диаммофоска подходит для использования на всех типах почв. В районах с недостаточным увлажнением удобрение вносится на всю глубину вспашки. В районах с избыточным увлажнением – только по поверхности.

Наиболее эффективно применение удобрения на почвах, хорошо обеспеченных азотом: старопахотных, распаханых залежных землях, торфянистых почвах и с низким содержанием калия и фосфора.

#### 2.4 Метеорологические условия

В таблице 2.4 представлены метеорологические данные за период апрель-сентябрь 2018 года.

Таблица 2.4

Метеоусловия за период апрель-сентябрь, 2018 год

Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
------------	--------	-----	------	------	--------	----------

Средняя температура (°C)	+6	+16	+18	+25	+19	+13
минимальная температура (°C)	0	+7	+5	+16	+9	+2
максимальная температура (°C)	+13	+26	+32	+34	+29	+24
Норма осадков, (мм)	38	42	62	77	58	60

Самый теплый месяц за указанный период – июль, самым холодным месяцем является апрель. Разница в количестве осадков между самым сухим и самым влажным месяцем составляет 22 мм. Средняя температура в течение периода достигает максимального значения в июле и идет на спад к сентябрю.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Влияние биологического и минеральных удобрений на урожайность  
ячменя в условиях серой лесной почвы.

В данном разделе представлено влияние удобрений на урожайность зерна и соломы ячменя.

Таблица 3.1  
Влияние удобрений на урожайность зерна ячменя в условиях серой лесной  
почвы (2018 г.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая					
		Ризоторфина		Тенсо Коктейль		NPK	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
Контроль (без удобрений)	1,86	-	-	-	-	-	-
Ризоагрин	2,18	0,32	17*	-	-	-	-
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	2,59	-	-	0,41	22*	-	-
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	4,05	-	-	-	-	1,46	78*
НСР <sub>05</sub>	0,26						

Прим.: \* -в процентах к контролю.

Таблица 3.2  
Влияние удобрений на урожайность соломы ячменя в условиях серой лесной  
почвы (2018 г.)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от					
		Ризоторфина		Тенсо Коктейль		NPK	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
Контроль (без удобрений)	2,12	-	-	-	-	-	-
Ризоагрин	2,55	0,43	20*	-	-	-	-
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	2,98	-	-	0,43	20*	-	-
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	4,78	-	-	-	-	1,80	85*
НСР <sub>05</sub>	0,37						

Прим.: \* -в процентах к контролю.

Анализируя данные по урожайности, можно отметить, что внесение удобрений привело к значительному увеличению урожайности ячменя. Действительно, от применения биопрепарата Ризоагрин и минеральных удобрений Тенсо Коктейль вместе с диаммофоской урожайность зерна ячменя повысилась в 2,17 раза по сравнению с вариантом без внесения удобрения. При внесении отдельно биопрепарата Ризоагрин и вместе с удобрением Тенсо Коктейль урожайность повышалась на 14% и 28% соответственно. Применение минеральных удобрений вместе с биопрепаратом позволило повысить урожайность зерна ячменя на 54%

Аналогично наблюдается повышение урожайности соломы ячменя в 2,25 раз при внесении биопрепарата и минеральных удобрений. Максимальная урожайность превышает значение контрольного варианта на 56%, вариант с внесением отдельно биопрепарата Ризоагрин и с внесением биопрепарата вместе с удобрением Тенсо Контроль превышают значение контроля на 17% и 29% соответственно.

### 3.2. Влияние биологического и минеральных удобрений на структуру урожая ячменя.

Для проведения эвальвации эффективности применения биологического и минеральных удобрений на посевах ячменя очень важно учитывать их влияние на морфологические показатели получаемого урожая. Морфологические показатели необходимы для характеристики продуктивности культуры, к ним относят количество растений, колосьев, продуктивную кустистость, количество зерен в колосе и массу 1000 зерен (Белоусова, 2019)

Влияние биологического и минеральных удобрений на структуру урожая  
ярового ячменя

Элементы структуры урожая	Варианты опыта			
	Контроль (без удобрений)	Ризоагрин	Ризоагрин +Тенсо Коктейль	Ризоагрин +Тенсо Коктейль + N50P26K26
Количество растений, шт./м <sup>2</sup>	<u>306</u> <b>100</b>	<u>315</u> <b>103*</b>	<u>327</u> <b>107</b>	<u>384</u> <b>125</b>
Количество колосьев, шт./м <sup>2</sup>	<u>334</u> <b>100</b>	<u>350</u> <b>105</b>	<u>371</u> <b>111</b>	<u>461</u> <b>138</b>
Продуктивная кустистость	<u>1,09</u> <b>100</b>	<u>1,11</u> <b>102</b>	<u>1,13</u> <b>104</b>	<u>1,20</u> <b>110</b>
Количество зерен в колосе, шт.	<u>16,5</u> <b>100</b>	<u>17,3</u> <b>105</b>	<u>18,1</u> <b>110</b>	<u>21,9</u> <b>133</b>
Масса 1000 зерен, г	<u>33,8</u> <b>100</b>	<u>36,0</u> <b>106</b>	<u>38,6</u> <b>114</b>	<u>40,1</u> <b>119</b>
<u>Солома</u> зерно	1,14	1,17	1,15	1,18

Прим.: \* - в процентах к контролю.

Исходя из данных таблицы 3.3, можно сделать вывод, что наиболее высокая урожайность зерна ярового ячменя с применением биопрепарата Ризоагрин и минеральных удобрений вызвана продуктивной кустистостью 1,20 шт., и количеством зерен в колосе 21,9 шт. Нельзя не отметить существенное влияние вносимых удобрений на массу 1000 зерен по сравнению с контролем по всем вариантам опыта. Соотношение массы соломы и зерна наиболее увеличено при внесении отдельно биопрепарата Ризоагрин и внесении биопрепарата вместе с минеральными удобрениями, тогда как при внесении биопрепарата с универсальным удобрением Тенсо Коктейль значение практически не отличается от контрольного варианта.

### 3.3. Химический состав урожая и хозяйственный вынос основных питательных веществ ячменем в зависимости от удобрений

В данном разделе представлено влияние внесенных удобрений на химический состав урожая и хозяйственный вынос основных питательных веществ ячменем.

Элементный химический состав растений является важным биологическим свойством растений, это главный агрохимический показатель, необходимый для определения потребности сельскохозяйственных растений в органических или минеральных удобрениях. (Гилязов, 2017)

Данные по содержанию азота, фосфора и калия в зерне и соломе ярового ячменя до и после применения удобрений приводятся в таблицах 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4

Содержание общего азота, фосфора и калия в зерне ярового ячменя в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	<u>1,85*</u> <b>100</b>	<u>0,98</u> <b>100</b>	<u>0,71</u> <b>100</b>
Ризоагрин	<u>1,91</u> <b>103</b>	<u>0,98</u> <b>100</b>	<u>0,68</u> <b>96</b>
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	<u>1,90</u> <b>103</b>	<u>1,01</u> <b>103</b>	<u>0,70</u> <b>99</b>
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	<u>1,95</u> <b>105</b>	<u>1,01</u> <b>103</b>	<u>0,65</u> <b>92</b>

Прим.: \* в числителе – процент на абсолютно сухой вес, в знаменателе - процент относительно к контролю.

Без обработки удобрениями зерно ярового ячменя содержало 1,85% азота, 0,98% фосфора и 0,71% калия. Внесение биопрепарата Ризоагрин незначительно повысило содержание азота, но не оказало существенного влияния на содержание фосфора и калия.

При обработке зерна биопрепаратом Ризоагрин и Тенсо Коктейлем содержание азота осталось прежним, тогда как содержание фосфора повысилось на 3% по сравнению с контролем. Также можно заметить, что уменьшение содержания калия в зерне не так сильно по сравнению с обработкой только Ризоагрином.

Наиболее видимый эффект на содержание азота оказывает внесение биопрепарата вместе с Тенсо Коктейлем и аммофоской. Содержание фосфора осталось на прежнем уровне, тогда как содержание калия существенно снизилось.

Соответственно, более положительный эффект имеет вариант с внесением Ризоагрин+Тенсо Коктейль, увеличивающий содержание азота и фосфора, и совсем незначительно снижающий калий.

Таблица 3.6

Содержание общего азота, фосфора и калия в соломе ярового ячменя в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	<u>0,58</u> <b>100</b>	<u>0,19</u> <b>100</b>	<u>1,23</u> <b>100</b>
Ризоагрин	<u>0,61</u> <b>105</b>	<u>0,19</u> <b>100</b>	<u>1,21</u> <b>98</b>
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	<u>0,62</u> <b>107</b>	<u>0,20</u> <b>105</b>	<u>1,21</u> <b>98</b>
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	<u>0,63</u> <b>109</b>	<u>0,20</u> <b>105</b>	<u>1,16</u> <b>94</b>

Прим.: \* в числителе – процент на абсолютно сухой вес, в знаменателе - процент относительно к контролю.

Анализируя данные таблицы 3.6, можно увидеть, что внесение биопрепарата вместе с минеральными удобрениями несет существенный положительный эффект на содержание азота в соломе, тогда как содержание калия, напротив, падает.

Наиболее оптимальным вариантом является внесение Ризоагрин+Тенсо Коктейль, незначительно снижающий содержание калия по сравнению с контролем, и повышающий содержание азота с фосфором.

Хозяйственный или биологический вынос в расчете на единицу площади необходим для определения потребности сельскохозяйственных растений в питательных веществах, но для определения норм внесения препаратов достаточно показателей хозяйственного выноса. (Гилязов, 2017)

Влияние внесенных удобрений на хозяйственный вынос зерном и соломой ярового ячменя представлено в таблицах 3.7, 3.8 и 3.9.

Таблица 3.7

Вынос NPK зерном ярового ячменя в условиях серой лесной почвы в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	Вынос зерном, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	29,4	15,6	11,3
Ризоагрин	35,6	18,3	12,7
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	42,1	22,4	15,5
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	67,5	35,0	22,5

Таблица 3.8

Вынос NPK соломой ярового ячменя в условиях серой лесной почвы в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	Вынос соломой, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	10,2	3,3	21,6
Ризоагрин	12,9	4,0	25,6

Ризоагрин+Тенсо Коктейль	15,3	4,9	29,9
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	25,0	7,9	46,0

Таблица 3.9

Хозяйственный вынос NPK яровым ячменем в условиях серой лесной почвы  
в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	Хозяйственный вынос, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	39,6	18,9	32,9
Ризоагрин	48,5	22,3	38,3
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	57,4	27,3	45,4
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	92,5	42,9	68,5
Из минеральных удобрений	35,1	15,6	23,1

На контрольном варианте, без внесения удобрений и биопрепарата, хозяйственный вынос азота, фосфора и кальция составил 39,6; 18,9 и 32,9 кг/га соответственно. Большая часть хозяйственного выноса азота и фосфора пришлась на химический состав зерна, и калия – на химический состав соломы.

Исходя из данных, можно заметить, что от внесения биопрепаратов совместно с аммофоской и Тенсо Коктейлем вынос азота, фосфора и калия существенно увеличивается по сравнению с вариантами с внесением одного биопрепарата или биопрепарата с Тенсо Коктейлем. Внесение минеральных удобрений без Ризоагрин приводит к уменьшению хозяйственного выноса по сравнению с контролем, что приводит к выводу о значительной роли применения биопрепарата Ризоагрин совместно с минеральными удобрениями на хозяйственный вынос.

### 3.4. Влияние удобрений на нормативный вынос и коэффициенты использования основных питательных веществ ячменем

Нормативный вынос, как правило, измеряется в кг/т, он представляет собой тот же хозяйственный вынос, но не на единицу площади, а на единицу основной и соответствующую величину побочной продукции. Нормативный вынос также является важным агрохимическим показателем при определении потребности сельскохозяйственных растений в удобрениях.

Коэффициенты использования питательных элементов из минеральных удобрений и почвы объясняют многие явления и процессы питания растений. Они необходимы для определения отношения культур к питательным элементам, удобренности и степени накопления элементов в почве. Однако главным образом эти коэффициенты связаны с величиной урожайности культур и выносом питательных веществ. (Дзюин, 2016)

В данном разделе представлены данные по нормативному выносу азота, фосфора и калия яровым ячменем и коэффициенты использования указанных питательных элементов из серой лесной почвы и удобрений. (Таблица 3.10 и 3.11)

Таблица 3.10

Нормативный вынос NPK яровым ячменем в условиях серой лесной почвы в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	Нормативный вынос, кг/т		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	21,3	10,2	17,7
Ризоагрин	22,2	10,2	17,6
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	22,2	10,5	17,5
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	22,8	10,6	16,9
<i>Справочные данные</i>	<b>25</b>	<b>11</b>	<b>22</b>

На контрольном варианте нормативный вынос составил 21,3 кг/т азота, 10,2 кг/т фосфора и 17,7 кг/т калия, что меньше справочных данных.

Максимальное значение нормативный вынос азота и фосфора принимает при внесении комплектного внесения биопрепарата Ризоагрин и минеральных удобрений, тогда как вынос калия имеет наибольшее значение без внесения каких-либо препаратов. В целом значения нормативного выноса питательных элементов относительно стабильны.

Таблица 3.11

Коэффициенты использования питательных элементов яровым ячменем из серой лесной почвы и удобрений

Варианты опыта	Коэффициент использования					
	из почвы			из минеральных удобрений		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без удобрений)	0,61	0,052	0,081	-	-	-
Ризоагрин	0,74	0,061	0,094	-	-	-
Ризоагрин+Тенсо Коктейль	0,88	0,075	0,111	-	-	-
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	-	-	-	0,702	0,600	0,89
Справочные данные	0,65	0,07	0,13	0,6-0,8	0,60	0,70

Прим.: \* общие запасы в почве (кг/га): N<sub>мин</sub>=65,4; подвижного P<sub>2</sub>O =363, обменного K<sub>2</sub>O=408.

Анализ данных таблицы 12 дает нам понять, что имеет место быть тенденция увеличения коэффициентов использования питательных элементов из почвы при вариантах внесения биопрепарата Ризоагрин и внесении биопрепарата вместе с удобрением Тенсо Коктейль. В контрольном варианте значения коэффициентов ниже справочных данных. Коэффициенты использования питательных элементов из минеральных удобрений находятся в пределах и выше значений справочных данных, отчего можно заметить положительный эффект, вызванный внесением биопрепарата совместно с минеральными удобрениями, по сравнению с контролем.

### 3.5. Экономическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от применяемых удобрений

Анализ экономической эффективности возделывания ячменя необходим для ответа на вопрос о рациональности ввода в производство любой научной разработки. Необходимые данные экономической эффективности применяемых препаратов представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12

Экономическая эффективность комплексного использования агрохимикатов на посевах ярового ячменя в условиях серой лесной почвы

Показатели	Варианты опыта			
	Контроль (без удобрений)	Ризоагрин	Ризоагрин +Тенсо Коктейль	Ризоагрин +Тенсо Коктейль + N50P26K26
Урожайность зерна, т/га	1,86	2,18	2,59	4,05
Стоимость продукции*, руб./га	13020	15260	18130	28350
Затраты**, руб./ га	13795	14009	14243	21134
Прибыль или убыток, руб./га	-775	1251	3887	7216
Уровень рентабельности, %	-5,6	8,9	27,3	34,1
Себестоимость продукции, руб./т	7417	6426	5499	5218

Прим.: \* - цена реализации зерна 7000 руб./т;

\*\* - рассчитаны по технологическим картам возделывания ярового ячменя.

Исходя из данных таблицы 3.12, очевидно, что возделывание ярового ячменя при контрольном варианте без внесения удобрений идет в убыток (-

775 руб./га). Уровень рентабельности применения биопрепарата совместно с минеральными удобрениями выше контроля на 39,7%. Заметно увеличение условной прибыли при внесении препаратов одновременно с увеличением урожайности по отношению к контрольному варианту. Максимальная прибыль при внесении биопрепарата с минеральными удобрениями составляет 7216 руб./га, что выше контроля на 7988 руб./га. Стоимость продукции при этом выше в 2,17 раз. Себестоимость продукции при этом падает, что доказывает экономическую эффективность внесения данных препаратов при возделывании ярового ячменя.

#### 4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Многочисленные исследования ученых-агрохимиков показали, что разные виды и формы минеральных удобрений неодинаково влияют на свойства почв. Внесенные в почву удобрения вступают в сложные взаимодействия с нею. Здесь происходят всевозможные превращения удобрений, которые зависят от целого ряда факторов: свойств удобрений и почвы, погодных условий, агротехники. От того, как происходит превращение отдельных видов минеральных удобрений: фосфорных, калийных, азотных и т.д., зависит влияние их на почвенное плодородие.

Отрицательное действие удобрений на окружающую среду связано прежде всего с несовершенством свойств и химического состава удобрений. Существенными недостатками многих минеральных удобрений являются: наличие остаточной кислоты (свободная кислотность) вследствие технологии их производства; физиологическая кислотность и щелочность, образующаяся в результате преимущественного использования растениями из удобрений катионов или анионов; высокая растворимость туков. Длительное применение физиологически кислых или щелочных удобрений изменяет реакцию почвенного раствора, приводит к потерям гумуса, увеличивает подвижность и миграцию многих элементов.

К значительному недостатку многих минеральных удобрений можно отнести наличие в них тяжелых металлов (кадмия, свинца, никеля и др.) Наиболее загрязнены тяжелыми металлами фосфорные и комплексные удобрения. Это связано с тем, что практически все фосфорные руды содержат большие количества стронция, редкоземельные и радиоактивные элементы.

Расширение производства и применение фосфорных и комплексных удобрений ведет к загрязнению окружающей среды соединениями фтора, мышьяка.

При правильной организации и контроле применения минеральные удобрения не опасны для окружающей среды, здоровья человека и животных. Оптимальные научно-обоснованные дозы увеличивают урожайность растений и повышают количество продукции. К недостатку многих удобрений можно отнести наличие в них тяжелых металлов. Особенно загрязнены ими фосфорные удобрения. Поэтому необходим тщательный сертификационный контроль. Длительное применение физиологически кислых и щелочных туков могут изменить реакцию почвенного раствора. Негативные последствия может иметь избыточное применение азотных удобрений. При этом урожайность растений увеличивается, но продукция оказывается загрязненной нитратами. Особенно интенсивно аккумулируют нитраты овощные культуры, арбузы и дыни. В крови организмов, т.ч. и человека, нитраты, соединяясь с гемоглобином, препятствуют переносу кислорода и вызывают тяжелое заболевание – метгемоглобинемию.

На данный момент вмешательство сельского хозяйства в окружающую среду очень заметно. Естественная среда обитания видов растений и животных сильно меняется при использовании земель под сельскохозяйственные угодья. Земли, лишённые естественных кустарников и деревьев, подвергаются ветровой и водной эрозии. Использование тяжёлой техники ухудшает структурные свойства почвы, чрезмерное использование минеральных удобрений приводит к загрязнению окружающей среды в целом.

Большой экологической проблемой стало агрономическое истощение почв из-за недостаточного применения, как органических, так и минеральных, биологических удобрений и химических мелиорантов.

Главная задача, которая стоит перед нами сейчас – найти способы и технологии ведения сельскохозяйственного производства, которые смягчают или полностью устраняют негативные факторы.

Оптимизация баланса питательных элементов в севооборотах хозяйства позволит предотвратить дальнейшую агрохимическую деградацию почв, повысить величину и качество урожая возделываемых сельскохозяйственных культур. В целом, сохранение и восстановление плодородия почв сельскохозяйственных земель будет содействовать облагораживанию окружающей природы и обеспечить более безопасное обитание человека в производственной и непроизводственной среде.

Также в решении экологических проблем сельского хозяйства поможет использование технологий точного и почвозащитного земледелия, технологий органического сельского хозяйства, биологических удобрений и средств защиты растений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов исследования приводит к следующим выводам:

1. В условиях серой лесной почвы внесение комплексных минеральных удобрений совместно с биопрепаратом позволило увеличить урожайность на 54%.
2. Совместное использование биопрепарата Ризоагрин с минеральным удобрением Тенсо Коктейль оптимально для поддержания баланса питательных веществ в зерне ярового ячменя, тогда как внесение Ризоагрин и Тенсо Коктейля существенно снижает содержание калия в зерне.
3. Наибольшее увеличение хозяйственного выноса NPK произошло при комплексном применении биопрепарата с минеральными удобрениями.
4. Очевиден положительный эффект, вызванный совместным внесением Ризоагрин с минеральными удобрениями, на нормативный вынос и коэффициенты использования питательных элементов из минеральных удобрений.
5. Наиболее высокая условная прибыль составляет 7216 руб./га при комплексном внесении Ризоагрин, Тенсо Коктейля и диаммофоски. При этом заметно снижение себестоимости зерна по отношению к контрольному варианту.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусова Е.Г. Влияние удобрений на урожайность льна и качество льнопродукции при выращивании его на светло-серой лесной легкосуглинистой почве / Белоусова Е.Г., Спиридонов А.В., Титова В.И. // Международный сельскохозяйственный журнал, №1 (367), 2019 г.
2. Белоус Н.М. Урожайность, адаптивность, пластичность и стабильность новых сортов ярового ячменя / Н.М. Белоус, В.В. Ториков // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2010
3. Белоус Н.М. Урожайность зерна сортов ярового ячменя в зависимости от условий возделывания / Н.М. Белоус, В.В. Ториков // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2011
4. Братцева Л.И. Селекция ярового ячменя в западной Сибири / Братцева Л.И., Николаев П.Н., Поползухин П.В. // Достижения науки и техники АПК, 2013
5. Вакулов А.С. Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность озимой пшеницы в условиях Приморского края / Вакулов А.С., Клыков А.Г. // Дальневосточный аграрный вестник, №4, 2017 г.
6. Васильев В.А. Справочник по органическим удобрениям / Васильев В.А., Н.В. Филиппова // Росагропромиздат, 1988
7. Гилязов М.Ю. Изменчивость химического состава урожая и нормативного выноса питательных веществ озимой ржи под действием агрохимикатов / Гилязов М.Ю. // Вестник Казанского государственного агрономического университета, №4, 2018
8. Дзюин Г.П. Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений, навоза и почвы культурами севооборота / Дзюин Г.П., Дзюин А.Г. // Международный журнал экспериментального образования, №5 (часть 1), 2016
9. Дридигер В.К. Урожайность и экономическая эффективность сельскохозяйственных культур в севообороте в зависимости от

- технологий возделывания и удобрений/ Дридигер В.К., Кацаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И. // *Агрономия и сельское хозяйство*, 2015
10. Евдокимова М.А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя // *Вестник Ульяновской ГСА*, 2015
11. Ерешко А.С. Состояние и перспективы производства ячменя в Российской Федерации / Ерешко А.С., Хронюк В.Б., Репко Н.В. // *Вестник аграрной науки Дона*, 2012
12. Ефимов, В.Н. Система удобрения / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко В.П. - М.: КолосС, 2002. - 320 с.
13. Живаев Д. А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы на фоне минеральных и бактериальных удобрений / Д. А. Живаев, Г. Е. Гришин // *Земледелие*. - 2007. - № 2. - с. 28-29.
14. Зюба С.Н. Сорт и качество зерна ярового ячменя / С.Н. Зюба // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 2011
15. Келер В.В. Роль экологических условий в формировании урожайности ярового ячменя в Канской лесостепи / В.В. Келер // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 2013
16. Ковригина Л.Н. Источники устойчивости ярового ячменя к полеганию / Ковригина Л.Н., Заушинцева А.В. // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 2010
17. Комарицкая Е.И. Эффективность применения биопрепаратов на яровом ячмене / Е.И. Комарицкая, И.В. Ишков // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 2012
18. Косолапова А.И. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений / Косолапова А.И. // *Пермский аграрный вестник* №3 (19), 2017
19. Кулешов А.Н. Экономическая и биоэнергетическая эффективность в зависимости от урожайности сортов ярового ячменя / А.Н. Кулешов,

- А.С. Ерешко, В.Б. Хронюк, Е.К. Кувшинова // Вестник аграрной науки Дона, 2012
20. Куприянов А.В. Влияние биопрепаратов на урожайность сортов ярового ячменя в условиях Нижнего Поволжья / Куприянов А.В. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2009
21. Литвинцева Т.А. Эффективность минеральных и бактериальных удобрений на посевах пивоваренного ячменя в условиях Алтайского Приобья, 2008, Барнаул
22. Медведев Г.А. Влияние биологически активных веществ и норм высева на урожайность сортов ярового ячменя на каштановых почвах волгоградской области / Г.А. Медведев, Камышанов И.Г. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2007
23. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник / Минеев В.Г. // КолосС, 2004
24. Михайлова Л.А. Агрохимия: курс лекций. / Л.А. Михайлова // ИПЦ «Прокрость», 2015
25. Романова А.Б. / Выращивание ячменя, основные принципы ухода, описание сортов, уборка и хранение // сельхозпортал.рф, 2017
26. Серажетдинов И.В. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания узколистного люпина с применением минеральных удобрений, нитрогенизантов и регуляторов роста / Серажетдинов И.В. // Вестник Ульяновской ГСХА, 2015
27. Спичков С.И. Влияние основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на агрофизические свойства, водный режим почвы и урожайность ячменя / Спичков С.И., Фомин В.Н., Нафиков М.М., Замайтдинов А.А. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1
28. Сатаров Г.А. / Эффективное плодородие почв и применение зеленых удобрений для его улучшения // Ульяновский медико-биологический

журнал. №1, 2014

29. Тихонов И.Н. Влияние предшественника, срока сева и сорта на урожайность и пивоваренные качества зерна ярового ячменя / Тихонов И.И. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса №4, 2007
30. Титова Е.М. Эффективность применения комплексных удобрений на посевах ячменя ярового / Титова Е.М., Внукова М.А. // Вестник аграрной науки, 2011
31. Торики В.Е. Влияние условий возделывания на урожайность ярового ячменя / В.Е. Торики, О.В. Мельникова, А.А. Бакаев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2009
32. Ягодин Б.А. Агрохимия / Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. // Колос, 2002

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Дисперсионный анализ данных по влиянию комплексного применения агрохимикатов на урожайность зерна ярового ячменя в условиях серой лесной почвы (2018 г.)

Варианты опыта	Повторения			Сумма, V	Средние
	I	II	III		
Контроль (без удобрений)	1,90	1,76	1,93	5,59	1,86
Ризоагрин	2,32	2,14	2,07	6,53	2,18
Ризоагрин +Тенсо Коктейль	2,42	2,66	2,70	7,78	2,59
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	4,04	3,95	4,15	12,14	4,05
Сумма, P	10,68	10,51	10,85	32,04	

$$N=12$$

$$C = (32,04)^2 : 12 = 85,5468$$

$$C_y = 94,048 - C = 8,5012$$

$$C_v = 281,797 : 3 - C = 8,385533$$

$$C_p = 342,245 : 4 - C = 0,01445$$

$$C_z = 0,101217$$

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	8,5012	11	-	-	-
Повторений	0,01445	2	-	-	-
Вариантов	8,385533	3	2,7951776	165,7	4,76
Остаток	0,101217	6	0,0168695	-	-

$$Sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0168695}{3}} = 0,1060485$$

$$HCP_{05} = 2,45 \cdot 0,1060485 = 0,2598188 \approx 0,26 \text{ (т/га)}.$$

## Приложение 2

Дисперсионный анализ данных по влиянию комплексного применения агрохимикатов на урожайность соломы ярового ячменя в условиях серой лесной почвы (2018 г.)

Варианты опыта	Повторения			Сумма, V	Средние
	I	II	III		
Контроль (без удобрений)	2,19	1,97	2,21	6,37	2,12
Ризоагрин	2,38	2,48	2,80	7,66	2,55
Ризоагрин +Тенсо Коктейль	3,13	3,05	2,76	8,94	2,98
Ризоагрин+Тенсо Коктейль+ N50P26K26	4,87	4,65	4,83	14,35	4,78
Сумма, P	12,57	12,15	12,60	37,32	

$$N=12$$

$$C = (37,32)^2 : 12 = 116,0652$$

$$C_y = 128,6012 - C = 12,536$$

$$C_v = 385,099 : 3 - C = 12,30113$$

$$C_p = 464,3874 : 4 - C = 0,03165$$

$$C_z = 0,20322$$

## Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	12,536	11	-	-	-
Повторений	0,03165	2	-	-	-
Вариантов	12,30113	3	4,1003766	121,06	4,76
Остаток	0,20322	6	0,03387	-	-

$$Sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,03387}{3}} = 0,1502664$$

$$HCP_{05} = 2,45 \cdot 0,1502664 = 0,3681526 \approx 0,37 \text{ (т/га)}.$$