

**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:

**ДЕЙСТВИЕ БИОУДОБРЕНИЯ УНИФОС И МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В
УСЛОВИЯХ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ**

Выполнила: студентка Б151-04 группы
IV курса агрономического факультета

Савдиярова Р.И.

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

Гилязов М.Ю.

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	3
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	5
1.1. Роль удобрений в повышении урожайности и качества урожая сельскохозяйственных культур	5
1.2. Эффективность биоудобрений на посевах сельскохозяйственных культур	14
2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	21
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	26
3.1. Полевая всхожесть семян и сохранность растений яровой пшеницы в зависимости от использованных агрохимикатов	26
3.2. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на урожайность яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы	28
3.3. Влияние агрохимикатов на структуру урожая	31
3.4. Действие удобрений на химический состав и хозяйственный вынос основных питательных элементов	33
3.5. Коэффициенты использования питательных элементов яровой пшеницей из почвы и удобрений	38
3.6. Экономическая эффективность применения агрохимикатов на посевах яровой пшеницы	41
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	48
ПРИЛОЖЕНИЯ	52
Приложение 1	52
Приложение 2	53
Приложение 4	55
Приложение 5	56
Приложение 6	57
Приложение 7	58
Приложение 8	59

ВВЕДЕНИЕ

Использование удобрений является мощным вмешательством человека в круговорот питательных веществ в агросистеме, в создание активного баланса в системе почва-удобрение-растение. Применение удобрений создает благоприятный режим питания растений макро- и микроэлементам, помогает регулировать обмен органических и минеральных соединений, что позволяет реализовать наибольшую продуктивность культур по таким показателям, как количество и качество урожая [Минеев, 2004].

Удобрения помогают обеспечить поддержание естественного плодородия почвы и его расширенного воспроизводства. Но максимально возможная эффективность удобрений, стоимость которых с каждым годом становится все выше и выше, может достигаться только в том случае, когда они используются строго в соответствии с биологическими потребностями растений; при этом необходимо обязательно учитывать уровень содержания в почве питательных веществ и свойства самих мелиорантов, то есть все агрохимические приемы должны осуществляться на основе научно обоснованной системы применения удобрений [Ефимов, 2002].

Для повышения воспроизводства плодородия почвы, улучшения круговорота веществ в земледелии и создания положительного баланса макро- и микроэлементов в системе почва-растение-удобрение важно по максимуму 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].

Одна из главных ролей в повышении урожайности большинства сельскохозяйственных культур принадлежит фосфорным минеральным удобрениям [Кореньков, 1976]. Однако фосфорные минеральные удобрения имеют неполную усвояемость и могут представлять экологическую опасность, изменяя кислотность почв, делая ее тем самым неблагоприятной

для выращивания различных культур в будущем, для которых данная кислотность непригодна для произрастания. В связи с этим разумное сокращение применения минеральных фосфорных удобрений за счет применения фосфатмобилизирующих бактериальных удобрений комплексного действия является актуальным при возделывании большинства сельскохозяйственных культур.

В последнее время в нашей стране и за рубежом разработан целый ряд бактериальных удобрений, обладающих комплексом полезных свойств, для повышения почвенной плодородности и продуктивности культурных растений, защиты их от патогенной микрофлоры, обогащения почвы доступными формами фосфора, повышения качества урожая, снижения норм внесения минеральных удобрений и пестицидов.

Внесение почву бактериальных удобрений позволяет улучшить минеральное питание растений и повысить урожайность сельскохозяйственных культур [Никитин, 2014]. Однако эффективность биоудобрений очень часто оказывается нестабильной и сильно колеблется в зависимости от погодных, климатических и эдафитных условий в целом, в том числе от насыщенности почвы минеральным фосфором [Бунтукова, 2006]. Следовательно, исследование комплексного применения минеральных и биологических удобрений представляет, на наш взгляд, определенное научное и практическое значение для всех регионов страны, что и стало побудительным мотивом для данной работы.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Роль удобрений в повышении урожайности и качества урожая сельскохозяйственных культур

Удобрение - это любой продукт натурального или синтетического происхождения, который применяется в почве или на ткани растения для снабжения одним или несколькими питательными веществами, необходимых для роста растений. Существует множество источников удобрений, как природных, так и промышленных.

Огромное значение удобрений в повышении плодородия почв и урожайности подтверждается многочисленными научными экспериментами, а также практикой мирового сельского хозяйства. По мнению экспертов, около половины всего прироста урожая происходит именно за счет применения в сельскохозяйственном производстве удобрений. Их эффективность в разных климатических условиях неодинакова и напрямую зависит от свойств почвы. Минеральные удобрения при правильном и рациональном использовании значительно увеличивают урожайность, а также улучшают качество продуктов, так что их использование вызывает высокий экономический эффект [Кореньков, 1985].

Вся история мирового сельского хозяйства свидетельствует о существовании прямой зависимости урожайности от количества используемых удобрений. Использование удобрений имеет большое значение для решения важных народнохозяйственных проблем, например, для увеличения производства зерна, пшеницы и обеспечения животноводства кормами. Эффективность минеральных удобрений зависит от их правильного применения в сочетании с органическими, химическими технологиями мелиорации, с использованием химических средств защиты растений, а также регуляторов роста в растущих сортах с высокой урожайностью [Гужвин, 2017].

По прогнозам ученых, к 2020 году население планеты возрастет до отметки 8,5 млрд. человек. При таких темпах увеличения населения главной задачей является обеспечение удовлетворения потребностей всего человечества. Закономерно требуется значительное увеличение урожайности для получения максимального урожая, и, следовательно, параллельно возрастает потребность использования удобрений, как и органических, так и минеральных. Органические удобрения, благодаря своему естественному природному происхождению, не оказывают значительного вреда окружающей среде. Но по-другому обстоят дела с удобрениями минеральными, которые могут представлять большую экологическую опасность при чрезмерном и нерациональном использовании.

Внесение удобрений - это самое сильное вмешательство человека в круговорот питательных элементов в земледелии, в создание активного баланса в системе почва-удобрение-растение. Удобрения создают оптимальный режим питания растений макро- и микроэлементам, направленно регулируют обмен органических и минеральных соединений, что позволяет реализовать потенциальную продуктивность растений по количеству и качеству урожая.

Удобрения могут не только обеспечить сохранение плодородия почв при росте урожайности культур, но и его расширенное воспроизводство. Однако, высокая эффективность удобрений, ставших, как известно, весьма дорогими, достигается лишь тогда, когда они вносятся в соответствии с биологическими требованиями растений, с учетом обеспеченности почв элементами питания и свойств самих удобрений, то есть на основе научно обоснованной системы применения удобрений.

Для расширенного воспроизводства плодородия почвы, улучшения круговорота веществ в земледелии и создания положительного баланса макро- и микроэлементов в системе почва-растение-удобрение важно максимально использовать все удобрительные ресурсы и факторы биологизации земледелия, которые никогда не утратят своего значения,

какими бы ни были темпы и объемы применения и изготовления промышленных удобрений.

Одна из ведущих ролей в повышении урожайности большинства сельскохозяйственных культур принадлежит фосфорным минеральным удобрениям. Однако фосфорные минеральные удобрения имеют высокую себестоимость и представляют значительную экологическую опасность, как при производстве, так и при нерациональном использовании. В связи с этим разумное сокращение доз минеральных фосфорных удобрений за счет применения биопрепаратов на основе фосфатомобилизующих микроорганизмов является актуальным при возделывании большинства сельскохозяйственных культур.

В почве фосфор можно встретить, как и в органической форме (фитин, глицерофосфат, остатки нуклеиновых кислот и др.), так и в виде труднорастворимых неорганических соединений (фосфаты кальция, железа, алюминия, входит в состав многих минералов). Именно в этих недоступных и малоподвижных формах преимущественно и содержится фосфор. Поэтому одной из главных задач для повышения продуктивности и рациональности земледелия является мобилизация фосфора из труднодоступных соединений.

В последнее время в нашей стране и за рубежом разработан целый ряд биоудобрений, обладающих комплексом полезных свойств, для повышения почвенного плодородия и продуктивности культурных растений, защиты их от фитопатогенной микрофлоры, обогащения почвы биологическим фосфором, повышения качества урожая, снижения норм внесения минеральных удобрений и пестицидов.

В наиболее распространенных ситуациях получение больших и стабильных приростов урожая лимитируется присутствием в почве недостаточного количества питательных веществ, а отсюда закономерно следует, что производство и использование удобрений, в составе которых в почву возвращаются недостающие сельскохозяйственным культурам макро-

и микроэлементы, остается основным направлением в повышении продуктивности агроэкосистемы в целом.

По данным научных исследований Соединенных Штатов Америки, прирост урожайности в этой стране годы после холодной войны был на 42 % обязан использованию в сельском хозяйстве минеральных удобрений, на 15-20 % - гербицидам и другим химическим средствам защиты растений, 15 % прироста приходилось на более совершенную агротехнику, 8 % - на гибридные семена, 5 % - на ирригацию и 11-18 % - на прочие факторы [Ягодин, 1989].

Эффективность удобрений зависит от многих факторов, поэтому вопросы рационального применения удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях и технологиях возделывания сельскохозяйственных культур является объектом постоянного исследования учеными [Хакимов, 2017].

Рациональная система удобрения способствует повышению эффективности удобрений 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 в целом [Ефимов, 2002]. Поэтому применение удобрений в каждой зоне и в каждом конкретном хозяйстве должно иметь свои особенности.

В нынешних условиях, когда удобрения стали чрезмерно дорогими и дефицитными, каждый килограмм неправильно использованных удобрений означает для народного хозяйства потери, исчисляемые миллионами рублей. Это вызывает необходимость совершенствовать приемы рационального использования удобрений с учетом потребностей растений и особенностей почв.

В настоящее время абсолютно необходимыми считаются 20 химических элементов, однако в практическом плане главными

лимитирующими факторами продуктивности агроландшафтов в подавляющем большинстве случаев представляется дефицит трех макроэлементов – азота, фосфора и калия.

Роль фосфора заключается не только в поддержании уровня скорости темпов роста и созревания, а так же имеет основополагающее значение для успешного развития растений как и на первых этапах, так и на всем пути их жизнедеятельности.

Фосфор - важнейший питательный элемент всех растений. В среднем его в растении содержится 0,5-1,5 % от массы сухого вещества. Он входит в состав важнейших органических соединений, активно участвующих в метаболизме растений: нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), нуклеопротеидов, фосфопротеидов, фосфатидов (фосфолипидов), макроэргических соединений (АТФ и др.), сахарофосфатов, фитина, витаминов и др. [Минеев, 2004].

Все эти вещества имеют огромное значение для всех живых организмов. В частности, нуклеиновые кислоты играют важнейшую роль в обмене веществ в растительных организмах. Они являются также носителями наследственных свойств живых организмов. Поэтому трудно переоценить роль фосфора в этих жизненно важных процессах у растений.

Кроме того, фосфор является важнейшей составной частью макроэргических соединений, без которых не может протекать ни один процесс в клетке растения, а, следовательно, не могут образовываться важнейшие для питания человека и животных органические вещества. Нельзя не отметить также большое значение фосфора как элемента, входящего в состав витаминов - незаменимых питательных микроэлементов, которые жизненно необходимы для нормальной работы организма [Нарушева, 2008].

В круговороте веществ в биосфере все соединения, содержащие фосфор, являются малорастворимыми или вообще не растворяются. В почве фосфор, как правило, содержится в виде органических соединений (фитин, глицерофосфат, остатки нуклеиновых кислот и других соединений), а также

в виде труднорастворимых неорганических его соединений. Основное количество органического фосфора почвы сосредоточено в виде фитина.

Несмотря на высокое общее содержание фосфора, в почвах он преимущественно находится в малоподвижных формах. Степень его использования растениями из почвы составляет лишь 3-5%.

Растениям фосфор в чистом виде не доступен, поэтому так необходимо обеспечить сельскохозяйственным продовольственным культурам достаточную удобренность почв фосфором именно в той форме, в котором он может с легкостью усвоиться. [Воробейков, 1998]

Естественные источники пополнения запасов доступного для растений фосфора в почвах не существуют в природе, а потребность культур в этом элементе очень высока. Так, за вегетационный период растения выносят из почвы от 20 до 60 кг/га оксида фосфора (P_2O_5). Процесс перехода минеральных и органических соединений фосфора в доступные формы идет довольно медленно, поэтому, чтобы обеспечить полноценное фосфорное питание культур и получить высокие урожаи, необходимо регулярное пополнение запасов этого элемента в почвах с помощью обогащения их фосфорными удобрениями.

В зависимости от степени растворимости в воде и доступности для культур фосфорсодержащие удобрения делят на три группы: легкодоступные для растений, фосфор в которых находится в водорастворимой форме (суперфосфат простой, суперфосфат двойной); доступные, содержащие фосфор, растворимый в слабых кислотах или в щелочном растворе (термофосфаты, преципитат, обесфторенный фосфат, томасшлак); труднодоступные, растворимые только в сильных кислотах (фосфоритная и костяная мука).

Самым распространенным из фосфорных соединений является суперфосфат. Помимо монокальцийфосфата и фосфорной кислоты он содержит также микроэлементы магний и серу. Часть доступного культурам оксида фосфора (P_2O_5) составляет в суперфосфате 14 – 20%, а общее

содержание усваиваемого макроэлемента – от 88 до 98%. Как более концентрированное фосфорное удобрение применяют суперфосфат двойной, доля водорастворимого оксида фосфора в котором значительно выше – от 42 до 49%. Еще одно отличие – отсутствие в двойном суперфосфате гипса. Этот препарат превосходит суперфосфат простой по эффективности благодаря меньшему расходу и более мощному воздействию. Но для культур, положительно реагирующих на гипсовые добавки, предпочтительнее использовать простой суперфосфат.

Оба вида удобрений могут применяться для любых культур как самостоятельно, так и в составе питательных смесей, без каких-либо ограничений по типу почв. После внесения в почву они требуют немедленной заделки, так как отличаются высокой скоростью перехода в труднодоступные формы.

Очень популярны сложные фосфорсодержащие удобрения – аммофос, диаммофос, азофоска (NPK), нитроаммофоска, нитрофос, карбоаммофос. Аммофос состоит из легкодоступных для культур форм фосфора и азота, не содержит хлора и нитратов. Фосфор, находящийся в нем в виде фосфата аммония, обладает высокой подвижностью в почвах и легко проникает в более глубокие горизонты. Применяют как в качестве основного удобрения, так и для подкормок. Диаммофос – вариант с более высокой концентрацией. Он способен снижать кислотность почвы и повышать ее щелочную реакцию. Как и большинство фосфорных удобрений, диаммофос можно применять в комплексе с органическими компонентами (навоз, птичий помет, перегной и пр.) [Базилинская, 1989].

В качестве источника фосфора используются также жидкие комплексные удобрения (ЖКУ), представляющие собой суспензии или водные растворы. Они обладают высокой технологической и агроэкономической эффективностью. Благодаря легкости в применении и незначительности влияния погодного фактора, отсутствию токсичных и взрывоопасных качеств, высокой степени доступности для культур,

возможности применения как для корневой, так и для листовой подкормки, а также совместимости их с различными микроэлементами, пестицидами, стимуляторами роста, что позволяет одновременно обрабатывать культуры комбинированными смесями, эти удобрения становятся все более востребованы в сельскохозяйственном производстве.

В сельском хозяйстве как основной отрасли, потребляющей фосфорные соединения, проблема дефицита доступного фосфора в почве решается путем регулярного внесения минеральных удобрений. Однако только 10—30% вносимых фосфорных удобрений ассимилируется растениями, а большая часть их переходит в труднодоступную для растений форму или вымывается с грунтовыми водами. Альтернативой чрезмерного использования фосфорных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур является мобилизация фосфатов из нерастворимых соединений за счет использования фосфатмобилизирующих микроорганизмов, способных переводить нерастворимые фосфаты из удобрений и почвы в растворимую форму [Щербаков, 2013].

Эффективность удобрений в огромной степени зависит от правильного выбора доз, сроков и способов внесения удобрений под те или иные культуры с учетом обеспеченности почв питательными веществами. В последние годы во многих хозяйствах допускаются серьезные нарушения в технологии применения удобрений. Причинами этого являются: резкое снижение применения удобрений, нарушение научно обоснованных соотношений питательных веществ в поставляемых минеральных удобрениях и неритмичное, несвоевременное поступление удобрений в хозяйства.

При неумелом и неправильном внесении удобрений не только снижается их окупаемость, но также они могут превратиться в свою противоположность: ухудшить агрохимические и агрофизические свойства почв, подавлять активность животных, находящихся в почве, и

микроорганизмов, оказать токсичное 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 актуальным.

1.2. Эффективность биоудобрений на посевах сельскохозяйственных культур

Одну из самых главных роль в поддержании плодородия почв играют почвенные бактерии и микроорганизмы, которые в процессе своей жизнедеятельности улучшают механическую структуру почвы, накапливают питательные элементы для растений и сельскохозяйственных культур, способствуют повышению коэффициента использования минеральных и органических удобрений, и тем самым - повышению урожая как такового. Деятельность почвенных микроорганизмов стимулирует применение различных бактериальных удобрений, которые обогащают почву и особенно ризосферу растений полезной микрофлорой.

Таким образом, можно утверждать, что комплексное использование минеральных и биологических удобрений является ключом к сохранению плодородия почвы и повышения урожайности мирового хозяйства в целом. Ведь одинаковое значение имеет как и получение высокого урожая для полного удовлетворения потребностей населения, так и бережное отношение к окружающей среде и сохранение ее благоприятных условий для будущих поколений [Воробейков, 1998]

Использование бактериальных удобрений позволяет улучшить минеральное питание растений и повысить урожайность сельскохозяйственных культур. При этом, как показывает практика, вред на окружающую среду при этом оказывается минимальный, а в некоторых случаях, наоборот, именно использование биопрепаратов позволяет истощенной почве восстановить свои ресурсы для последующей продуктивности.

Переход сельского хозяйства на данную систему удобрений биопрепаратами в будущем позволит многим промышленно развитым странам практически полностью обеспечивать себя продуктами питания без ущерба окружающей среде.

В современных условиях функционирования земледелия при резком сокращении применения минеральных и органических удобрений и их высокой цене у производителя возрастает потребность использовать в агротехнологиях другие источники питания растений. Это все может быть достигнуто в результате дополнительного использования биопрепаратов и биоудобрений на посевах сельскохозяйственных культур.

Также стоит отметить главное отличие бактериальных удобрений от органических – они абсолютно безвредны как и для почвы, так и для самих растений, они не имеют свойства накапливаться и загрязнять окружающую среду. В этом заключается их огромное преимущество. С помощью биологических удобрений можно значительно сократить использование минеральных удобрений и тем самым снизить содержание нитратов в почве, растениях и плодах [Базилинская, 1989].

Проблема микробиологической мобилизации органического фосфора отнесена в настоящее время к числу наиважнейших в области биологических исследований во всех индустриально развитых и многих развивающихся странах [Завалин, 2006].

Государственная политика Российской Федерации по отношению к сельскому хозяйству на сегодня также меняется в сторону экологизации и биологизации земледелия. Развитие и внедрение экологически ориентированных систем сельского хозяйства, получение экологически чистых продуктов питания является одним из наиболее перспективных направлений развития современного сельскохозяйственного производства [Ивенин, 2008].

В повышении плодородия почвы большая роль принадлежит различным почвенным микроорганизмам, которые в процессе своего роста и развития улучшают структуру почвы, накапливают питательные вещества для растений, способствуют повышению коэффициента использования минеральных и органических удобрений, и тем самым повышению урожая. Деятельность почвенных микроорганизмов стимулирует применение

различных бактериальных удобрений, которые обогащают почву и особенно ризосферу растений полезной микрофлорой.

Бактериальные удобрения представляют собой препараты – микробиологические инокулянты, которые улучшают питание всех зеленых культур. В своем составе они не имеют питательных веществ. При попадании удобрений в грунт они обеспечивают усиление биохимических процессов и способствуют более качественному питанию растений.

Что такое бактерии — к бактериям относятся микроорганизмы, не содержащие в своем составе ядро. Существуют они в виде сверхцарств или доменов. Как известно многим, жизнь на планете зародилась именно в виде бактерий и спустя миллионы лет они до сих пор присутствуют в нашем мире, в качестве незаменимых помощников или безжалостных убийц.

Во все времена люди боролись с болезнетворной микрофлорой и эпидемиями, истребляющими целые города. Но сегодня, благодаря биотехнологии, мы знаем и постоянно используем множество полезных бактерий, которые нам помогают и поддерживают жизнь [Анспок, 1990].

В последнее время среди различных групп представителей фосфатомобилизации большое внимание привлекают бактерии рода *Pseudomonas*, в частности, *P. fluorescens*, *P. aeruginosa*. Данный род включает в себя микроорганизмы, характеризующиеся способностью к активной колонизации ризосферы высших растений, быстрой скоростью роста как в ризосфере, так и в условиях промышленного культивирования, не требовательностью к составу питательных сред, а помимо фосфатмобилизующей активности, способностью продуцировать различные биологически активные метаболиты.

Представители других родов, несмотря на их возможно высокую фосфатмобилизующую активность, видятся менее перспективными, поскольку либо относятся к родам бактерий - условным патогеном человека, животных, растений, либо слабо изученным или не отвечающим высоким технологическим требованиям. Основным механизмом, обеспечивающим

мобилизацию труднодоступных соединений фосфора, является выработка микроорганизмами различных органических кислот. Набор таких кислот чрезвычайно разнообразен, микроорганизмы продуцируют пировиноградную, уксусную, щавелевую, уксусную, яблочную, молочную, лимонную кислоты. Кроме того, продукция органических кислот часто сопряжена с выработкой фосфатаз, чаще всего щелочных, а также других биологически активных метаболитов, таких как ИУК, сидерофоры, антифунгальные метаболиты [Щербаков, 2013].

Важнейшим экологическим фактором, определяющим интенсивность мобилизации фосфора, является содержание в почве его минеральной формы Ягодин Б.А. и др., (1989) отмечает, что: «Установление благоприятного сочетания биологического фосфора и фосфора минеральных удобрений в питании сельскохозяйственных культур позволяет сбалансировать круговорот питательных веществ в земледелии, не вызывая нарушения равновесия в окружающей среде, в частности в биогеоценозах». Вследствие этого изучение биологической мобилизации фосфора на фоне применения минерального фосфора имеет не только теоретический, но и громадный практический интерес».

По данным инокуляция семян яровой пшеницы Унифосом, повышало сбор зерна на 2,3-2,6 ц/га на фоне $P_{45}K_{60}$ и на 3,0-3,4 ц/га - на фоне $N_{30}P_{45}K_{60}$, что было эквивалентно внесению фосфорного удобрения в дозе P_{30} [Завалин, 2006].

В условиях Саратовской области урожайность гречихи от инокуляции семян Унифосом увеличилась на 0,35-0,59 т/га. Наибольшая прибавка (0,68-1,03 т/га) получена от совместного применения биопрепарата Унифос и минерального фосфора на фоне заправки соломы [Нарушева, 2008].

Информация о влиянии микроэлементов на активность мобилизации фосфора, достаточно скупа [Мамиев, 2016].

Как известно, агрохимическая и физиологическая роль микроэлементов многогранна. Они улучшают обмен веществ в растениях,

устраняют его функциональные нарушения и содействуют нормальному течению физиолого-биохимических процессов, влияют на процессы синтеза хлорофилла и повышают интенсивность фотосинтеза. Под действием микроэлементов увеличивается устойчивость растений к грибным и бактериальным болезням, к таким неблагоприятным условиям внешней среды, как недостаток влаги в почве, пониженные или повышенные температуры, тяжелые условия зимовки и т. д. [Анспок, 1990].

Самой главной зерновой культурой нашей страны, как и во многих других странах мира, является яровая пшеница. В зерновом производстве Российской Федерации удельный вес яровой пшеницы очень велик. Валовой сбор зерна яровой пшеницы за 2013-2017 гг. оставил более 43%.

Общее содержание белка в зерне яровой пшеницы достаточно велико - 16-18% от общей массы. Максимальное количество белка содержится в зерне твердых сортов. Из такой муки в процессе переработки получают такие продукты, как манная крупа, макароны, вермишель, макаронные изделия, а мука мягких сортов используется в хлебопекарне в качестве улучшителя. Российские сорта яровой пшеницы обладают высокими технологическими свойствами, широко известными по всему миру.

Яровая пшеница – не очень прихотливая культура, поэтому она имеет достаточно большой ареал возделывания. Её выращивают повсеместно: на севере посевы яровой пшеницы доходят до Полярного круга, а на юге, востоке и западе страны – вплоть до самой границы. Особый скачок в посевной площади и ускоренные темпы распространения данная сельскохозяйственная культура получила еще в годы Советской власти. В 1933 г. она занимала 24,7 млн. га, а в 1987 г. – более 45 млн. га.

Большее половины территории возделывания яровой пшеницы сосредоточено в засушливых и острозасушливых районах, а также в районах недостаточно увлажненных. Только самую малую часть от общих посевов яровой пшеницы по территории Российской Федерации занимают районы,

обеспеченные влагой на достаточном уровне. Основные зоны возделывания данной культуры – Поволжье, Урал, Западная и Восточная Сибирь.

В культуре яровой пшеницы существует два вида: твердая и мягкая. В посевах нашей страны преимущественно преобладает именно мягкий сорт. Твердые же сорта занимают лишь 15-20% от общей площади посевов. Как правило, они высеваются в степной зоне, в основном по низам и середине Урала, в Оренбургской и Ростовской области, в Поволжье, Зауралье, Западной Сибири, степных районах Кубани и в Центрально-Черноземной зоне.

На сегодняшний день Российская Федерация занимает лидирующие места по площадям посева твердой яровой пшеницы в мировом земледелии. Также активно принимаются меры по дальнейшему расширению зон высева, увеличения общего производства в районах Юго-Востока и Западной Сибири, которые уже издавна известны возделыванием своих местных твердых пшениц.

Средняя урожайность этой культуры по России составляет более 17 ц/га. Дальнейшее увеличение производства зерна яровой пшеницы, в особенности мягких сортов, а также и твердых – одна из самых главных задач не только отечественного, но и мирового земледелия в целом [Никитин, 2014]

Таким образом, эффективность биопрепаратов, содержащих фосфатомобилизирующие микроорганизмы, зависит от множества биотических и абиотических факторов. Исходя из этого, целью нашего исследования явилась оценка эффективности совместного применения на посевах яровой пшеницы бактериального удобрения Унифос на удобренном и удобренном фонах, в том числе используя для предпосевной обработки микроэлементов.

Основные задачи исследования были определены таким образом:

1. Установить влияние комплексного применения бактериального удобрения Унифос и минеральных удобрений на урожайность и структуру урожая яровой пшеницы;

2. Оценить влияние полных и заниженных норм фосфорного минерального удобрения, бактериальных удобрений на химический состав урожая, хозяйственный вынос и коэффициенты использования основных макроэлементов растениями;

3. Оценить экономическую эффективность комплексного использования агрохимикатов на посевах яровой пшеницы.

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовательская работа проводилась в условиях среднесуглинистой серой лесной почвы на территории учебного сада агрономического факультета Казанского ГАУ. Учетная площадь делянок 0,5 м², повторность опыта была четырехкратная. Размещение делянок систематическое. Норма высева – 5 млн. шт./га, глубина заделки – 4-5 см,

Схема опыта (таблица 2.1) предусматривала изучение влияния бактериального удобрения Унифос, полного и неполного минерального удобрения (NPK).

Таблица 2.1

Схема опыта

№ п/п	Варианты опыта
1	Контроль (без удобрений и биопрепарата)
2	Обработка семян (Унифос)
3	N _{100%} P _{100%} K _{100%}
4	Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{100%} K _{100%}
5	Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{75%} K _{100%}

Унифос - фосфорное бактериальное удобрение комплексного действия для овощных, плодово-ягодных, декоративных и цветочных культур.

Действие препарата:

- переводит недоступные формы фосфора в почве в доступную форму для растения;
- стимулирует рост и развитие растений;
- повышает их устойчивость к корневым гнилям;
- ограничивает поступление и накопление в растениях нитратов;
- повышает урожайность и качество продукции.



Рис. 2.1: Общий вид опытного поля

Основные агрохимические показатели пахотного слоя почвы опытного участка непосредственно перед посевом яровой пшеницы даны в таблице 2.

Таблица 2.2

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (2017)

Тип, подтип, разговидность почвы, слой (см)	Содержание гумуса, %	Емкость катионного обмена, ммоль/100 г	pНсол.	Содержание подвижных форм, мг/кг	
				P2O5	K2O
2017 г. (перед посевом яровой пшеницы)					
Серая лесная среднесуглинистая, Ап 0-25	3,1 I*	20,9 III*	5,3 IV*	145 IV*	134 IV*

Примечание: * - класс обеспеченности (кислотности) почвы

Почва опытного участка характеризуется низким содержанием гумуса, слабокислой реакцией, повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия, что является вполне типичной для Предкамской зоны Республики Татарстан.

Погодно-климатические условия, сложившиеся во время проведения опытов, представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Метеоусловия за период апрель-сентябрь, 2017 год

Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя температура (°C)	+5	+14	+18	+20	+18	+12
минимальная температура (°C)	-1	+6	+12	+14	+12	+7
максимальная температура (°C)	+10	+20	+24	+26	+23	+17
Норма осадков (мм)	37	36	61	71	47	55

Погодные условия для выращивания яровой пшеницы оказались достаточно благоприятными. В апреле, перед посевом яровой пшеницы, установилась относительно теплая и влажная погода. Количество осадков не превышало среднемноголетние данные. Погодные условия были теплыми, ясными и без осадков, что благоприятствовало посеву яровых. Во время посева, то есть 6-го мая, совместно с семенами, был внесен простой аммонизированный суперфосфат, аммиачную селитру и хлористый калий. Осадки, выпавшие после посева яровой пшеницы, способствовали дружному появлению всходов. Условия дальнейшего произрастания яровой пшеницы сложились удовлетворительно.

В мае количество атмосферных осадков сопровождалось повышенной температурой воздуха. Осадки в основном выпали только во второй декаде мая. Однако в весьма ответственный для развития яровой пшеницы период –

в июне, установилась жаркая и сухая погода, особенно начиная со второй декады месяца. Температурный режим июля не отличался от среднегодовы́х показателей. Осадков выпало больше обычного на 15% и затрудняли уборочные работы яровых культур.

Норма внесения используемых удобрений была получена при расчете таблицы 2.4.

Таблица 2.4

Расчет норм удобрений под яровую пшеницу в 2017 г.

Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Нормативный вынос питательных элементов, кг/т	35	12	25
Хозяйственный вынос, кг/га	105	36	75
Содержание NPK в почве, мг/кг (гумус 3,1%)	23	145	134
Запасы NPK в почве, кг/га	69	435	402
Коэффициенты использования питательных элементов из почвы (КИП)	0,6	0,06	0,1
Ожидаемое поступление из почвы, кг/га	41,4	26,1	40,2
Дефицит, кг/га	63,6	9,9	34,8
Коэффициенты использования питательных элементов из минеральных удобрений (КИУ)	0,6	0,2	0,5
Норма внесения, кг д.в./га	106	50	70

Нормы удобрений рассчитаны расчетно-балансовым методом для получения 3,0 т/га урожая зерна яровой пшеницы (сорт Йолдыз) и составили N₁₀₆P₅₀K₇₀. Эти нормы внесения азота, фосфора и калия взяты нами за 100 %. (N_{100%}P_{100%}K_{100%}). В опыте использовали аммиачную селитру, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Все удобрения были внесены до посева на глубину пахотного слоя.

Анализы почв и растений проведены общепринятыми методами на кафедре агрохимии и почвоведении Казанского государственного аграрного университета и ФГБУ ЦАС «Татарский».

Статистическая обработка результатов учета урожайности проведена методом дисперсионного анализа [Доспехов, 1985] с использованием программ для Microsoft Excel 2012. Корреляционно-регрессионный анализ с помощью программы Statistica ver. 5.5 A for Windows.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Полевая всхожесть семян и сохранность растений яровой пшеницы в зависимости от использованных агрохимикатов

Яровая пшеница – исконно российская культура, которая возникла еще задолго до появления нашего современного общества и на данный момент возделывается не только в умеренных широтах России, но и далеко за ее пределами. Среди других яровых культур пшеница отличается наибольшей адаптационной способностью и неприхотливостью к почвенно-климатическим условиям. Она комфортно себя чувствует на слабощелочных и нейтральных почвах, и так же на слабокислых, но не переносит высоких значений pH; отличается повышенной устойчивостью к заморозкам и засухам. Зачастую яровая пшеница широко используется подсевами, когда часть озимых всходов погибает [Гирфанов, 1976].

Таблица 3.1.1

Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на полевую всхожесть и сохранность растений яровой пшеницы

Варианты опыта	Полевая всхожесть*		Сохранность растений к уборке	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Контроль (без удобрений)	376	75,2	329	87,5
Унифос (обработка семян)	395	79,0	349	88,4
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	380	76,0	339	89,2
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{75%} K _{100%}	391	78,2	340	87,0
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{100%} K _{100%}	390	78,0	342	87,7

Примечание.: * - Полевая всхожесть рассчитывается исходя из нормы высева всхожих семян, в нашем случае 5 млн. шт./га.

На контрольном варианте, то есть без обработки семян каким-либо агрохимикатом и без внесения удобрений в почву, полевая всхожесть зерна яровой пшеницы составила 376 шт./м₂, а сохранность растений при уборке – 329 шт./м₂.

На неудобренном фоне обработка семян Унифосом достоверно увеличила полевую всхожесть на 4%. При этом смело можно утверждать, что именно данный вариант смог обеспечить как и максимальную полевую всхожесть, так и сохранность растений в целом.

Внесение только полной дозы минеральной удобрений практически не оказало какого-либо влияния на рассматриваемые показатели. Так же минимальную разницу имеют как и варианты с комбинацией полных (Унифос+N_{100%}P_{100%}K_{100%}) и неполных доз (Унифос+N_{100%}P_{75%}K_{100%}) минеральных удобрений непосредственно с самим биопрепаратом Унифос. Но стоит отметить, что эти способы также оказали практически максимальный положительный эффект – увеличение полевой всхожести и сохранности.

Таким образом, можно сделать вывод, что главным фактором, влияющим на полевую всхожесть и сохранность растений яровой пшеницы сорта Йолдыз, является обработка семян Унифосом. Применение минеральных удобрений как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом не оказали существенной прибавки по исследуемым параметрам.

3.2. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на урожайность яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы

В данном разделе отображено влияние минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на урожайность яровой пшеницы (таблица 3.2.1).

Таблица 3.2.1

Влияние биопрепарата Унифос и минеральных удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы, т/га

Варианты опыта	Урожайность	Прибавки от		
		NPK	Унифоса	P* _{25%}
Контроль (без удобрений и биопрепарата)	1,92			
Обработка семян (Унифос)	2,09		0,17	
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,12	1,20		
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,28		0,16	0,15
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{75%} K _{100%}	3,13			
НСР ₀₅	0,14			

Примечание: * - P_{25%} равна 12 кг д.в./га

Неудобренная серая лесная почва и семена без предпосевной обработки обеспечили получение 1,92 т/га урожая зерна яровой пшеницы в среднем. На этом фоне обработка семян биопрепаратом Унифос привела к увеличению урожайности. Другие же приемы, такие, как обработка семян и внесение в почву минеральных удобрений, оказали более сильное влияние и дали более весомые прибавки. Максимальная прибавка зерна (1,2 т/га) яровой пшеницы была получена при использовании полной нормы минеральных удобрений. Стоит отметить, что снижение расчетной нормы

фосфорного удобрения на 25 % так же привело к достоверной прибавке (0,15 т/га).

Отсюда можно сделать вывод, что максимальное влияние на урожайность зерна яровой пшеницы в проведенном опыте принадлежит минеральным удобрениям. Применение фосфатомобилизирующего биопрепарата Унифос как отдельно, так и совместно с минеральными удобрениями дало статистически значимы прибавки (0,16-0,17 т/га), но они оказались в 7,0-7,5 раза меньше прибавок от полного минерального удобрения. Сравнивая прибавки урожая от 12 кг д.в./га фосфора (0,15 т/га) с прибавками от Унифоса (0,16-0,17 т/га, можно заключить, что инокуляция семян данным биопрепаратом оказалось примерно эквивалентной внесению около 13 кг д.в./га фосфора в составе минеральных удобрений.

Влияние биопрепарата Унифос и минеральных удобрений на урожайность соломы яровой пшеницы демонстрируется данными таблицы 3.2.2.

Таблица 3.2.2

Влияние биопрепарата Унифос и минеральных удобрений на урожайность соломы яровой пшеницы, т/га

Варианты опыта	Урожайность	Прибавки от		
		НРК	Унифоса	P* _{25%}
Контроль (без удобрений и биопрепарата)	2,16			
Обработка семян (Унифос)	2,36		0,20	
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,51	1,35		
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,66		0,15	
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{75%} K _{100%}	3,49			0,17

Продолжение таблицы 3.2.2

НСР ₀₅	0,15
-------------------	------

*Примечание: * - P_{25%} равна 12 кг д.в./га*

Неудобренная серая лесная почва и семена без предпосевной обработки обеспечили получение 2,16 т/га урожая соломы яровой пшеницы в среднем. На этом фоне обработка семян биопрепаратом Унифос привела к увеличению урожайности на 0,2 т/га. Другие же приемы, такие, как обработка семян и внесение в почву минеральных удобрений, оказали менее сильное влияние, но при этом дали статистически значимые прибавки (0,15-0,17 т/га). Максимальная прибавка соломы (1,35 т/га) яровой пшеницы была получена при использовании полной нормы минеральных удобрений.

Таким образом, можно сделать вывод, что главная роль в повышении урожайности яровой пшеницы (как зерна, так и соломы) принадлежит минеральным удобрениям. Несмотря на то, что на всех вариантах опыта были получены статистически достоверные прибавки, стоит отметить, что максимальные прибавки урожая были получены при применении минеральных удобрений (зерно – 1,2 т/га, солома – 1,35 т/га).

3.3. Влияние агрохимикатов на структуру урожая

В данном разделе отображено влияние минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на структуру урожая яровой пшеницы.

Таблица 3.3.1

Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на структуру урожая яровой пшеницы

Варианты опыта	Кол-во растений шт./м ²	Кол-во колосьев, шт./м ²	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Высота растений, см
Контроль (без удобрений и биопрепарата)	<u>329</u> 100	<u>331</u> 100	<u>15,5</u> 100	<u>37,4</u> 100	<u>81</u> 100
Обработка семян (Унифос)	<u>349</u> 106*	<u>357</u> 108	<u>15,6</u> 101	<u>37,5</u> 100	<u>81,2</u> 100
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	<u>339</u> 103	<u>365</u> 110	<u>20,9</u> 135	<u>40,9</u> 109	<u>90,5</u> 112
Обработка семян (Унифос) + N _{100%} P _{100%} K _{100%}	<u>342</u> 104	<u>373</u> 113	<u>21,4</u> 138	<u>41,1</u> 110	<u>90,7</u> 112
Обработка семян (Унифос) + N _{100%} P _{75%} K _{100%}	<u>340</u> 103	<u>368</u> 111	<u>20,8</u> 134	<u>40,9</u> 109	<u>90,3</u> 111

Примечание: * - в процентах к уровню контроля

Сразу можно сделать вывод, что наиболее сильный положительный эффект оказывают полное минеральное удобрение (без биопрепарата) наряду с неполным и комбинированным с Унифосом, увеличивая при этом:

- количество растений

- количество колосьев
- количество зерен в колосе
- массу 1000 зерен
- высоту растений

Данные методы оказались наиболее эффективными среди других испытуемых.

Наиболее сильное влияние на количество растений оказало применения биопрепарата Унифос без применения минеральных удобрений. Число колосьев значительно увеличилось при совместном использовании полной нормы минерального удобрения совместно с Унифосом.

Стоит отметить, что на количество зерен в колосе Унифос практически не повлиял, обеспечим при этом прибавку лишь в 1%. Самыми действенными методами, как уже обговаривалось выше, оказались те методы, в которых активно используются минеральные удобрения. Такая же картина наблюдается с таким показателем, как высота растений.

Можно сделать вывод, что главную роль во всех прибавках играет именно минеральное удобрение. Самыми действенными методами оказались:

1. Внесение полного минерального удобрения
2. Обработка семян Унифосом с использованием минеральных удобрений (как и в полной дозе ($P_{100\%}$), так и в неполной ($P_{75\%}$)).

Стоит отметить, что разница между этими приемами невелика, но существуют весьма существенные различия полученных параметров с данными, которые были получены в блоке без какой-либо обработки (контрольный блок).

3.4. Действие удобрений на химический состав и хозяйственный вынос основных питательных элементов

Химический состав растений является одним из наиболее важных критериев, который отображает и характеризует биологические особенности и потребность культуры в минеральных удобрениях.

Сильное влияние на химический состав растений оказывают почвенно-климатические условия, энергетические процессы в самом растении и, наиболее значимое для нас, минеральное питание. Различия в химическом составе культуры может определяться особенностями вида, а также особенностями морфологических органов [Живаев, 2007].

Важным агрохимическим показателем, и одновременно показателем качества урожая представляется содержание в сельскохозяйственных растениях основных абсолютно необходимых макроэлементов – азота, фосфора и калия. Для иллюстрации влияния испытанных агрохимикатов на элементный химический состав растений приведем данные по содержанию общего азота, фосфора и калия в зерне и соломе яровой пшеницы (таблицы 3.4.1 и 3.4.2).

Таблица 3.4.1

Содержание общего азота, фосфора и калия в зерне яровой пшеницы в
зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	Содержание общего*, %		
	азота	фосфора	калия
Контроль (без удобрений)	2,49	1,04	0,86
Унифос (обработка семян)	2,47	1,04	0,84
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,09	1,08	1,05
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{75%} K _{100%}	3,02	1,06	1,04

Продолжение таблицы 3.4.1

Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,08	1,09	1,06
--	------	------	------

Примечание: * - в процентах на абсолютно сухой вес

На контрольном варианте зерно яровой пшеницы содержало 2,49; 1,04 и 0,86 соответственно общего азота, фосфора и калия (таблица 3.4.1). Обработка семян биопрепаратом Унифос на неудобренном фоне существенного влияния на содержание макроэлементов в зерне не оказала.

Внесение полного минерального удобрения в расчетных нормах оказало наибольшее влияние на содержание всех трех макроэлементов. На этом фоне инокуляция семян Унифосом несколько повысила содержание калия и фосфора при одновременном снижении общего азота, хоть и незначительно.

Самый заметный эффект, увеличивающий содержание всех трех питательных элементов, был замечен при использовании всех тех вариантов, в которых есть использование минеральных удобрений как и в чистом виде, так и совместно с Унифосом в полных и неполных дозах. Разница между этими методами незначительна. Наибольший положительный эффект на содержание общего азота, фосфора и калия в зерне яровой пшеницы оказало внесение минерального удобрения без обработки семян биопрепаратом.

Таблица 3.4.2

Содержание общего азота, фосфора и калия в соломе яровой пшеницы в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	Содержание общего*, %		
	азота	фосфора	калия
Контроль (без удобрений)	0,50	0,22	1,21
Унифос (обработка семян)	0,49	0,22	1,18
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	0,66	0,25	1,46

Продолжение таблицы 3.4.2

Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{75%} K _{100%}	0,63	0,23	1,45
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{100%} K _{100%}	0,68	0,26	1,48

Примечание: * - в процентах на абсолютно сухой вес

Как видим, в соломе яровой пшеницы под действием агрохимикатов особенно сильно повысилось содержание общего калия.

Максимально ощутимое влияние на химический состав соломы оказало внесение полного минерального удобрения в комплексе с Унифосом. Так, по данному варианту опыта содержание общего азота, фосфора и калия выросло, по отношению к уровню контроля, соответственно в 2,3; 2,0 и 2,07 раза.

Хозяйственные выноса азота, фосфора и калия яровой пшеницей, рассчитанные исходя из урожайности зерна, соломы и содержания в них перечисленных питательных элементов, приведены в таблице 3.4.3.

Таблица 3.4.3

Изменение хозяйственного выноса азота, фосфора и калия яровой пшеницей
в зависимости от использованных удобрений

Варианты опыта	Азот	Фосфор	Калий
Вынос зерном, кг/га			
Контроль (без удобрений)	40,9	17,1	14,1
Унифос (обработка семян)	44,1	18,6	15,0
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	82,4	28,8	28,0
Обработка семян (Унифос) + N _{100%} P _{75%} K _{100%}	80,8	28,4	27,8
Обработка семян (Унифос) + N _{100%} P _{100%} K _{100%}	86,4	30,6	29,7
Вынос соломой, кг/га			
Контроль (без удобрений)	9,0	3,9	21,7
Унифос (обработка семян)	9,6	4,3	23,1

Продолжение таблицы 3.4.3

$N_{100\%}P_{100\%}K_{100\%}$	19,2	7,3	42,5
Обработка семян (Унифос) + $N_{100\%}P_{75\%}K_{100\%}$	18,2	6,7	42,0
Обработка семян (Унифос) + $N_{100\%}P_{100\%}K_{100\%}$	20,7	7,9	45,0
Хозяйственный вынос, кг/га			
Контроль (без удобрений)	49,9	21,0	35,8
Унифос (обработка семян)	53,7	22,9	38,1
$N_{100\%}P_{100\%}K_{100\%}$	101,6	36,1	70,5
Обработка семян (Унифос) + $N_{100\%}P_{75\%}K_{100\%}$	99,0	35,1	69,8
Обработка семян (Унифос) + $N_{100\%}P_{100\%}K_{100\%}$	107,1	38,5	74,7

На контрольных делянках, где никакие агрохимикаты не использовались, хозяйственный вынос азота, фосфора и калия зерном составил соответственно 49,9; 21,0 и 35,8 кг/га.

Предпосевная обработка семян Унифосом увеличила вынос питательных веществ незначительно: на 3,8 (азот), 1,9 (фосфор) и 2,3 (калий) кг/га.

Как и можно было ожидать, вынос всех питательных элементов резко увеличился под действием внесения полного минерального удобрения. Как видно, внесение $N_{100\%}P_{100\%}K_{100\%}$ увеличило хозяйственный вынос азота, фосфора и калия соответственно на 51,7; 15,1 и 34,7 кг/га, другими словами, вынос питательных элементов практически удвоился.

Наибольшее увеличение хозяйственного выноса всех трех макроэлементов произошло при комплексном применении полной нормы минерального удобрения и обработке семян Унифосом. При этом стоит отметить, что полученные результаты при данном варианте опыта не так уж и отличаются от результатов, полученных на фоне использования только полного минерального удобрения. Разница между ними составила 5,5; 2,4 и 4,2 кг/га азота, фосфора и калия соответственно. Это произошло, как за счет

резкого увеличения урожайности (см. табл. 3.2.1 и 3.2.2), так и заметного повышения концентрации питательных веществ в зерне и соломе (см. табл. 3.4.1 и 3.4.2).

Так же стоит обратить внимание на снижение хозяйственных выносов всех элементов, вызванного снижением расчетной нормы минерального фосфорного удобрения при использовании Унифоса, несмотря на то, что нормы внесения азота и калия остались неизменными. Как видно, уменьшение нормы минерального фосфора с 100 до 75 уменьшило, хоть и незначительно, хозяйственный вынос (кг/га): азота на 8,1; фосфора - 3,4 и калия - 4,3.

3.5. Коэффициенты использования питательных элементов яровой пшеницей из почвы и удобрений

Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений – важные агрохимические показатели, необходимые, как для прогнозирования величин ожидаемой урожайности исходя из запасов питательных веществ самой почвы, так и расчета норм внесения минеральных и органических удобрений для получения запланированной урожайности балансовыми методами. Как известно, коэффициенты использования питательных веществ почвы и удобрений подвержены большим колебаниям, поэтому они должны быть разработаны дифференцированно для каждого конкретного земельного участка, технологии возделывания и даже сорта той или иной сельскохозяйственной культуры. В связи с этим значительный теоретически и практически интерес представляет определение коэффициентов использования питательных веществ в любых полевых экспериментах с удобрениями [Корнилов, 1968].

Хозяйственные выносы азота, фосфора и калия яровой пшеницы, рассчитанные исходя из урожайности зерна, соломы и содержания в них перечисленных питательных элементов, приведены в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1

Изменение коэффициентов использования азота, фосфора и калия из серой лесной почвы яровой пшеницей в зависимости от обработки семян

Унифосом

Коэффициенты использования из почвы (КИП), *		
минерального азота**	подвижного фосфора***	обменного калия***
Контроль (без обработки семян Унифосом)		
0,723	0,048	0,089

Продолжение таблицы 3.5.1

Унифос (обработка семян)		
0,778	0,053	0,095

Примечание: * - почвенные запасы доступных форм питательных элементов: минерального азота – 69 кг/га; подвижного фосфора – 435 кг/га; обменного калия – 402 кг/га;

** - по рекомендациям М.Ю. Гилязова (1996);

*** - по методу Кирсанова.

По полученным результатам исследования можно сделать вывод, что инокуляция семян биопрепаратом увеличила коэффициенты использования из почвы (КИП) минерального азота на 0,055; подвижного фосфора на 0,05 и обменного калия на 0,06, по сравнению с контрольным опытом, в котором обработка семян Унифосом не проводилась.

Таблица 3.5.2

Изменение коэффициентов использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений яровой пшеницей в зависимости от норм удобрений и предпосевной обработки семян Унифосом

Варианты опыта	Коэффициенты использования из минеральных удобрений (КИУ)		
	азота	фосфора	калия
N _{100%} P _{100%} K _{100%}	0,488	0,302	0,496
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{75%} K _{100%}	0,566	0,321	0,453
Обработка семян (Унифос) +N _{100%} P _{100%} K _{100%}	0,504	0,312	0,523

По варианту с полным внесением минерального удобрения без обработки семян Унифосом, коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений составили соответственно 0,488; 0,302 и 0,496.

Инокуляция семян биопрепаратом на фоне полного минерального удобрения повысила коэффициенты использования азота, фосфора и калия минеральных удобрений соответственно на 0,016; 0,01 и 0,024. Как видно,

Унифос более заметно повысил на данном коэффициент использования не самого фосфора, а преимущественно азота и калия.

Обнаружилось большое влияние на величину коэффициента использования питательных веществ норм внесения самих удобрений. На фоне неполных норм фосфора ($P_{75\%}$), калий, азот, да и сам фосфор в том числе использовались растениями лучше, чем при полной норме ($P_{100\%}$).

Именно при этом варианте опыта были максимальные коэффициенты использования азота и фосфора (0,566 и 0,321 соответственно), но при этом заметно сократился коэффициент использования яровой пшеницей из удобрения калия. Самый большой коэффициент использования калия был получен при варианте использования Унифоса на фоне полного минерального удобрения (Унифос + $N_{100\%}P_{100\%}K_{100\%}$).

3.6. Экономическая эффективность применения агрохимикатов на посевах яровой пшеницы

Для решения вопроса о целесообразности внедрения в производство любых научных разработок обязательным условием представляется оценка их экономической эффективности.

Показатели экономической эффективности испытанных агрохимических приемов повышения урожайности яровой пшеницы на зерно представлены в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1

Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы на зерно в условиях серой лесной почвы в зависимости от применяемых удобрений (2017 г.)

Показатели	Варианты опыта				
	Контроль (без NPK и Унифоса)	Унифос (обработка семян)	N _{100%} P _{100%} K _{100%}	Унифос+ N _{100%} P _{75%} K _{100%}	Унифос+ N _{100%} P _{100%} K _{100%}
Урожайность зерна, т/га	1,92	2,09	3,12	3,13	3,28
Стоимость зерна*, руб./га	14400	15675	23400	23475	24600
Общие затраты**, руб./га	11754	11928	20125	19533	20294
Условная прибыль, руб./га	2646	3747	3275	3942	4306
Уровень рентабельности, %	22,5	31,4	16,3	20,2	21,2
Себестоимость зерна, руб./т	6122	5707	6450	6240	6187

Примечание: * - цена реализации зерна 7500 руб./т;

** - затраты рассчитаны по технологическим картам.

На контрольном варианте стоимость товарной продукции с одного гектара равнялась 14400 руб. Все агрохимические приемы, испытанные нами, увеличили стоимость основной продукции.

Обработка семян Унифосом на неудобренном фоне увеличила стоимость зерна на 1275 руб.

Внесение расчетных норм полного минерального удобрения ($N_{106}P_{38}K_{70}$) позволило довести стоимость основной продукции до 23400 руб./га. На этом фоне инокуляция семян Унифосом позволила получить дополнительную продукцию сумму 1200 руб./га. Дополнительная продукция, полученная на фоне неполной нормы минерального удобрения ($N_{106}P_{38}K_{70}$), оказалась значительно меньше - на 1125 руб./га.

Однако использование агрохимикатов привело к росту прямых и накладных затрат. Минимальный рост затрат наблюдался без внесения удобрений и Унифоса, а также от инокуляции семян на неудобренном фоне, а максимальный - от применения биопрепарата на удобренном фоне.

Возделывание яровой пшеницы во всех вариантах опыта оказалось экономически оправданным. Условная прибыль без использования минеральных удобрений и биопрепарата составила 2646 руб./га, с рентабельностью в 22,5%. Внесение расчетных норм полного минерального удобрения без биопрепаратов позволило получить с каждого гектара 3275 рублей условного чистого дохода с рентабельностью 16,3%. Дополнение минеральных удобрений Унифосом поправило экономическую эффективность, обеспечив получение с каждого гектара максимального условного чистого дохода – 4306 руб./га с рентабельностью 21,2%.

Снижение нормы фосфорного удобрения с 50 до 38 кг д.в./га привело к снижению размера условного чистого дохода на 364 руб./га.

Обработка семян Унифосом на неудобренном фоне обеспечила условную прибыль 3747 руб/га и максимальную рентабельность – 31,4%.

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рациональное потребление природных ресурсов и охрана экологии - одна из самых важных форм взаимодействия человечества и окружающего мира. Чем эти отношения лучше, тем положительнее их воздействие как на жизнь и здоровье человека и общества, так и на состояние окружающей человека природной среды.

Сельскохозяйственное производство очень сильно вмешивается в окружающую среду. Использование земель под нужды сельского хозяйства значительно изменяет естественную среду обитания растений и животных. Лишенные естественной растительности, деревьев, кустарников, территории, к сожалению, на сегодняшний день все чаще подвергаются ветровой и водной эрозии. Использование тяжелой техники ухудшает структурные свойства почвы, чрезмерное использование минеральных удобрений приводит к загрязнению окружающей среды в целом.

Наша главная задача - найти способы и технологии ведения сельскохозяйственного производства, которые смягчают или полностью устраняют негативные факторы, например, технологии точного земледелия.

Производства в одной отрасли сельского хозяйства могут иметь отрицательный эффект в других отраслях сельскохозяйственного производства. Такая деятельность включает использование некоторыми хозяйствами агрохимикатов, в частности, пестицидов (например, обработки посевов химическими средствами защиты растений могут повредить урожай соседних хозяйств), использование азотных удобрений (например, когда в результате оказывается загрязненным водоем, который используется другими хозяйствами) или вырубка леса, которая может привести, например, к повышению водных горизонтов и засолению близлежащих почв.

В результате на таких землях начинают произрастать только устойчивые к засолению сельскохозяйственные культуры. Вырубание

деревьев и лесов может привести к увеличению количества солей в реках до такой степени, что их воды станут непригодны ни для каких целей.

К общим нарушениям, вызываемым сельскохозяйственной деятельностью, следует отнести:

- загрязнение поверхностных вод (рек, озёр, морей) и деградация водных экосистем при эвтрофикации; загрязнение грунтовых вод;
- вырубка лесов и деградация лесных экосистем (обезлесивание);
- нарушение водного режима на значительных территориях (при осушении или орошении);
- опустынивание в результате комплексного нарушения почв и растительного покрова;
- уничтожение природных мест обитаний многих видов живых организмов и как следствие вымирание и исчезновение редких и прочих видов.

Еще одной актуальной проблемой является ухудшение качества сельскохозяйственной продукции в результате интенсивного ведения сельского хозяйства: уменьшение в продукции растениеводства содержания витаминов и микроэлементов и накопление в продукции, как растениеводства, так и животноводства вредных веществ (нитратов, пестицидов, гормонов, антибиотиков и т. п.).

В качестве возможных направлений решения экологических проблем сельского хозяйства следует рассматривать широкое использование:

- технологий точного земледелия;
- технологий почвозащитного земледелия;
- технологий органического сельского хозяйства;
- биологических удобрений и средств защиты растений.

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

Поддержание 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. Все это, в конечном счете, приведет к улучшению охраны здоровья населения и повышению физической активности каждого человека.

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Поэтому выпускник Казанского ГАУ, освоивший программы бакалавриата, должен обладать способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Занятия по физической культуре должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Таким образом, творческое использование физкультурно-спортивной деятельности направлено на достижение жизненно важных целей индивидуума и представляется важным фактором подъема производительности труда и саморазвития личности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. В условиях серой лесной почвы наиболее сильным фактором, повышающим урожайность яровой пшеницы, было внесение расчетных норм полного минерального удобрения. Нарушение соотношения между азотом, фосфором и калием, вызванное 25%-ным снижением расчетной нормы фосфора, привело снижению урожайности.

2. Статистически достоверные прибавки урожая зерна яровой пшеницы от биопрепарата Унифос и минеральных удобрений были получены на всех вариантах опыта, но самая крупная прибавка была получена от внесения непосредственно NPK.

3. Статистически достоверные прибавки урожая соломы яровой пшеницы от биопрепарата Унифос были получены только при инокуляции семян на удобренном фоне, а так же при использовании только минеральных удобрений без Унифоса.

4. Наибольший процент полевой всхожести и сохранности растений яровой пшеницы был получен при инокуляции семян биопрепаратом Унифосом на неудобренном фоне.

5. Самое сильное влияние на структуру урожая культуры оказало использование минеральных удобрений. Разницы между всеми полученными в данном исследовании результатами невелика, но при этом замечено отличие полученных параметров с теми, которые были сделаны в контрольном блоке без каких-либо удобрений.

6. Самый заметный эффект, увеличивающий содержание всех трех питательных элементов, был замечен при использовании всех тех вариантов, в которых есть использование минеральных удобрений как и в чистом виде, так и совместно с Унифосом в полных и неполных дозах. Разница между этими методами незначительна. Наибольший положительный эффект на

содержание общего азота, фосфора и калия в зерне яровой пшеницы оказало внесение минерального удобрения без обработки семян биопрепаратом.

7. Наибольшее увеличение хозяйственного выноса NPK произошло при комплексном применении полной нормы минерального удобрения и обработки семян Унифосом.

8. Самая большая величина условной прибыли (4306 руб/га) была получена при использовании биопрепарата Унифос на удобренном фоне ($N_{100\%}P_{100\%}K_{100\%}$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Ю.В. Качество растениеводческой продукции / Ю.В. Алексеев - Л.: Колос, 1978.- 256 с.
2. Аникет Д.М. О географии действия минеральных удобрений на урожай яровой пшеницы / Аникет Д.М.- М.: Агрохимия, 1969. – 297 с.
3. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применение удобрений в агроэкосистемах / А. Н. Аристархов - М.: ЦИНАО, 2000. - 522 с.
4. Акимова Т.А. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда / Акимова Т.А., Хаскин В. В. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 375 с.
5. Анспок, П.И. Микроудобрения. Справочник. 2-ое изд., перераб. и доп. / П.И. Анспок. - Л.: Агропромиздат, 1990. -272 с.
6. Артюшин А.М. Краткий словарь по удобрениям - 2-е изд. / Артюшин А.М., Державин Л.М. - М., 1984г. – 167 с.
7. Базилинская, М.В. Биоудобрения / М.В. Базилинская. - М.: Агропромиздат, 1989. - 128 с.
8. Боков В.А. Геоэкология / Боков В.А. – М.: Симферополь: Таврия, 1996. – 502 с.
9. Бунтукова, Е.К. Микроорганизмы в растениеводстве и биотехнологии / Е.К. Бунтукова, В.М. Пахомова. - Казань: Изд-во КГСХА, 2006. - 97 с.
10. Воробейков, Г.А. Микроорганизмы, урожай и биологизация земледелия / Г.А. Воробейков. – СПб, 1998. – 120 с.
11. Воронков Н. А. Экология общая, социальная, прикладная / Воронков Н. А. – М.:Агар, 2000. – 398 с.
12. Герна Р. Хранение микроорганизмов // Методы общей бактериологии: пер. с англ. / Р. Герна; под ред. Ф. Герхардта. — М.: Мир, 1983. — С. 512—534
13. Гилязов, М.Ю. Методические указания к выполнению лабораторно-практических занятий по агрохимии для студентов агрономического

- факультета /М.Ю. Гилязов, А.С. Билалова, И.А. Гайсин. – Казань: Офсетная лаборатория КГСХА, 1996. – 107 с.
14. Гирфанов В.К. Яровая пшеница / В.К. Гирфанов. - Уфа, 1976.- 296 с.
 15. Гужвин, С.А. Продуктивность посевов яровой пшеницы при применении биопрепаратов / С.А. Гужвин, В.Д. Кумачева //Инновации в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. – М., 2017. – С. 25-27.
 16. Доспехов, Б.А. Методика опытного дела. 5-е изд., перераб. и доп. / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
 17. Дятлова К.Д. Микробные препараты в растениеводстве // Соросовский журнал. — 2001. — № 5. — С. 17—22
 18. Ефимов, В.Н. Система удобрения / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко В.П. - М.: КолосС, 2002. - 320 с.
 19. 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.
 20. Журнал Химия и жизнь - XXI век, № 4, 1998г.
 21. Журнал Химия и бизнес, № 46, 2001 г.
 22. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай /А.А. Завалин. - М.: ВНИИА, 2005. - 302 с.
 23. Завалин, А.А. Влияние фосфорного удобрения и биопрепаратов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы на дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почве / А.А. Завалин, Н.С. Алметов, П.Н. Семенов, Т.М. Духанина // Агрохимия, 2006, № 6. - С. 33-39.
 24. Захаров Л. Н. Техника безопасности в химической лаборатории: Справочное издание. 2-е изд, перераб. и доп. / Л.Н. Захаров - Л.: Химия,1991.-336 с.
 25. Зефсус В.М. Отзывчивость сортов яровой пшеницы на минеральные удобрения / В.М. Зефсус, Н.Ф. Кочегарова // Сиб. Вестн. с.-х. наук. - М., 1981, №4.-с. 15-19

26. Зотов Б. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб и доп. /Б.И. Зотов, В. И. Курдюмов. - М.: Колос, 2003. - 432 с.
27. Ивенин, В.В. Влияние микробиологических препаратов и промежуточных культур на биологическую активность почвы и урожайность картофеля / В.В. Ивенин, А.Г. Левина, Г.А. Левин // Агрохимия и экология: история и современность. Материалы международной научно-практической конференции. Том 1 . -Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2008. - С. 143-145.
28. Константинов В.М. Охрана природы / Константинов В.М. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 462 с.
29. Кореньков Д.А. Агрохимия азотных удобрений / Д.А. Кореньков. - М.: Наука, 1976. – 209 с.
30. Кореньков, Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений / Д.А. Кореньков. - М.: Россельхозиздат, 1985. – 221 с.
31. Корнилов А.А. Биологические основы высоких урожаев зерновых культур. - М., «Колос», 1968.
32. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. — М.: Издательство Академии Наук СССР, 1958. — 462 с.
33. Мамиев, Д.М. Эффективность биопрепарата Экстрасол и микроудобрения Кристалон на посевах кукурузы / Д.М. Мамиев, Э.И. Кумсиев, А.А. Шалыгина // Горное сельское хозяйство. - 2016. - № 1. – С. 102-108.
34. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.
35. Нарушева, Е.А. Использование соломы и биопрепаратов в удобрении гречихи и повышении её урожайности / Е.А. Нарушева, Е.С. Юрченко, В.Б. Нарушев //Агрохимия и экология: история и современность. Материалы международной научно-практической конференции. Том 2. - Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2008. - С. 155-159.

36. Никитин, С.Н. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность яровой пшеницы / С.Н. Никитин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2014. - № 1. – С. 24-29.
37. Основы земледелия и растениеводства - 3-е изд. / Под ред. Никляева В.С. - М., 1990г.
38. Основы химической технологии / Под ред. И.П. Мухленова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1991. - 463 с
39. Панников, В.Д. О высокой культуре земледелия и росте урожаев /В.Д. Панников. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 372 с
40. Помазков Ю.И., Заец В.Г. Биологическая защита растений. — М.: Издательство РУДН, 1997. — 116 с
41. Хакимов, Е.И. Урожайность семян яровой пшеницы при применении удобрений / Е.И. Хакимов, Э.Ф. Вафина. // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 243-248.
42. Чумаченко Н.И., Янишевский Ф.В. Совершенствование методологии исследования фосфатного режима почв, оптимизация питания растений и баланса фосфора в экосистемах // Агрохимия. - 1999. - №1. - С. 94-96
43. Штефан В.К. Жизнь растений и удобрений - М., 1981г.
44. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин и др. / Под редакцией Б.А. Ягодина.– М.: Агропромиздат, 1989.– 639 с.
45. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко / Под редакцией Б.А. Ягодина.– М.: Колос, 2003.– 584 с.
46. Gerretsen F. The influeince of microorganisms on the phosphate in take by the plant // Planta. Soil. - 1948. - Vol. 1. - P. 51.
47. Tilman D, Cassman K.G and Polasky. Agricultural sustainability and intensive production practices // Nature. - 2006. - P. 671-677.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Метеорологические условия 2017 г.

Месяц/ показатели	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средняя температура (°C)	-13,8	-12,6	-5,9	+5,1	+13,5	+17,7	+19,9	+17,5	+11,5	+3,4	-4,2	
минимальная температура (°C)	-17,6	-16,8	-10	+0,4	+7,5	+11,9	+14,3	+11,9	+6,7	0	-7	-13,6
максимальная температура (°C)	-9,9	-8,4	-1,7	+9,8	+19,6	+23,6	+25,5	+23,2	+16,6	+6,9	-1,4	-6,7
Норма осадков (мм)	41	26	26	37	36	61	71	47	55	58		41

Приложение 2

Дисперсионный анализ данных по влиянию минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на урожайность зерна яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы (2017 г.), т/га

Варианты опыта	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
1. Абс. контроль [Без удобрений (NPK) и биоудобрений]	2,00	1,90	1,96	1,83	7,69	1,92
2. Обработка семян (унифос)	2,10	2,17	2,02	2,08	8,37	2,09
5. N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,29	3,13	3,08	2,98	12,48	3,12
9. Обработка семян (унифос) + N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,32	3,38	3,17	3,24	13,11	3,28
11. Обработка семян (унифос) + N _{100%} P _{75%} K _{100%}	3,23	2,97	3,24	3,07	12,51	3,13
Сумма, Р	13,94	13,55	13,47	13,2	54,16	

$$N=20$$

$$C = (54,16)^2 : 20 = 146,66528$$

$$C_y = 153,4836 - C = 6,81832$$

$$C_v = 613,316 : 4 - C = 6,66372$$

$$C_p = 733,607 : 5 - C = 0,05612$$

$$C_z = 0,09848$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	F ₀₅
Общая	6,81832	19	-	-	-
Повторений	0,05612	3	-	-	-
Вариантов	6,66372	4	1,66593	203,0	3,26
Остаток	0,09848	12	0,008206	-	-

$$S_d = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,008206}{4}} = 0,064057$$

$$HCP_{05} = 2,18 \cdot 0,064057 = 0,1396442 \approx 0,14 \text{ (т/га)}.$$

Приложение 3

Дисперсионный анализ данных по влиянию минеральных удобрений и биопрепарата Унифос на урожайность соломы яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы (2017 г.), т/га

Варианты опыта	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
1. Абс. контроль [Без удобрений (NPK) и биодобрений]	2,25	2,14	2,21	2,03	8,63	2,16
2. Обработка семян (унифос)	2,34	2,50	2,27	2,33	9,44	2,36
5. N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,64	3,58	3,44	3,37	14,03	3,51
9. Обработка семян (унифос) + N _{100%} P _{100%} K _{100%}	3,73	3,79	3,50	3,62	14,64	3,66
11. Обработка семян (унифос) + N _{100%} P _{75%} K _{100%}	3,58	3,36	3,58	3,43	13,95	3,49
Сумма, P	15,54	15,37	15	14,78	60,69	3,03

N=20

C = (60,69)² : 20 = 184,1638

C_y = 192,5297 – C = 8,3659

C_v = 769,364 : 4 – C = 8,1772

C_p = 921,1769 : 5 – C = 0,07158

C_z = 0,11712

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	F ₀₅
Общая	8,3659	19	-	-	-
Повторений	0,07158	3	-	-	-
Вариантов	8,1772	4	2,0443	209,4	3,26
Остаток	0,11712	12	0,00976	-	-

$$S_d = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00976}{4}} = 0,0698569$$

$$HCP_{05} = 2,18 \cdot 0,0698569 = 0,152288 \approx 0,15 \text{ (т/га)}$$

	тонн	Цена	Стоимость	
Семена - всего	22	15000	330000	
Внесение удобрений	Количество, т	Цена	Рублей	
из них органические				
ам. Селитра	28,6	12350	353210	
Дв. Суперфосфат	10,9	26510	288959	
хлористый калий	11,7	12040	140868	
Унифос	0	850000	0	
Средства защиты растений				
Дифезан, кг	3	1650	4950	
Пума супер 7,5, л	100	1830	183000	
Виап ТТ, л	55	2130	117150	

Амортизация	503,43	5042,83	
Текущий ремонт	75,51	7551,42	
Расход Г. Квар., ц	Цена	Сумма, руб	
ДТ., ц	41,53	3650	151690,3
Смаз мот	0,25	2174	548,1
6,07%			
Всего	41,78	152138,3985	

Тарифный фонд зарплаты	10212,81	
Доплаты:		
за продукцию	2553,20	
за качество и срок	10212,81	
	1327,67	
Повышенная оплата на уборке	14297,93	
Итого доплат	28391,61	
Оплата	3474,40	
Доплата за стаж	6311,82	
Итого зарплаты с отпусками	48390,64	
Всего зарплата с начислениями	61065,98	
в том числе на 1 гектар	610,69	
на 1 центнер	19,57	

Всего прямые затраты в том числе на 1 гектар	1846307,61
на 1 центнер	18463,08
	591,77
Прочие прямые затраты	42494,42
Накладные расходы	166167,69
Итого затрат	2012475,30
в том числе на 1 га	20124,75
себестоимость 1 ц продукции	645,02

