

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

Кафедра агрохимии и почвоведения

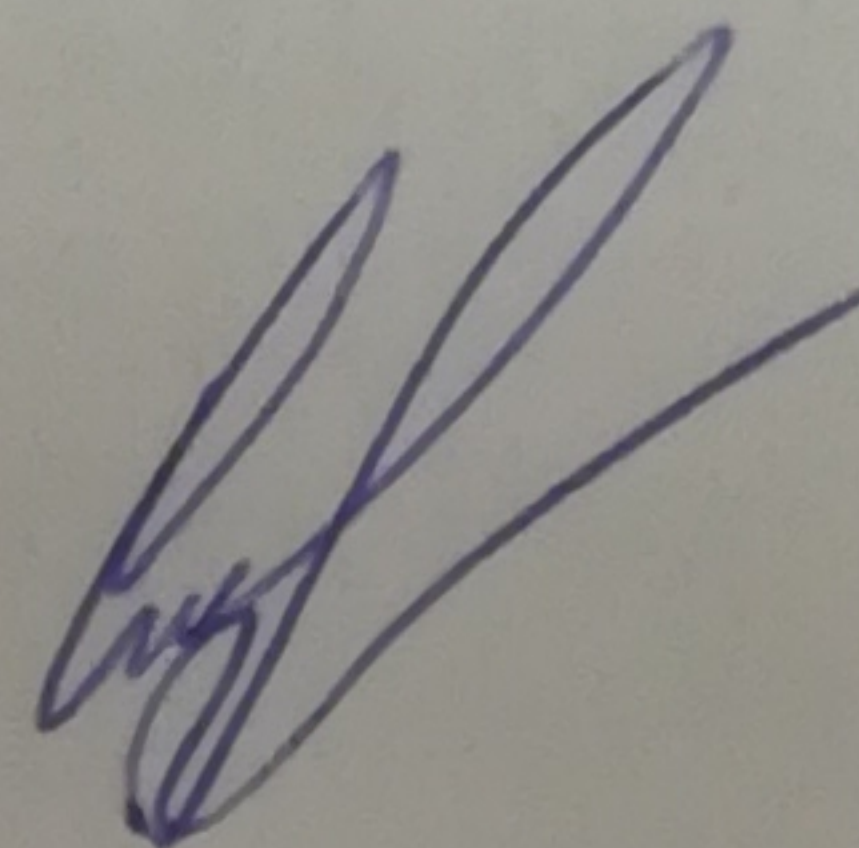
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

БАКАЛАВРА

по направлению «Агрохимия и почвоведение» на тему:

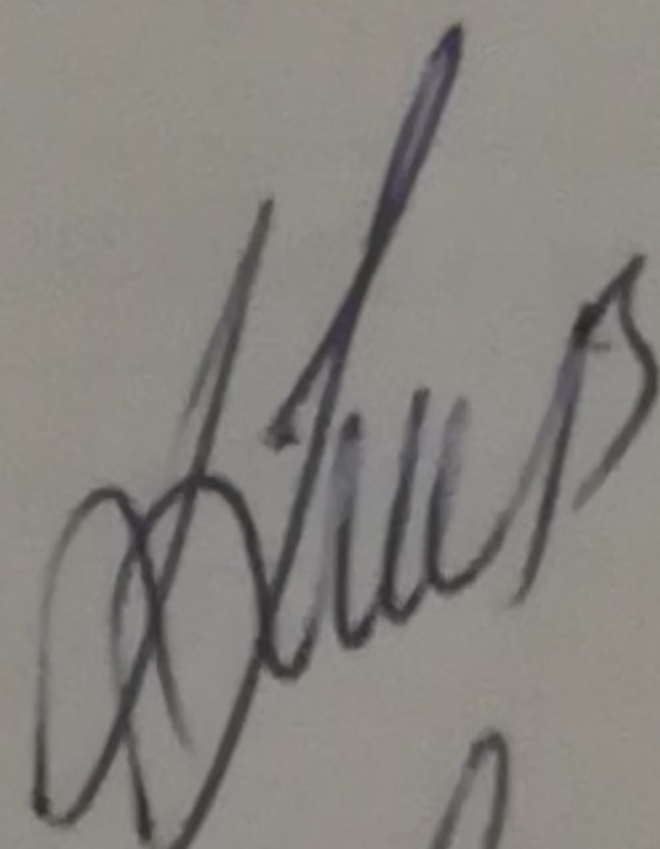
«Влияние различных форм калийных удобрений на урожайность озимой ржи
в условиях КФХ «Чыршы» Высокогорского района»

Выполнил – студент Б142- 02 группы
4 курса агрономического факультета



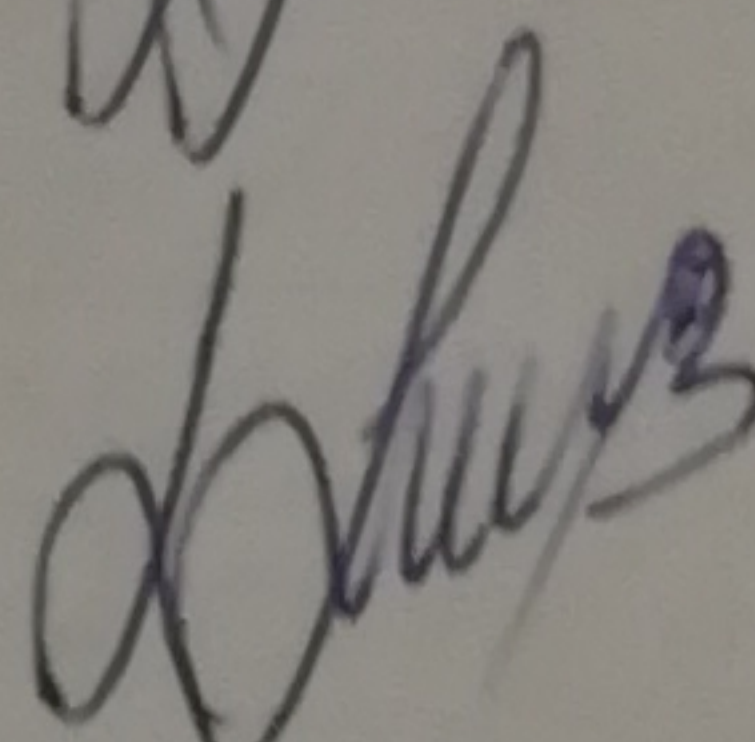
Сабитов Р.И.

Научный руководитель
доктор с.-х. наук, доцент



Миникаев Р.В.

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 г

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	4
1.1. Теоретические предпосылки применения калийных удобрений.....	4
1.2. Обеспеченность почв калием.....	6
1.3. Основные функции калия в жизни растений.....	10
2. ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА	16
2.1. Цель и задачи исследования.....	16
2.2. Условия проведения опыта.....	16
2.3. Схема опыта.....	17
2.4. Наблюдения, анализы и учет.....	19
2.5. Метеорологические условия.....	21
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	27
3.1. Структура и величина урожая озимой ржи «Тантана».....	27
3.2. Химический состав урожая озимой ржи «Тантана»...	31
3.3. Использование основных макроэлементов урожаем озимой ржи «Тантана».....	33
3.4. Показатели качества зерна озимой ржи.....	36
3.5. Экономическая эффективность применения удобрений.....	39
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	41

ВЫВОДЫ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ...	46
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

В районах, где возделывание озимой пшеницы ограничено природными условиями на первый план выходит озимая рожь.

Зерно озимой ржи содержит до 17% белка, 63% крахмала, 1,9 жира. Мука из этого зерна ценным пищевым продуктом, содержащий полноценные аминокислоты в 1,5 раза выше, чем в пшеничной муке.

Помимо хлебопекарной отрасли, зерно озимой ржи используют для создания спирта и в крахмально-паточной промышленности. Из-за высокого содержания витаминов, сахара, белка, очищенные зародыши используют для создания высокопитательных концентратов и лекарственных средств (Зинченко, 2001).

Солома также широко используется в промышленности для получения целлюлозы, сахара, лигнина и другой продукции (Кочурко, 2007).

Озимая рожь является хорошим предшественником для многих культур, так как при вегетации она угнетает сорные растения и оставляет много пожнивных остатков. При этом происходит улучшение структуры и фитосанитарного состояния почвы.

Предком культурной ржи является сорная рожь, поэтому у данной культуры высокие адаптивные свойства, что сказывается на ее урожайности.

«Озимая рожь во многих районах страны дает более высокие и устойчивые урожаи, чем яровые хлеба, хотя и уступает по урожайности яровой пшенице. Средняя урожайность озимой ржи по РФ составила 2-2,5 т/га, в РТ – около 3,0 т/га» - приводит данные И.П. Таланов в 2013 году.

Из-за большого количества калия в основной продукции озимой ржи, поэтому к калийному пищевому режиму предъявляются большие требования. Поэтому исследования влияния различных калийных удобрений под озимую рожь остается актуальнейшей проблемой на сегодняшний день.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

1.1. Теоретические предпосылки применения калийных удобрений.

Калий является важным элементом минерального питания растений, который занимает лидирующую позицию по выносу с урожаем сельскохозяйственными культурами.

«Тем не менее, мониторингу калийного состояния почв агроценозов уделяется наименьшее внимание» (Якименко, 2007).

«Анализ применения калийных удобрений по регионам России показал, что их вносят явно недостаточном количестве и их недооценка может привести к заметному снижению потенциальной продуктивности пахотных почв» (Шафран, 1994).

Невнимание к оптимизации калийного режима в агроценозах обосновывается высокими валовыми запасами этого элемента в основных пахотных почвах и, соответственно, низкой эффективностью его дополнительного внесения.

«Рациональное регулирование калийного состояния пахотных почв в немалой степени зависит от методики его оценки. Существующая система почвенной калийной диагностики - достаточно несовершенна и не всегда позволяет реально оценить эффективное плодородие почв» (Якименко, 2006).

«Применяемые в лаборатории, при определении содержания обменного калия в почвах, кислотные вытяжки часто дают завышенные результаты, создавая иллюзию относительно благополучной калийной обеспеченности пахотных угодий» (Прокошев, Дерюгин, 2005).

«Калийный фонд почв подразделяют на четыре взаимосвязанных компонента (формы), основываясь на прочности связи тех или иных групп катионов калия с почвенной твердой фазой: калий легкообменный (почвенного раствора)- обменный – необменный - минерального скелета (структурный). Первые три из них определяют эффективное плодородие почв

в отношении калия, что обуславливает необходимость их количественной оценки при мониторинге почвенного калийного состояния» (Якименко, 2006).

«Легкообменный калий в почвенном растворе представлен солями угольной, азотной, фосфорной кислот, концентрация его зависит от степени насыщения самой почвы калием и от общей концентрации солей в растворе» (Пчелкин, 1966).

Содержание легкообменного калия в почвах является довольно универсальным индексом обеспеченности культур почвенным калием: при сходных условиях калийного питания растений на разных почвах уровень легкообменного калия в них примерно одинаков, независимо от абсолютных значений содержания в этих почвах других калийных форм (Якименко, 2006).

«Многие исследователи научных учреждений и агрохимические службы считали, что в почве с высоким содержанием валового калия дефицита обменного калия не может быть. Исследования показали, что при сокращении поставок калийных удобрений сельскому хозяйству происходит повсеместное снижение обменного калия в почве. Во многих регионах калий по дефициту выходит на первое место, опережая азот и фосфор. Очевидно, почва способна поддерживать постоянный уровень концентрации обменного калия не бесконечно, и возможности пополнения его из трудногидролизуемых форм ограничены» (Пискунов, 2004).

«Дефицитный калийный баланс в агроценозе приводит к существенному снижению содержания обменного и необменного калия, главным образом, в пахотном слое почв. Имеющиеся внешне неизменные запасы калия в нижележащих почвенных слоях не в состоянии полноценно компенсировать истощенный калийный фонд пахотного горизонта, что проявляется в падении эффективности продукционного процесса выращиваемых на данной почве культур. Обнаруживаемое традиционными диагностическими методами уменьшение в почве запасов обменного и необменного калия не соответствует масштабам выноса этого элемента за относительно продолжительное время. Следовательно, в питании растений и поддержании

в почвах определенного уровня подвижных калийных форм значительную роль играет структурный калий почвенных минералов. При больших потерях этого калия нарушаются механизмы саморегуляции уровня почвенных калийных форм и происходит истощение их подвижных фракций, изменяется состав и свойства калийсодержащих минералов, деградирует эффективное и потенциальное плодородие почв. Таким образом, надежды на неисчерпаемые запасы калия в почвах, как в пахотном слое, так и включая нижележащие горизонты, оказываются не совсем состоятельными, что подтверждает отсутствие альтернативы рациональному использованию калийных удобрений.

Применение калийных удобрений в дозах, компенсирующих вынос элемента урожаем или даже допускающих небольшой (до 20-30 %) дефицит баланса, обеспечивает оптимальное питание растений и способствует сохранению плодородия почв в отношении калия» (Якименко, 2007).

1.2. Обеспеченность почв калием.

«Калий почвы является основным источником калийного питания растений. Валовое содержание его намного превышает запасы азота и фосфора в почве и определяется главным образом характером материнской породы и гранулометрическим составом. Валовое содержание и формы соединений калия в почве являются основными показателями калийного состояния почв» (Алиев, 2005).

«В регулировании калийного режима почв первостепенное значение имеют изменение содержания доступного для растений калия и скорость превращения общих запасов калия в доступную форму. Содержание доступного калия для растений изменяют путем внесения удобрений с учетом их влияния на почву» (Муха, 2004).

«Установлена достоверная связь между количеством внесенного с удобрением калия и содержанием калия в почве. Предполагают, что увеличение содержания подвижного калия в почве является следствием воздействия анионной части минеральных удобрений на калийсодержащие минералы почвы в результате образования кислот, которые растворяют калий почвенных минералов» (Беляев, 2005).

«Калийный режим почвы во многом определяется ее мобилизационной и фиксирующей способностью в отношении этого элемента. Десорбция и фиксация калия в почвах может сильно различаться в зависимости от минералогического и гранулометрического состава, содержания органического вещества, направленности и почвообразовательных процессов, а также внешних факторов: климатических условий, уровня агротехники» (Кулаковская, 1980; Касицкий, 1990).

«Подвижность форм калия в почвах обусловлена почвенно - генетическими и агрогенными факторами. «В зависимости от того или иного сочетания факторов (уровень внесения калийных удобрений, усвоение калия растениями, водный режим почвы, pH – среды и т.д.) равновесие может сдвигаться в сторону закрепления или высвобождения калия, определяя уровень калийного питания растений. Подвижность обменного и легкообменного калия снижается по мере утяжеления гранулометрического состава и увеличения ЕКО. Возрастание содержания гумуса и, соответственно, доли органической компоненты в ППК понижает мобильность катионов калия. Различный баланс калия в агроценозе, уменьшая или повышая насыщенность ЕКО почвы этим элементом, аналогичным образом изменяет степень подвижности калия» (Якименко, 2005).

«В работах, выполненных на типичных черноземах и серых лесных почвах было показано, что в условиях систематического внесения в севообороте азотного и фосфорного удобрений формирование высокого уровня продуктивности сельскохозяйственных культур может

обеспечиваться за счет мобилизации почвенных ресурсов калия» (Никитишен, 1978; Никитишен, 1984; Никитишен, 1994).

«Предполагается, что усиленное потребление посевами почвенных запасов калия в условиях оптимальной обеспеченности азотом и фосфором по прошествии определенного времени приводит к их истощению» (Кудзин, 1973).

«Многие обедненные калием почвы фиксируют его так интенсивно, что повышение урожая культур начинается только после многолетнего усиленного удобрения» (Носко, 1997).

Мобильность калия в почвах определяется и интенсивностью проходящих в них гумусово- аккумулятивных процессов с ростом содержания гумуса в почвах их поглотительная способность увеличивается, ограничивая подвижность обменных катионов (Якименко, 2005).

«Содержание гумуса в почве может по-разному влиять на необменное поглощение калия. По одним данным гумус понижает фиксацию, т.к. связывает калий только в обменной форме» (Пигарева, 1992). Другие источники (Пчелкин, 1966) говорят о том, что гуминовая кислота способствует закреплению ионов калия за счет образования пленок-гелей на поверхности почвенных частиц.

Почвы тяжелого гранулометрического состава, содержащие большое количество тонкодисперсных фракций, отличаются повышенной фиксацией калия. Особенно активно калий фиксируется при наличии в почве глинистых минералов группы монтмориллонитов и гидрослюд, которым свойственна внутрикристаллическая адсорбция катионов. Этот процесс активно идет при переменном смачивании и подсушивании почвы.

Различные типы почв обладают неодинаковой способностью фиксировать калий. Наиболее интенсивно фиксируется в солонцах. Черноземы фиксируют калий лучше, чем дерново- подзолистые почвы. Повышенное количество органического вещества в почве, известкование кислых почв усиливает закрепление калия в необменной форме.

Систематическое внесение калийных удобрений снижает фиксацию калия в почве (Минеев, 2004).

«На фиксацию калия почвами сильное влияние оказывает реакция среды: подкисление ослабляет фиксацию, повышает подвижность калия в почве и доступность его растениям» (Кореньков, 1990).

«Почвы с щелочной реакцией не только задерживают калий, но фиксируют его, закрепляют в необменной форме. Вступая в поглощающий комплекс почвы, калий вытесняет в раствор эквивалентное количество других катионов и в первую очередь кальция. В кислых почвах в обмен на ионы калия почвенный раствор насыщается ионами водорода, алюминия и марганца, неблагоприятно воздействующими на растения» (Мосолов, 1979).

Калий имеет высокую способность к ионообмену, с увеличением его концентрации в почве усиливается конкурентное взаимодействие между калием и никелем за места сорбции на поверхности твердой фазы, никель в большом количестве вытесняется из ППК в почвенный раствор. Таким образом, элементы взаимодействуют между собой по типу антагонизма (Губин, 2007).

«Все калийные удобрения хорошо растворимы в воде. Калий, входящий в состав калийных удобрений, при внесении в почву переходит в почвенный поглощающий комплекс. На глинистых и суглинистых почвах калий удобрений закрепляется почвенным поглощающим комплексом и слабо передвигается в нижние слои почвы. На легких песчаных почвах, где емкость поглощения невелика, подвижность калия высокая. Поэтому, чтобы обеспечить растения калием в тот или иной период роста, нужно вносить его в те слои, где находится основная масса корней» (Прокошева, 1986).

«Большинство почв тяжелого гранулометрического состава содержат достаточное количество калия. Однако растения часто не могут использовать этот запас, так как содержание усвояемого калия недостаточно для получения высоких урожаев. В результате интенсификации сельского хозяйства даже богатые калием почвы стали нуждаться в нем, вследствие

чего иногда происходит значительное снижение плодородия почв. При неблагоприятной структуре, реакции почвенного раствора, очень высокой поглотительной способности или значительном обеднении почв обменным калием калийные удобрения нужно вносить в больших дозах» (Муха, 2004).

Систематическое внесение органических и калийсодержащих минеральных удобрений приводит к возрастанию содержания всех форм соединений калия в почвах. Потери калия при экстенсивном способе хозяйствования могут протекать значительными темпами, способствует уменьшению содержания обменных и необменных форм калия как в пахотной, так и в подпахотной частях профиля (Литвинович, Павлова, Маслова, 2006).

1.3. Основные функции калия в жизни растений.

«Физиологические функции калия разнообразны. Его больше в молодых растущих частях растений. Калий играет существенную роль в жизни растений, воздействуя на физико-химические свойства биокolloидов, находящихся в протоплазме и стенках растительных клеток. Катион калия способствует набуханию биокolloидов, переводу их в устойчивое состояние золя, т.е. калий повышает степень дисперсности биокolloидов и усиливает их гидратацию. Поэтому калий увеличивает гидрофильность коллоидов протоплазмы, что поддерживает организм в активном состоянии. Старение коллоидов протоплазмы клеток связано с уменьшением оводненности, с переходом коллоидов из золя в гель. Поэтому при достаточном обеспечении калием растения лучше удерживают воду, легче переносят кратковременные засухи.

Калий усиливает устойчивость биокolloидов клетки и улучшает весь ход обмен веществ, повышает жизнеспособность организма. Он улучшает также поступление воды в клетки, повышает осмотическое давление и тургор, понижает процесс испарения, растения становятся более устойчивыми к

засухе. Калий участвует в углеводном и белковом обмене. Под его влиянием усиливаются образование сахаров в листьях и передвижение их в другие органы растений. Особенно это заметно на урожае овощных культур, клубнеплодов и корнеплодов, плодовых и ягодных культур, которые при оптимальном калийном питании накапливают больше углеводов.

Калий повышает интенсивность окислительных процессов, что приводит к увеличению содержания органических кислот в растительных тканях, оказывает сильное влияние на образование белков. При недостатке калия задерживается синтез белка и накапливается небелковый азот. Более того, при калийном голодании усиливается распад белка, что создает благоприятные условия для развития в тканях различных патогенных грибов и бактерий. Например, при недостатке калия может появиться мучнистая роса у зерновых хлебов».

«Роль калия усиливается при аммиачном питании растений. В этом случае лучше усиливается азот, больше образуется белков. Калий способствует лучшему использованию железа при синтезе хлорофилла. Это особенно заметно при недостатке усвояемого железа в питательной среде. Калий стимулирует процесс фотосинтеза, усиливает отток углеводов из пластинки листа и другие органы. Он активизирует работу многих ферментов. С участием которых синтезируются некоторые пептидные связи, что повышает биосинтез белков из аминокислот и другие процессы. Ферменты фосфор – фруктокиназа и пируваткиназа, участвующие в переносе богатых энергией фосфатных остатков, для проявления своей активности также требуют катион калия. Калий повышает активность амилазы, сахаразы и протеолитических ферментов. Недостаток его приводит к дезорганизации обмена веществ в растительном организме» (Минеев, 2004).

«Наличие калия всегда более высокое в молодых растущих органах растений, в меристеме и камбии. Из старых листьев калий передвигается в более молодые, т.е. используется в растении повторно. Реутилизация выражается при недостаточном количестве калия в питательной среде, в

результате чего пожелтение нижних листьев проявляется раньше, чем при нормальном калийном питании.

Недостаток калийного питания приводит к нарушению метаболизма в растении. Дефицит калия вызывает ослабление деятельности ряда ферментов, нарушения в углеводном и белковом обменах в растении, усиливает затраты сахаров на дыхание, ведет к образованию щуплого зерна, снижению всхожести и жизнеспособности семян.

Внешние признаки калийного голодания растений проявляются в следующем: старые листья преждевременно желтеют, начиная с краев; в дальнейшем их края и верхушка приобретают бурую окраску, а затем края листьев отмирают и разрушаются.

Критический период потребления калия растениями приходится на ранние фазы их роста (первые 15 дней после всходов). Наибольшее количество калия растения потребляют в период интенсивного прироста биологической массы и закладке генеративных органов» (Ягодин, 1989).

«Под влиянием калия отмечается активизация процесса фиксации азота бобовыми культурами, т.к. он положительно влияет на рост корней, корневых волосков, на развитие клубеньковых бактерий в ризосфере, количество и массу клубеньков, и их азотфиксирующую активность» (Минеев, 2004).

«Калий повышает зимостойкость растений и засухоустойчивость, положительно влияет на лежкость плодов. При недостатке калия повышается восприимчивость растений к болезням и поражению вредителями. При аммонийном источнике азотного питания недостаток калия приводит к накоплению в растении аммиака, происходит аммиачное отравление» (Прокошева, 1986; Amirjani, 2011).

«Большая часть калия находится в растениях в ионной форме, выполняя важные физиологические функции во многих процессах обмена веществ растительного организма». Одной из важных функций калия является участие в регуляции водного обмена растений, механизм действия которого

тесно связан с определяющей ролью этого элемента питания в поддержании оптимального уровня осмотической концентрации клеточного сока. Дефицит калия вызывает усиление устьичного сопротивления листьев, чем у растений, оптимально обеспеченных калием, закрывание устьиц и повышается расход влаги на транспирацию. Калийная недостаточность обуславливает ослабление водоудерживающей способности растений, что влечет за собой значительные потери влаги вегетативными органами.

«Отличительной особенностью поведения калия в растениях является то обстоятельство, что, находясь в лабильной связи с клеточным веществом, он может легко вымываться из растительных тканей осадками. Вследствие этого проявляется дефицит калия, отрицательно сказывающийся на продукционном процессе растений» (Никитишен, 2007).

«При построении системы калийного удобрения зерновых культур в регионах с частым проявлением избытка влаги во второй половине вегетации следует вносить соответствующие коррективы в дозы, сроки внесения этого элемента питания с учетом возможных потерь вследствие вымывания из растительных тканей» (Никитишен, 2002).

«На сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, применение калийных удобрений является одним из основных агрохимических приемов, ограничивающих поступление ^{137}Cs из почвы в растения в 1,5- 3 раза. Калийные удобрения снижают переход ^{137}Cs за счет увеличения концентрации ионов калия в почвенном растворе и антагонистического характера поведения ионов цезия и калия при поглощении их растениями» (Кузнецов, 2004).

«Наиболее значимыми факторами, влияющими на усвоение этого элемента растениями из почвы и удобрений, являются калийснабжающая способность почвы и требования возделываемой культуры к уровню калийного питания, а также свойство корневой системы усваивать почвенный калий, которое изменяется под влиянием разных условий, динамики и интенсивности потребления калия за вегетацию. Реакция на

калийные удобрения выше у растений, имеющих слаборазвитую корневую систему или накапливающих большое количество углеводов» (Беляев, 2005).

Общеизвестна роль калия в формировании урожаев сельскохозяйственных культур. По многолетним опытам агрохимической службы России, доля участия калия в прибавке урожая от NPK основных культур составляет от 17 до 26%. Поэтому его внесение - один из существенных факторов повышения урожайности и ее стабилизации (Шафран, Авдеев, Прошкин, 1994).

«Влияние калийных удобрений на продуктивность зерновых культур наиболее отчетливо прослеживается на фоне действия неблагоприятных внешних факторов. Будучи важнейшим элементом механизма устойчивости растений, калий способен в значительной степени нивелировать воздействие неблагоприятных внешних факторов, в частности, дефицита влаги. Достаточное количество калия в почве - дополнительная гарантия получения приемлемого урожая зерновых в засушливые годы» (Якименко, 1994).

«Калийные удобрения усиливают устойчивость культур к легким заморозкам. Это происходит вследствие повышения осмотического давления клеточного сока, понижения температуры его замерзания. При хорошем калийном питании озимые культуры и многолетние бобовые травы лучше перезимовывают, повышается их устойчивость к различным заболеваниям.

Калий улучшает качество сельскохозяйственной продукции: повышается накопление сахаров в сахарной свекле и крахмала в клубнях картофеля.

У зерновых культур повышается натурный вес зерна, увеличивается масса 1000 зерен. При недостатке калия у злаковых культур соломина становится менее прочной, хлеба полегают, а это приводит к снижению урожая, ухудшает выполненность зерна» (Минеев, 2004).

«Круговорот калия сильно отличается от круговорота азота и фосфора. У зерновых культур калия больше в соломе, чем в зерне. Поэтому при полном использовании соломы в корм и на подстилку скоту большая часть

калия с навозом снова возвращается в почву. Рациональное и полное использование навоза имеет в связи с этим большое значение для обеспечения растений калием» (Муравин, 2004).

«Оптимизируя калийный режим в агроэкосистеме, совершенствуя технологии выращивания сельскохозяйственных культур можно существенно повлиять на продуктивность агроценоза, особенно в экстремальных условиях»

(Алиев, Шакиров, Нуриев, 2005).

«Полевые опыты с удобрениями на разных типах почв, в различных климатических условиях позволяют более рационально распределять удобрения по областям и регионам страны. На основании данных урожая, химического состава растений, агрохимических показателей почвы можно строго учесть вынос элементов питания и коэффициенты их использования как из удобрений, так и из почвы. С помощью этих данных можно определить количество питательных веществ, закрепленных почвой, потерянных в результате выщелачивания в глубокие горизонты почвы, составить рациональную систему удобрения культур в севооборотах.

Значение любого сельскохозяйственного опыта состоит в том, что он позволяет выявить эффективность одного или нескольких приемов возделывания сельскохозяйственных культур в конкретных почвенно-климатических условиях. Результаты полевого опыта способствуют продвижению сельскохозяйственной науки вперед, обуславливая прогресс сельскохозяйственного производства в целом.

В агрохимических полевых опытах изучается влияние видов, форм, доз, сроков, способов внесения удобрений, как в отдельности, так и с другими агрохимическими приемами, на рост, развитие, урожайность сельскохозяйственных культур и их качество.

Конечная задача полевого опыта заключается в разработке рекомендаций по использованию удобрений в минимальных дозах с высокой агрономической и экономической окупаемостью. Только с их помощью

можно глубоко выяснить причины положительного или отрицательного воздействия удобрений на урожайность и качество возделываемых культур» (Пискунов, 2004).

2. ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

2.1. Цель и задачи исследований

Цель исследований – изучить влияние различных форм калийных удобрений на урожайность озимой ржи сорта «Тантана» в условиях КФХ «Чаршы» Высокогорского муниципального района.

В задачу исследований входят:

- изучить влияние калийных удобрений на урожайность и качество озимой ржи «Тантана»;
- изучить влияние калийных удобрений на химический состав озимой ржи «Тантана»;
- рассчитать хозяйственный вынос и коэффициент использования азота, фосфора и калия из внесенных удобрений;
- рассчитать экономическую эффективность применения внесенных удобрений.

2.2. Условия проведения опыта

Опыт заложен в КФХ «Чартыш» в 2017 году. Почва в опыте серая лесная среднесуглинистая, с мощностью пахотного слоя 22-25 см и ее агрохимическая характеристика представлена в таблице 2.1. Почва опытного участка характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – среднее; подвижного фосфора – повышенное; обменного калия – среднее.

Таблица 2.1. Агрохимические показатели почвы опытного участка
(без удобрений) в 2017 году

Показатели	2018 год
Гумус, %	2,2
Сумма поглощенных оснований, мэкв/100 почвы	23,50
Гидролитическая кислотность, мэкв./100г почвы	4,58
pH солевой вытяжки	5,6
P ₂ O ₅ по Кирсанову, мг/кг почвы	120
K ₂ O по Кирсанову, мг/кг почвы	110

2.3. Схема опыта

Изучение влияния влияния калийных удобрений на урожайность озимой ржи «Тантана» в звене севооборота после гороха.

Схема опыта

1. Контроль
2. N₅₅P₇₀ – Фон
3. Фон + K₇₅ (калийная соль)
4. Фон + K₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)

Повторность опыта 4-х кратное, расположение делянок последовательное. Размер общей площади – 20 м², а учетной площади 15м². Основные удобрения вносились из средних условий влагообеспеченности расчетно-балансовым методом. Их дозы определялись для получения с 1 га 3 т урожая озимой ржи.

Под озимую рожь в 2017 году было внесено N₅₅P₇₀K₇₅. В опыте использовались аммиачная селитра, аммофос, хлористый калий мелкозернистый, калийная соль

К использованию был предложен сорт озимой ржи «Тантана», полученный при индивидуально-семейном отборе из гибридной популяции,

созданной с участием сортов Татарская 1, Эстафета Татарстана, Радонь, Кировская 89, Чулпан 7 и др.

Диплоидная форма. Растение среднерослое. Куст промежуточный. Колеоптиле окрашен. Опушение стебля под колосом слабое - среднее. Восковой налет на колосе и влагалище флагового листа слабый. Лист, следующий за флаговым, короткий - средней длины. Колос полупоникший, средней длины, рыхлый - средней плотности. Окраска алейронового слоя зерновки темная. Зерно средней крупности.

Масса 1000 зерен 26-35 г. Средняя урожайность в Волго-Вятском регионе - 39,4 ц/га, в Средневолжском - 33,5 ц/га. На Арском, Лаишевском, Рыбно-Слободском ГСУ Предкамской зоны и на ГСУ Закамской зоны Республики Татарстан прибавка к стандарту Эстафета Татарстана составила 3,0 ц/га, в зонах Северное Предуралье, Юго-восточное Предуралье и Южное Предуралье Пермского края к стандарту Фаленская 4 - 3,1 ц/га при урожайности 43,5 и 44,1 ц/га соответственно. Максимальная урожайность 76,4 ц/га получена в Кировской области в 2009 г.

Среднепоздний. Вегетационный период 286-345 дней. Зимостойкость высокая, на уровне сортов Фаленская 4, Дымка. Высота растений 106-143 см. По устойчивости к полеганию в год проявления признака уступает сортам Фаленская 4, Эстафета Татарстана на 0,5-1,0 балла. Засухоустойчивость на уровне или несколько выше сортов Эстафета Татарстана, Фаленская 4. Хлебопекарные качества удовлетворительные. Характеризуется высоким числом падения - до 250 с. Восприимчив к снежной плесени. Спорыньей поражался на уровне стандарта Саратовская 6.

Предпосевная культивация проводилась КПС-4 на глубину посева семян (5-7 см) с одновременным боронованием.

Посев проводили отсортированными крупными семенами обычным рядовым способом с прикатыванием в агрегате, сеялками СЗ-3,6. Норма высева озимой ржи зависит от почвенно-климатических условий, биологических особенностей сорта, запаса продуктивной влаги в почве

весной, предшественника, засоренности поля, сроков и способов посева. Нормы высева при обычном рядовом способе посева (5,0 млн. всхожих семян на 1 га) на глубину заделки 4-5 см.

Комплекс мероприятий по уходу за посевами озимой ржи должен обеспечивать оптимальные условия для прорастания семян и дальнейшего роста, и развития растений. К ним относятся: прикатывание, боронование, борьба с сорняками, болезнями, вредителями и полеганием. Прикатывание после посева эффективный прием для получения дружных всходов, особенно в сухую погоду.

Удобрения вносились под предпосевную культивацию вручную.

2.4. Наблюдения, анализы и учет

На опытах осуществлялись следующие сопутствующие наблюдения и исследования.

1. При $t=105^{\circ}\text{C}$ в течение 6 часов до постоянного веса высушиванием анализируемого материала (части растений) в шкафу определяем сухого вещества.

2. Содержание гумуса определяли по Тюрину; обменной кислотности по методу ЦИНАО, содержание общего азота по Кьельдалю, подвижных форм фосфора и калия определяют по Кирсанову (фосфора с использованием фотоэлектроколориметра, калия - пламенного фотометра).

3. Анализ растений. Определение общего азота в растениях по методу Кьельдаля. Общего фосфора с применением аскорбиновой кислоты по Мерфи и Райли. Определение общего калия в растениях пламенно-фотометрическим методом.

Фенологические наблюдения за растениями проводились в течение вегетации. В растениях определяли следующее:

4. Анализ структуры урожая проводился методом индивидуального анализа растений пробных снопов. Отбор растений проводился за день до

уборки по 111 см в трех местах по диагонали деланки всех повторностей.

5. По соответствующим ГОСТам определяли физические и технологические качества зерна: влажность определяли по ГОСТу 13586.5-2015, масса 1000 зерен по ГОСТу 10842-89., натуру определяли на пурке с падающим грузом по ГОСТу 10840-64.

6. Определение гидротермического коэффициента (ГТК) по формуле:

$$ГТК = \frac{S_o}{S_t} \times 10 ;$$

S_o – сумма осадков за период с температурой воздуха выше 10^0C , мм;

S_t – сумма температур за тот же период.

7. Определение коэффициентов использования основных элементов питания из удобрений разностным методом по формуле:

$$КИ = (A - B) : D \times 100, \text{ где}$$

КИ- коэффициент использования питательных элементов из удобрений, %

A- количество элемента поглощенного культурой на удобренном варианте (общий вынос), кг/га;

B – вынос элемента урожаем на безудобренном варианте, кг/га;

D- количество элементов питания внесенного в почву с удобрениями, кг/га;

8. В условиях сельскохозяйственной предприятия КФХ «Чаршы» проводился анализ экономической эффективности калийных удобрений в соответствии с методическими указаниями ВИУА на основе конкретных производственных затрат.

9. Статистическая обработка результатов опыта проводилась по Б. А. Доспехову (1985).

2.5. Метеорологические условия

Для республики характерны поздневесенняя и раннелетняя засухи. Также к неблагоприятным сторонам климата РТ относятся суховеи и неравномерное распределение по территории зимних осадков (Шакиров, 2006).

Потребность каждого растения в тепле выражается как в сумме среднесуточных температур, так и в его отношении к тепловому режиму во время прорастания и появления всходов и на протяжении всего периода жизни вплоть до физиологической спелости семян (Сафонов, Гатаулин, Платонов, 2006).

Озимая рожь устойчива к высоким температурам, более засухоустойчива, чем другие озимые культуры, лучше использует осенние и весенние запасы влаги и значительно легче переносит весеннюю засуху (Посыпанов, 1997).

Исходя из вышеизложенного, следует, что природно-климатические условия РТ позволяют получать высокие урожаи озимой ржи. Однако нельзя не учитывать один из лимитирующих урожайность факторов, обуславливающий резкие колебания урожаев сельскохозяйственных культур – это неустойчивая, нестабильная и нередко недостаточная обеспеченность влагой. Поэтому для более полного использования потенциальных возможностей озимой ржи и других культур, важное значение имеют приемы, направленные на накопление и бережное использование воды.

Анализируя рисунки 2.1-2.2. можно сказать, что первая декада мая выдалась достаточно прохладной, Средняя температура не превышала 11 °С. Во второй декаде мая произошло похолодание, которое переросло в потепление в третьей декаде со среднесуточной температурой 11,8°С. В среднем по месяцу температура равнялась 11°С, что составило 90,9% от многолетних данных.

Выпадение осадков за май были неравномерны. В первой декаде выпало 14,2 мм, во второй декаде мая выпало всего 6 мм. В целом по месяцу наблюдалось меньшее количество осадков по сравнению с многолетними

данными. осадки за этот месяц составили 32,1 мм, что составило 82,3% от многолетней норма.

Июнь месяц был прохладным и влажным. Во второй декаде месяца, когда началось кушение температурный режим составил 17,5 °С. в целом средняя температура равнялась 15,4 °С, что является меньше, чем многолетние данные.

По сумме осадков июнь месяц превзошел многолетние данные на 12,7% и составил 63,1 мм. Максимальное количество осадков выпало в третьей декаде июня – 34,3 мм.

Июль также превысил многолетние данные по количеству осадков и был неравномерен по декадам. Проливные дожди первой декады июля составили 80,8 мм осадков. В сумме вторая и третья декада июля по влажности равнялись 12,3 мм. Превышение по сравнению с многолетними данными составило 57,8%.

Рассматривая температурный режим июля можно сказать, что он оказался самым теплым месяцем за вегетационный период 2017 года. В среднем по месяцу термометр показывал 19,6 °С. В первой декаде июля, когда шли ливни столбик термометра показывал 16,4 °С, а уже во второй декаде резко подскочил до 21,3 °С. В третьей декаде температура сохранилась выше 20,0 °С.

Август месяц превысил многолетние значения по средней температуре и составил 19,5 °С.

Осадки, выпавшие за месяц, распределились неравномерно. Так во второй декаде августа осадки практически не выпадали - 0,3 мм. В третьей декаде, когда у яровой пшеницы наступила фаза полного созревания, выпало 30,2 мм, что затруднило уборку культуры.

По месяцу в целом осадки за август составили 45,3 мм, что составило 85,5% от многолетних средних данных.

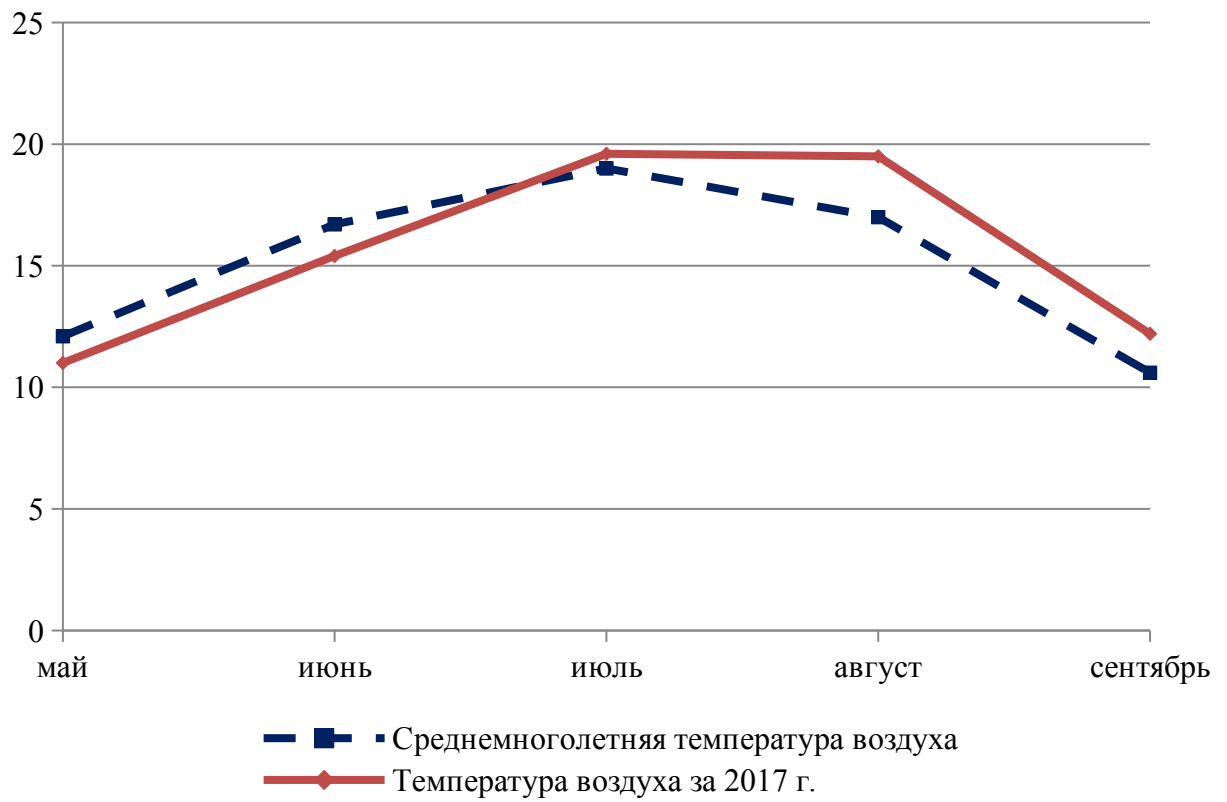


Рис 2.1. Среднесуточная температура воздуха 2017 г., °C

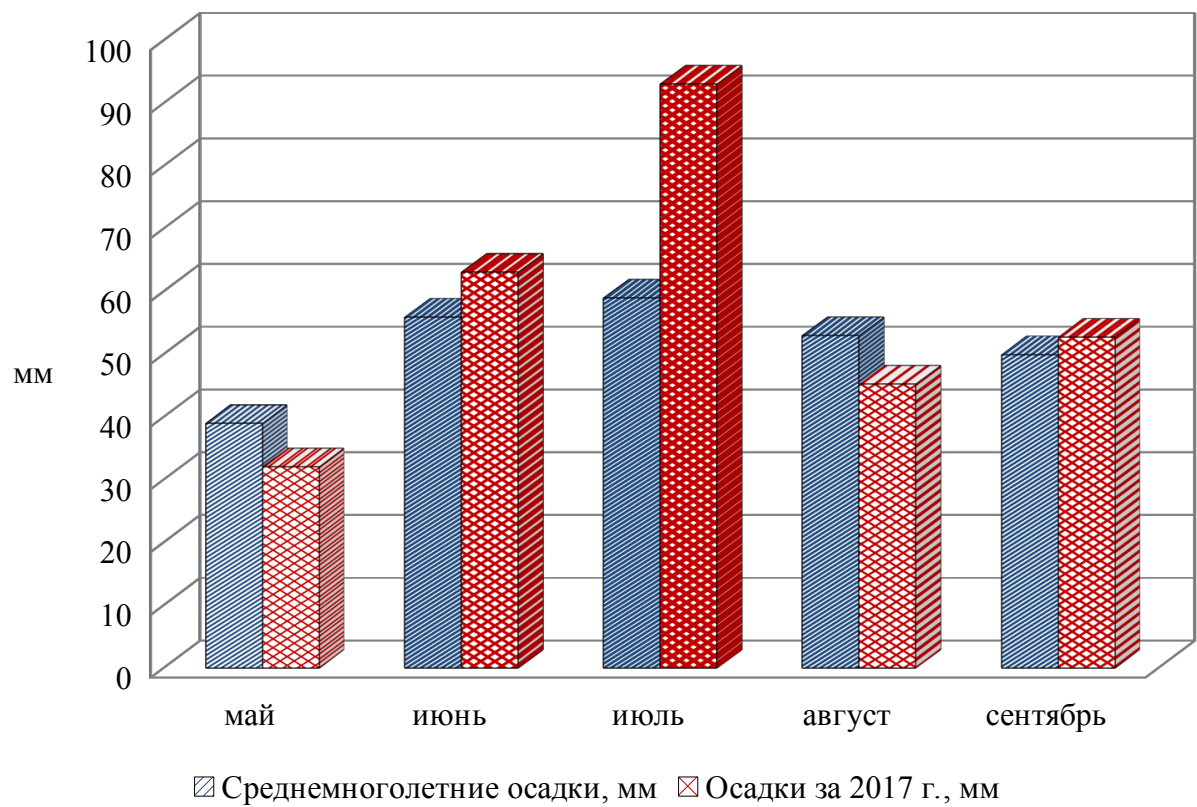


Рис 2.2. Влагообеспеченность 2017 г.

Для комплексной оценки агроклиматических ресурсов по температурному режиму и осадкам наиболее распространен гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова. Гидротермический коэффициент – отношение суммы осадков с температурой воздуха выше 100 С, к сумме температур за тот же период, уменьшенной в 10 раз.

В целом за вегетацию озимой пшеницы данные по ГТК за различные месяцы вегетационного периода и представлены в таблице 2.2.

Данные по ГТК за различные месяцы вегетационного периода свидетельствуют, что метеоусловия можно было характеризовать как среднеобеспеченные (май, август) или высокообеспеченные (июнь, июль).

Таблица 2.2. Гидротермический коэффициент (ГТК), 2017 год

Год	Месяц				За вегетацию
	май	июнь	июль	август	
2017	0,94	1,37	1,53	0,75	1,16
Средний Многолетний	1,04	1,18	1,00	1,00	1,04

Метеорологические условия за 2018 год представлены в таблице 2.3. В мае месяце среднесуточная температура превышала среднемноголетние данные на 2,3 (1,1) °С, а выпавшие в этом месяце осадки не достигали многолетних данных на 17,2 (19,2) мм.

Если в июне средняя температура была близка к норме, то дефицит влаги по сравнению с многолетними данными увеличился на 19,6 (28,6) мм.

В июле превышение среднесуточных температур над многолетними достигло 3,3 (2,3) °С. Выпавшие осадки не достигли многолетних данных на уровне 3,2 (11,2) мм.

Август и сентябрь характеризовались незначительным превышением среднесуточных температур над нормой, при этом наблюдалась острая засуха, объем выпавших осадков в этих месяцах был в два раза ниже нормы.

Таблица 2.3. Метеорологические условия в Кайбицком муниципальном районе, 2018 год

Месяц, декада	Температура воздуха, °С		Осадки, мм	
	норма	факт.	норма	факт.
Май				
I		+11,9		9,3
II		+17,7		1,0
III		+13,7		11,5
за месяц	+12,1 (+13,3)	+14,4	39 (41)	21,8
Июнь				
I		+11,7		21,8
II		+15,7		4,6
III		+23,3		8,0
за месяц	+16,7 (+18,1)	+16,9	56 (63)	34,4
Июль				
I		+23,3		3,8
II		+21,8		52,0
III		+21,9		0
за месяц	+19,0 (+20,2)	+22,3	59 (67)	55,8
Август				
I		+21,1		18,3
II		+19,7		3,3
III		+18,7		3,5
за месяц	+17,0 (+17,6)	+19,8	53 (59)	25,1
Сентябрь				
I		+16,6		3,3
II		+14,2		9,6
III		+11,5		12,6
за месяц	+10,6 (+11,7)	+14,1	50 (52)	25,5
За май - сентябрь	+15,1 (+16,2)	+17,5	257 (282)	162,6

По полученным метеорологическим данным была подсчитана сумма среднесуточных температур по месяцам и в целом по вегетации (таблица 2.4).

На протяжении всего вегетационного периода наблюдалось превышение полученных данных над среднегодовыми.

Сумма за вегетацию была выше среднегодовых на 246,6 °С.

Таблица 2.4. Сумма среднесуточных температур за период вегетации в 2018 году, °С

Год	Месяц				Сумма за вегетацию
	V	VI	VII	VIII	
2018	446,4	507	691,3	594	2238,7
Средне-многолетняя	375	501	589	527	1992,1

Для комплексной оценки агроклиматических ресурсов по температурному режиму и осадком наиболее распространен гидротермический коэффициент (ГТК). Данные по ГТК за вегетационный период представлено в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Гидротермический коэффициент (ГТК) в период вегетации

Год	Месяц				За вегетацию
	V	VI	VII	VIII	
2018	0,48	0,68	0,80	0,42	0,61
Средний многолетний	1,04	1,11	1,00	1,00	1,04

Как видно из таблицы, данные ГТК за различные месяцы вегетационного периода и в целом за вегетацию, свидетельствует, что агроклиматические условия вегетационного периода 2018 года были нетипичные для данной зоны.

На протяжении всего вегетационного периода наблюдался гидротермический коэффициент ниже среднемноголетних данных в 1,5-2 раза. В августе месяце была отмечена засуха, гидротермический коэффициент был равен 0,42 тогда как среднемноголетние данные равны 1,00. ГТК за вегетацию составил 0,61, ниже средних многолетних в 1,7 раза.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Структура и величина урожая озимой ржи «Тантана»

Климатические условия оказывают огромное влияние на урожайность озимой ржи. 2018 год характеризовался как сильно засушливый с гидротермическим коэффициентом равным 0,61. Поэтому ни один вариант не смог достигнуть запланированной урожайности в 3 т/га (таблица 3.1).

Таблица 3.1. Урожайность зерна озимой ржи «Тантана» под влиянием калийных удобрений, 2018 год

Варианты	Урожайность зерна, т/га	Прибавка по отношению к фону	
		т/га	%
Контроль	1,60	-6,4	
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	2,24	-	
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	2,59	3,5	15,6
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	2,54	3,0	13,4
НСР ₀₅	0,15		

Применение калийных удобрений положительно сказалась на урожайности озимой ржи.

Внесение азотно-фосфорных удобрений в дозе N₅₅P₇₀ позволило получить 2,24 т/га, при этом разница с контролем, где удобрения не применялись составила 6,4 т/га.

Применение калийной соли в дозе 75 кг д.в. на га дало максимальную прибавку урожайности озимой ржи на 15,6 %, что составило 2,59 т/га.

Внесение различных видов калийных удобрений влияло на урожайность побочной продукции озимой ржи сорта «Тантана» (таблица 3.2).

Таблица 3.2. Урожайность соломы озимой ржи «Тантана» под влиянием калийных удобрений, 2018 год

Варианты	Урожайность соломы, т/га	Отношение зерна к соломе	Прибавка	
			т/га	%
Контроль	2,24	1:1,40	-8,5	
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	3,09	1:1,38	-	
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	3,63	1:1,40	5,4	17,4
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	3,61	1:1,42	5,2	16,8

Применение азотно-фосфорных удобрений позволило получить 30,9 т побочной продукции озимой ржи. Разница с контролем составила 8,5 т/га.

Внесение калийных удобрений увеличило урожайность соломы. Так применение мелкокристаллического хлорида калия прибавка урожайности соломы по сравнению с фоновым вариантом составила 5,4 т/га или 17,4%. Соотношение зерна к соломе на данном варианте была наибольшей и составила 1:1,42.

Максимальная урожайность соломы была получена на варианте, где в качестве калийного удобрения применялась калийная соль (36,3 т/га). Соотношение зерна к соломе на этом варианте составила 1:1,40.

Анализ структуры урожая позволяет определить из каких показателей складывается общая урожайность культуры (таблица 3.3).

Минимальная продуктивная кустистость растений озимой ржи была получена на контрольном варианте без внесения удобрений – 2,69 шт. Остальные варианты показали меньшую продуктивную кустистость по сравнению с контролем. Минимальная кустистость была получена при применении мелкокристаллического хлорида калия – 2,38

Продуктивная кустистость и количество растений пропорционально влияет на количество продуктивных стеблей на квадратном метре.

Так на контрольном варианте количество продуктивных растений на квадратном метре было минимальным и составила – 322 штук. Внесение удобрений повысило этот показатель на 107 штук по сравнению с контролем.

Использование мелкокристаллического хлорида калия увеличило снизило количество продуктивных стеблей на 0,69 % по сравнению с фоновым вариантом.

Применение калийной соли дало максимальное количество продуктивных стеблей на квадратный метр – 443 штук.

Масса тысячи семян – важный показатель качества и величины урожая.

Применение удобрений увеличивает данный показатель на 2,1 грамма по сравнению с контрольным вариантом.

Мелкокристаллический хлорид калия увеличил показатель массы тысячи семян до 31,2 грамм.

Максимальный показатель массы тысячи семян был получен на варианте с применением калийной соли и составил – 31,8 грамм.

Таблица 3.3. Структура урожая озимой ржи «Тантана», 2018 год

Варианты опыта	Количество, шт/ м ²		Продуктивная кустистость	Масса 1000 семян, г
	растений	продуктивных стеблей		
Контроль	123,5	322	2,69	26,4
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	168,2	429	2,55	28,5
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	169,6	443	2,61	31,8
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	179,2	426	2,38	31,2

3.2. Химический состав урожая озимой ржи «Тантана»

Внесение удобрений изменило не только урожайность озимой ржи, но и химический состав зерна (таблица 3.4.).

На контрольном варианте содержание азота в зерне составило 1,48 %, внесение удобрения в дозе $N_{55}P_{75}$ увеличило этот показатель до 1,65 %.

Использование мелкокристаллического хлорида калия повысило содержание азота до 1,68 %, а максимальное содержание азота в зерне было получено при внесении калийной соли (1,70 %).

Содержание фосфора было максимальным на варианте с фоновой дозой удобрений -0,72%. Минимальное содержание фосфора было получено на варианте, где вносили калийную соль и на варианте без внесения удобрений – 0,56%.

Содержание калия также варьировалась от применения удобрений. Внесение фоновой дозой макроудобрений дало 0,59 % содержания калия в зерне. Максимальное содержание калия в зерне было получено при внесении калийной соли – 0,73 %.

Таблица 3.4. Влияние внесённых калийных удобрений на содержание макроэлементов в зерне озимой ржи «Тантана», 2018 год

Варианты опыта	Содержание макроэлементов в зерне, %		
	Азот	фосфор	Калий
Контроль	1,48	0,69	0,52
$N_{55}P_{70}$ – Фон	1,65	0,72	0,59
Фон + K_{75} (калийная соль)	1,70	0,69	0,73
Фон + K_{75} (хлорид калия мелкокристаллический)	1,68	0,70	0,71

Химический состав соломы также изменялся под действием внесенных удобрений (таблица 3.5).

Содержание азота в соломе варьировалась от 0,45% на контрольном варианте до 0,54 % на варианте с внесением фоновой дозы удобрений.

Различные виды калийных удобрений дали следующие показатели содержания азота: калийная соль – 0,51 %, мелкокристаллический хлорид калия – 0,50%.

Содержание фосфора в соломе было минимальным на варианте с фоновым внесением удобрений – 0,30 %. Максимальное содержание фосфора было на варианте без применения удобрения – 0,32 %. Остальные варианты показали содержание фосфора равное 0,26 %.

Содержание калия изменялось на исследуемых вариантах. Так наименьшее содержание калия было на контрольном варианте – 0,78%, а наибольшее на варианте с применением калийной соли – 1,07%.

Таблица 3.5. Влияние внесённых калийных удобрений на содержание макроэлементов в соломе озимой ржи «Тантана», 2018 год

Варианты опыта	Содержание макроэлементов в соломе, %		
	Азот	фосфор	Калий
Контроль	0,45	0,32	0,78
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	0,54	0,30	0,90
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	0,51	0,26	1,07
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	0,50	0,26	1,05

3.3. Использование основных макроэлементов урожаем озимой ржи «Тантана»

Вынос питательных веществ делится на биологический и хозяйственный. Хозяйственный вынос питательных элементов характеризуется выносом из почвы питательных веществ основной и побочной продукцией (Минеев, 2004).

Соотношение элементов питания затраченных для создания основной продукции озимой рожью «Тантана» изменялось в зависимости от внесенных удобрений (таблица 3.6).

Таблица 3.6. Влияние внесённых калийных удобрений на хозяйственный вынос основной продукцией озимой рожью «Тантана», 2018 год

Варианты опыта	Хозяйственный вынос элементов зерном, кг/га		
	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	23,7	11,0	8,3
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	38,6	16,1	13,2
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	44,0	17,9	18,9
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	42,7	17,8	18,0

Хозяйственный вынос основной продукции азота увеличивался при применении удобрений. Наименьший вынос азота был на контрольном варианте – 23,7 кг/га. Внесение азотно-фосфорных удобрений в дозе N₅₅P₇₅ увеличил хозяйственный вынос азота до 38,6 кг/га. Максимальный вынос

азота зерном был получен на варианте с применением калийной соли – 44,0 кг/га.

Эта же динамика просматривается и при исследовании хозяйственного выноса фосфора и калия. Минимальный вынос фосфора и калия был на контрольном варианте (11,0 и 8,3 кг/га). Максимальный хозяйственный вынос фосфора и калия основной продукцией озимой ржи был получен при использовании калийной соли – 17,9 и 18,9 кг/га соответственно.

На основе содержания химических элементов в соломе был подсчитан хозяйственный вынос побочной продукцией (таблица 3.7).

Таблица 3.7. Влияние внесённых калийных удобрений на хозяйственный вынос побочной продукцией озимой рожью «Тантана», 2018 год

Варианты опыта	Хозяйственный вынос элементов соломой, кг/га		
	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	10,0	7,2	17,5
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	16,6	9,3	27,8
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	18,5	9,4	38,8
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	18,0	9,7	37,9

Для создания одной тонны побочной продукции на контрольном варианте понадобилось 10,0 кг/га азота, 7,2 кг/га фосфора, 17,5 кг/га калия.

При внесении фоновой дозы удобрений (N₅₅P₇₅) увеличился хозяйственный вынос соломой. На данном варианте вынос азота составил 16,6 кг/га, фосфора 9,3 кг/га, калия 27,8 кг/га.

Применение калийных удобрений увеличили показатели хозяйственного выноса элементов. Так при использовании мелкокристаллического хлорида калия хозяйственный вынос азота побочной продукцией составил 18,0 кг/га, фосфора – 9,7 кг/га, калия – 37,9 кг/га.

Применение калийной соли дало наибольшие показатели хозяйственного выноса азота – 18,5 кг/га, фосфора – 9,4 кг/га, калия – 38,8 кг/га.

В наших исследованиях был также подсчитан общий хозяйственный вынос элементов питания (таблица 3.8).

Минимальный общий вынос азота, фосфора и калия был получен на контрольном варианте.

Общий хозяйственный вынос на варианте с использованием калийной соли был максимальным в наших исследованиях – 60,7 кг/га азота, 26,9 кг/га фосфора и 55,9 кг/га калия.

Таблица 3.8. Влияние калийных удобрений на общий хозяйственный вынос питательных элементов озимой рожью «Тантана», 2018

Варианты опыта	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	33,7	18,2	25,8
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	55,2	25,4	41,0
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	62,5	27,3	57,7
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	60,7	26,9	55,9

В проводимых исследованиях были подсчитаны коэффициенты использования питательных элементов из удобрений (таблица 3.9).

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии

калийных удобрений на коэффициенты использования.

Так внесение основного азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{55}P_{75}$ дало следующие коэффициенты использования 43% азота, 10% фосфора и 42% калия.

Применение мелкокристаллического хлорида калия повысило коэффициенты использования до 49 % азота, 12 % фосфора и 40 % калия.

Использование калийной соли дало максимальные коэффициенты использования питательных веществ - 52 % азота, 13 % фосфора и 44 % калия.

Таблица 3.9. Влияние калийных удобрений на коэффициенты использования питательных элементов озимой рожью «Тантана», 2018

Варианты опыта	Азот	Фосфор	Калий
Контроль	-	-	-
$N_{55}P_{70}$ – Фон	43	10	42
Фон + K_{75} (калийная соль)	52	13	44
Фон + K_{75} (хлорид калия мелкокристаллический)	49	12	40

3.4. Показатели качества зерна озимой ржи

К показателям качества зерна относится несколько показателей определяющие качества зерна озимой ржи (таблица 3.10).

Количество сырого белка варьируется в зависимости от сорта растения, погодных условий и внесенных удобрений. Доказано, что листовые подкормки азотными удобрениями увеличивают данный показатель.

Наименьшее содержание сырого белка было на контрольном варианте (9,3 %). Внесение основного удобрения в дозе $N_{55}P_{75}$ увеличило этот показатель на 1,0 %.

Использование мелкокристаллического хлорида калия дало максимальный показатель содержания сырого белка в зерне – 10,6 %.

В зависимости от содержания сырого белка в зерне был подсчитан выход белка с урожаем озимой ржи.

Наибольший выход сырого белка был получен на варианте с использованием калийной соли - 256 кг/га. На варианте без внесения удобрений данный показатель составил – 148 кг/га.

«Одним из показателей качества зерна является число падения. Это косвенный показатель, характеризующий процесс прорастания и являющийся важнейшим для мукомолов и хлебопеков. Показатель «число падения» – это показатель активности фермента альфа-амилазы в зерне. Когда наступает момент прорастания, активность фермента альфа-амилазы возрастает и воздействует на расщепление молекул крахмала и сахарозы, находящихся в зерне. При высокой активности альфа-амилазы в муке, выпекаемый хлеб получается с липким мякишем и уменьшенного объёма. Хорошим показателем числа падения для зерна является значение выше 150 секунд».

Наименьшее число падения было на контрольном варианте и составило – 180 секунд. Применение удобрений увеличило этот показатель. Максимальным он был на варианте с применением калийной соли – 220 секунд.

Масса тысячи семян один из главных показателей качества урожая. Наибольшая масса была на варианте с применением калийной соли – 31,8 грамм. Наименьшая масса тысячи зерен был получен на контрольном варианте – 26,4 грамма.

Таблица 3.10. Показатели качества зерна озимой ржи «Тантана», 2018 года

Варианты	Сырой белок		Натура, г/л	Масса 1000 семян, г	Число падения, сек
	Содержание, %	Выход, кг/га			
Контроль	9,3	148	718	26,4	182
N ₅₅ P ₇₀ – Фон	10,3	224	711	28,5	195
Фон + K ₇₅ (калийная соль)	10,5	256	710	31,8	220
Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)	10,6	246	709	31,2	215

3.5. Экономическая эффективность применения удобрений

Экономическая эффективность – это сопоставление стоимости полученной продукции с суммарными затратами, потраченными на производство данной продукции. К показателям экономической эффективности относятся чистый доход, производительность труда, себестоимость продукции, валовый доход.

Расчет экономической эффективности возделывания озимой ржи «Тантана» производилось на основании технологической карты на полученную урожайность (таблица 3.11.).

Стоимость продукции зерна коррелирует с полученной урожайностью, поэтому минимальная себестоимость продукции была получена на контрольном варианте - 11200 рублей, а максимальная на варианте с применением калийной соли – 18130 рублей.

Себестоимость продукции имеет обратно пропорциональную связь с полученной урожайностью озимой ржи. Наибольшая себестоимость продукции была получена на варианте без внесения удобрений – 6194 рублей, а минимальная на варианте с калийной солью - 5795 рублей.

Уровень рентабельности рассчитывается с помощью двух показателей: себестоимости продукции и чистого дохода.

Наиболее рентабельным оказался вариант Фон + K_{75} (калийная соль) – 21%. Наименее рентабельным оказался вариант без внесения удобрений – 13%.

Показатели	Единица измерения	Варианты			
		Контроль (без удобрений)	N ₅₅ P ₇₅ – Фон	Фон + K ₇₅ (калийная соль)	Фон + K ₇₅ (хлорид калия мелкокристаллический)
Урожайность	т/га	1,60	2,24	2,56	2,54
Стоимость продукции зерна	руб.	11200	15680	18130	17780
Всего затрат на 1га	руб.	9910	13500	15010	14930
Себестоимость 1т зерна	руб.	6194	6026	5795	5877
Чистый доход с 1га	руб.	1290	2180	3120	2850
Уровень рентабельности	%	13	16	21	19

Таблица 3.11. Экономическая эффективность возделывания озимой ржи «Тантана» в 2018 году

*Примечание в 2018 году рыночная цена одной тонны зерна озимой пшеницы была 7000 рублей

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. На сегодняшний день охрана окружающей среды является наиболее актуальной проблемой сельского хозяйства.

Техника безопасности при работе с агрохимикатами включает в себя множество факторов. Так к работе с агрохимикатами не допускаются лица моложе 18 лет, беременные и кормящие грудью женщины, кроме того им запрещается работать при транспортировке, погрузке и разгрузке пестицидов. Остальной персонал допускается к самостоятельной работе с пестицидами после прохождения медицинского осмотра, обучения, проверки знаний по вопросам охраны труда.

Для отдыха и приема пищи должны быть организованы специальные площадки оборудованными бачком питьевой воды, умывальником с мылом, медицинской аптечкой и индивидуальными полотенцами.

За каждым работающим на весь период работ должен быть закреплен комплект средств индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, респиратор, противогаз, защитные очки, перчатки и рукавицы. Выбор средств индивидуальной защиты должен проводиться с учетом физико-химических свойств и класса опасности препаратов, характера условий труда и в соответствии с индивидуальными размерами работающего.

Для защиты органов дыхания при работе с летучими соединениями и с препаратами 1-го и 2-го класса опасности необходимо использовать

противогазовые, универсальные респираторы с соответствующими патронами, промышленные противогазы со сменными коробками. Для защиты от фосфора-, хлор- и других органических веществ следует применять противогазовый патрон.

При контакте с препаратами 1-го и 2-го класса опасности и с растворами пестицидов должна применяться специальная одежда, изготовленная из смесовых тканей с пропиткой, и дополнительные средства индивидуальной защиты кожных покровов – фартуки, нарукавники из пленочных материалов.

Для защиты рук при работе с концентрированными эмульсиями, пастами, растворами и другими жидкими формами агрохимикатов следует применять резиновые, латексные, из бутилкаучука и другие перчатки, аналогичные по защитным свойствам и гигиеническим характеристикам. Запрещается использование медицинских резиновых перчаток.

Защитные средства по окончании каждой рабочей смены должны быть очищены. Снимать их необходимо в следующей последовательности: не снимая с рук, вымыть резиновые перчатки в обезвреживающем растворе (3-5%-й раствор кальцинированной соды, известковое молоко), промыть их в воде; снять сапоги, комбинезон, защитные очки и респиратор; снова промыть перчатки в обеззараживающем растворе и воде и снять их. Резиновые лицевые части и наружную поверхность противогазовых коробок и респираторных патронов необходимо обезвреживать мыльно-содовым раствором (25 г мыла + 5 г кальцинированной соды на 1 л воды) с помощью щетки, затем прополаскивать в чистой воде и высушивать. Лицевые части противогаза и респиратора следует дезинфицировать ватным тампоном, смоченным в 0,5%-м растворе перманганата калия или в спирте.

Не допускается к работе люди в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном употреблением наркотических средств, психотропных или токсичных веществ, а также распитие спиртных напитков, употребление наркотических средств, психотропных или токсических

веществ на рабочем месте или в рабочее время. Курить разрешается только в специально отведенных и оборудованных для этого местах.

Охрана окружающей среды охватывает большой объем законодательной базы страны в частности и мира в целом, при этом пренебрежительное отношение человечества к законам привело к тому, что в мире увеличилось площадь нарушенных земель из-за ветровой и водной эрозии и несоблюдения технологических процессов в сельском хозяйстве, площадь которых достигает миллионы гектаров (Банников, 1999).

Комплекс природоохранных мероприятий должен включать охрану и рациональное использование земель, водных ресурсов, лесов, естественных трав и пастбищ, а также животных и рыб. Внедрение прогрессивных систем земледелия сопровождается возникновением определенных последствий: накопления в биосфере неразложившихся остатков средств химизации, обострения тенденции ухудшения качества сельскохозяйственной продукции, усиления в почвенном покрове эрозионных процессов, прогрессирующего истощения и загрязнения водоемов, а также снижением численности фауны, в том числе полезной. В связи с этим система земледелия должна быть обоснованной не только с агротехнических, но и экологических позиций.

Основными путями снижения и предотвращения отрицательного воздействия пестицидов на растения и окружающую среду являются ограничение их применения и контроль за их использованием на различных частях агроландшафта. Особого влияния заслуживают вопросы применения химических средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. С этой целью в каждом хозяйстве выделяют зоны по экологически сбалансированному применению химических средств защиты на сельскохозяйственных угодьях.

В системах земледелия очень важно экологически сбалансированное применение удобрений. Разные угодья обладают неодинаковой способностью удерживать питательные вещества. Лучше всего их

аккумулируют лесонасаждения, затем сенокосы и чистые пары. Уменьшению потерь удобрений способствует возделывание сидеральных и пожнивных культур, дробное внесение азота, особенно на пойменных землях, где азотное соединение легко переходит в грунтовые воды.

Основные направления охраны окружающей среды в сельском хозяйстве: рациональное использование земель, освоение севооборотов, в том числе, почвозащитных.

Строго соблюдать дозы внесения минеральных удобрений и микроэлементов, сокращать потери при транспортировке, хранении и при внесении в почву.

Необходимо ограничивать применение очень стойких высокотоксичных соединений ядохимикатов, заменить их на менее вредные, т.е. больше использовать биологические препараты.

Для борьбы с вредителями, болезнями и сорняками применять интегрированную систему защиты: сочетание агротехнических приемов с химическими и биологическими методами борьбы.

Охранять леса и лесонасаждения от пожаров, пастьбы скота, повреждений механизмами сельскохозяйственной техники и ядохимикатами.

Пропагандировать природоохранные значения с увязкой задач сельскохозяйственного производства и охраны окружающей среды в целом.

ВЫВОДЫ

На серых лесных почвах характеризующихся средним содержанием гумуса и подвижного калия, повышенным содержанием подвижного фосфора, внесение калийных удобрений способствовало:

1. Получению достоверной прибавки урожая озимой ржи «Тантана» в условиях 2017-2018 года на уровне 2,59-2,54 т/га, при урожае на фоне 2,24 т/га .
2. Изменению содержания в зерне и в соломе азота, фосфора и калия.
3. Повышению хозяйственного выноса и коэффициентов использования макроудобрений.
4. Улучшению качества озимой ржи, за счет повышения сбора протеина с 1 га, увеличению массы 1000 зерен, числа падения, а также натуры зерна.
5. Уровень рентабельности использования калийных удобрений составил от 19 до 21% (фон 16%), и был максимальным с применением калийной соли.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Алиев Ш.А. Агрохимическая и агроэкологическая оценка почв Республики Татарстан / Ш.А. Алиев, В.З. Шакиров, С.Ш. Нуриев - Казань. Центр инновационных технологий, 2005. – С.52.
2. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды. /А.Г. Банников, А.К. Рустамов, А.А. Вакулин – М.: Колос, 1999. – 304 с.
3. Беляев Г.Н. Калийные удобрения из калийных солей Верхнекамского месторождения и их эффективность: Монография. – Пермь: Перм. кн. изд-во, 2005. – С.57.
4. Габдрахманов И.Х. Настольная книга земледельца / И.Х.Габдрахманов, М.Ш.Тагиров, Л.В. Лазарева. – Казань, 2007. – С.67.
5. Гатаулина Г.Г. Практикум по растениеводству / Г.Г.Гатаулина, М.Г.Объедков. – М.: КолосС, 2005. – С.53.
6. Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://reestr.gossort.com/> (дата обращения 20.05.2019).
7. ГОСТ 10840-64. Методы определения натуры зерна. – М.: Изд-во стандартов, 1990. –С. 3 – 5.
8. ГОСТ 10842-89. Методы определения массы 1000 зерен. – М.: Изд-во стандартов, 1990. –С. 7 - 9.
9. ГОСТ 12041-82. Метод определения влажности. – М: Стандартиформ, 2011. – 7 с.
10. Губин А.Н. Влияние возрастающих доз калийных удобрений на поведение никеля в системе почва – растение / А.Н.Губин, М.А.Ефремова, В.Н.Ефимов //Агрохимия. - 2007. - №8. – С.83-86.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – С.256.
12. Ефимов В.Н. Система удобрения / В.Н.Ефимов, И.Н.Донских, В.Н.Царенко. – М.: КолосС, 2002. – С.7.

13. Зиганшин А.А. Современные технологии и программирование урожайности. – Казань: КГУ, 2001. – С.55.
14. Исмагилов Р.Р. Качество и технология производства продовольственного зерна озимой ржи / Р.Р.Исмагилов, Р.Б.Нурлыгаянов, Т.Н.Ванюшина. – М.: АгриПресс, 2001. – С.50.
15. Касицкий Ю.И. Об источниках информации для установления оптимального содержания подвижного фосфора в почвах // Агрохимия. – 1990. - №11. – С.151.
16. Кореньков Д.А. Минеральные удобрения при интенсивных технологиях. – М.: Росагропромиздат, 1990. – С.62.
17. Кудзин Ю.К. Некоторые особенности условий питания растений, создающихся при длительном применении удобрений на черноземе // Научные труды географической сети опытов с удобрениями. – Вып.19. – М.: ВИУА, 1973. – С.3.
18. Кузнецов В.К. Радиологическое и агрохимическое обоснование оптимальных параметров содержания подвижных форм калия в минеральных почвах, подвергшихся радиоактивному загрязнению / В.К.Кузнецов, Н.И.Санжарова Н.И, В.С.Анисимов, С.В.Круглов, Н.В.Белова //Агрохимия. - 2004. - №6. – С.74-75.
19. Кузьмин Н.А. Теоретические и практические основы растениеводства / Н.А.Кузьмин, Г.В.Коренев, В.Е.Шевченко. – Воронеж: ВГАУ,1998. – С.30.
20. Кулаковская Т.Н. Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв. – М.: Почв. ин-т им. В.В.Докучаева, 1980. – С.5
21. Литвинович А.В. Калийное состояние дерново – подзолистой глееватой песчаной почвы при окультуривании и под залежью / А.В.Литвинович, О.Ю.Павлова, А.И.Маслова, Д.В.Чернов // Почвоведение. - 2006. - №7. – С.876-882.
22. Минеев В.Г. Агрохимия. – М.: МГУ, КолосС, 2004. – С.223-226.

23. Мосолов И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений. – М.: Колос, 1979. – С.156.
24. Муравин Э.А. Агрохимия. – М.: КолосС, 2004. – С.92.
25. Муха В.Д. Агропочвоведение / В.Д.Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: КолосС, 2004. – С.179.
26. Никитишен В.И. Агрохимические основы эффективного применения удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Наука, 1984. – С.214.
27. Никитишен В.И. Влияние возрастающих доз азотного удобрения на освоение калия культурами полевого севооборота и его баланс / В.И.Никитишен, И.А.Никитишина // Агрохимия. - 1978. - №5. – С.40.
28. Никитишен В.И. Обеспеченность серой лесной почвы калием в агроценозах Центральной России // Почвоведение. - 1994. – №2. – С.112.
29. Никитишен В.И. Поведение калия в системе почва – растение при различных условиях водного режима / В.И.Никитишен, В.И. Личко //Агрохимия. - 2007. - №1. – С.17-24.
30. Никитишен В.И. Эффективность калийного удобрения в зависимости от количества осадков в репродуктивный период зерновых культур / В.И.Никитишен, В.И. Личко //Агрохимия. - 2002. - №7. – С.45.
31. Носко Б.С. Влияние удобрений на урожай озимой пшеницы и его качество на черноземе типичном с разным содержанием подвижного калия / Б.С.Носко, В.И. Бабынин, Д.Абубакар // Агрохимия. - 1997. - №1. – С.43-53.
32. Пигарева Н.Н. Запасы и формы калия в мерзлотных почвах Бурятии // Агрохимия. - 1992. - №8. – С.44-49.
33. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. – М.: Колос, 2004. – С.236.
34. Посыпанов Г.С. Растениеводство / Г.С.Посыпанов, В.Е.Долгодворов, Г.В.Коренев. – М.: Колос, 1997. – С.147.
35. Прокошева М.А. Применение удобрений на приусадебном участке. – М.: Россельхозиздат, 1986. – С.14.

36. Прокошев В.В. Калий и калийные удобрения / В.В.Прокошев, И.П.Дерюгин. – М.: Ледум, 2005. – С.185.
37. Пчелкин В.У. Почвенный калий и калийные удобрения. – М.: Колос, 1966. – С.35-37.
38. Сафонов А.Ф. Системы земледелия / А.Ф.Сафонов, А.М.Гатаулин, И.Г.Платонов. – М.: КолосС, 2006. – С.159.
39. Шакиров А.Ш. Мелиорация земель / А.Ш.Шакиров, М.М.Хисматуллин. – Казань, 2006. – С.75.
40. Шафран С.А. Применение калийных удобрений и их эффективность на почвах России / С.А.Шафран, Ю.С.Авдеев, В.А.Прошкин // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №2. – С.10.
41. Ягодин В.А. Агрохимия. – М.: Агропромиздат, 1989. – С.300-303.
42. Якименко В.Н. Влияние баланса калия в агроценозе на продуктивность культур и калийное состояние серой лесной почвы //Агрохимия. - 2006. - №5. – С.3-11.
43. Якименко В.Н. Изменение содержания форм калия по профилю почвы при различном калийном балансе в агроценозах // Агрохимия. - 2007. - №3. – С.5-11.
44. Якименко В.Н. Калийные удобрения и урожайность зерновых культур // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №2. – С.14-15.
45. Якименко В.Н. Подвижность форм калия в почвах // Агрохимия. - 2005. №9. – С.5-12.
46. Amirjani M.R. Effect of salinity stress on growth, sugar content, pigments and enzyme activity of rice. Int. J. Bot. 2011. Vol. 7. P. 73-81.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	озимая рожь		
Фактор А:	калийные удобрения		
Год исследований:	2018		
Градация фактора	4		
Исследуемый показатель:	урожайность т/га		
Количество повторностей:	4		
Исполнитель:			

Таблица данных

калийные удобрения	Повторнос ть				Сумм ы V	Средние
	1	2	3	4		
Без удобрений	1,58	1,69	1,60	1,59	6,46	2,2
Фон	2,26	2,22	2,20	2,20	8,88	3,0
3 литра на тонну	2,60	2,58	2,56	2,62	10,36	3,5
4 литра на тонну	2,56	2,54	2,51	2,55	10,16	3,4
суммы Р	9,0	9,0	8,9	9,0	35,9	2,4

35,86

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Fфак т	F05	Достовернос ть
Общая	2,43	15				достоверн о
Повторностей	0,00	3				
Вариантов	2,41	3	0,80	733, 4	2,46	
Остаток	0,01	9	0,00			

Обобщённая ошибка

опыта 0,02 %

Ошибка разности
средних 0,02 т/га

НСР05 0,15 т/га