

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 агропочвоведение»
на тему:

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И
МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ
СОСТАВ УРОЖАЯ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СЕРОЙ – ЛЕСНОЙ
ПОЧВЫ.**

Исполнитель – студент 144 группы агрономического факультета
Шакирова Гулия Ибрафилевна

Руководитель:
д.с.-х.н., профессор



Гилязов М.Ю.

Зав. кафедрой, к. с.-х.н., доцент



Миникаев Р.В.

Казань – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
2. ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА	19
2.1. Цель и задачи исследования.....	19
2.2. Условия проведения опыта.....	19
2.3. Схема опыта.....	20
2.4. Наблюдения, анализы и учет.....	24
2.5. Метеорологические условия.....	26
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	31
3.1. Урожайность и структура урожая ячменя сорта «Тимерхан».....	31
3.2. Химический состав урожая.....	35
3.3. Влияние предпосевной обработки семян на вынос основных макроэлементов урожаем ячменя «Тимерхан».....	37
3.4. Качество зерна ячменя «Тимерхан».....	41
3.5. Экономическая эффективность предпосевной обработки семян препаратом Микромак	45
4. ВЫВОДЫ	47
5. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	48
6. ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	50
ПРИЛОЖЕНИЕ	55

ВВЕДЕНИЕ

Главными задачами сельского хозяйства являются повышение объемов производства зерна, получение полноценных и экологически безвредных продуктов питания и кормов. Применение минеральных и органических удобрений повышает урожайность зерновых культур. Создание оптимального

уровня питания растений способствует формированию физиологически здоровых растений, которые способны противостоять неблагоприятным условиям среды. В решении этой задачи, важное место занимает обеспечение растений макро- и микроэлементами.

Применение минеральных удобрений является одним из основных факторов интенсификации земледелия. Так использование высоких доз минеральных удобрений, известкование почвы, приводит к уменьшению содержания некоторых микроэлементов в почве и к их дефициту в растениях.

Образование высокопродуктивных биоценозов и, в целом, аграрных ландшафтов связано в значительной степени с состоянием, уровнем почвенного плодородия и благоприятностью климатических условий. Сохранение, восстановление и повышение плодородия почв, является и остается весьма актуальной задачей. Между тем за последние годы заметно увеличились площади кислых почв, и наблюдается существенное уменьшение содержания в почвах подвижных форм макро- и микроэлементов необходимых растениям.

Резко снизились объемы применения органических, минеральных и известковых удобрений, что привело к существенному уменьшению урожая зерновых и других культур. Очень беден ассортимент минеральных и, особенно, макроудобрений [Гайсин, Хисамеева, 2007].

«Результаты имеющихся исследований и производственный опыт показывают, что сбалансированное использование макро- и микроэлементов является необходимым условием получения высоких стабильных урожаев хорошего качества. По результатам обобщения данных полевых опытов микроудобрения обеспечивают повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 10-12%, а окупаемость их применения выше в 3-4 раза, чем на затраты применения. Опыты с микроудобрениями показывают, что их применение под соответствующие культуры наиболее эффективно на почвах с низким и средним содержанием подвижных форм соответствующих

микроэлементов. Создание теоретических основ применения микроэлементов в земледелии более успешно стала осуществляться после того, как было частично расшифрована физиологическая роль микроэлементов в жизни растений» [Ягодин, 2002].

Яровой ячмень является важнейшим продовольственным, кормовым и техническим культурам. Из зерна ячменя изготавливается мука, перловая и ячневая крупа, суррогат кофе. Для хлебопечения ячменная мука малопригодна, при надобности ее примешивают к пшеничной или ржаной муке (20 - 25 %). Белок ячменя содержит все полезные аминокислоты, включая особо дефицитные и наиболее ценные - лизин и триптофан. Существуют сорта, в протеине которых содержится 4,5-4,9 % лизина. Зерно ячменя широко применяют в качестве концентрированного корма (в 1 кг содержится 1,27 корм. ед. и 100 г переваримого белка) для животных всех видов, особенно для откорма свиней (удельный вес ячменя в составе комбикорма достигает 50 %). Из зерна ячменя получают заменитель кофе и солодовый экстракт, широко используется в промышленности. Ячмень является отличным сырьем для пивоваренной промышленности.

Основной зернофуражной культурой мира является яровой ячмень. По валовому сбору и посевным площадям среди зерновых культур яровой ячмень имеет большой удельный вес как в нашей стране, так и мировой земледелии. Широкое применение ячменя объясняется не только необходимым биохимическим составом его зерна, но и рядом хозяйственно-биологических особенностей, которые во многом определяют столь большой ареал культуры по сравнению с другими зерновыми культурами. По сравнению с пшеницей и овсом ячмень имеет более короткий вегетационный период и способен создать высокие урожаи как при коротком, так и при длинном световом дне.

По применению в народном хозяйстве ячмень относится к многофункциональным культурам. Его зерно содержит крахмал (50-60%) и белок (11-15%) [Алабушев, Филиппов, Щербаков, Янковский, 2009].

«Благодаря своим биологическим свойствам ячмень - хороший компонент в наборе культур полевого севооборота. Он более бережно потребляет влагу, отличается коротким вегетационным периодом, раньше созревает и дает возможность использовать более правильную технику и снизить напряженность полевых работ. Яровой ячмень - наиболее скороспелая и пластичная культура. Ячмень широко используют в качестве страховой культуры для пересева озимых» [Посыпанов и др., 1997].

I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Азотные удобрения под ячмень лучше всего вносить до посева в основном приеме. В условиях орошения и в районах где достаточное увлажнение проведение подкормки ячменя во время вегетации дает положительный эффект.

В последние годы в Республике Татарстан стало распространенным применение корневой подкормки ячменя в фазу колошения [Велюханов, 2018].

Следует отметить, что содержание азота в растениях, слабо коррелируя с продуктивностью ячменя, в большой мере отражало обеспеченность посевов этим элементом питания и потребность азотном удобрении. В отличие от азота, содержание фосфора в растениях ячменя слабо отражало нуждаемость посевов в фосфорном удобрении.

Большое значение на продуктивность посевов ячменя и качества зерна влияет фосфорное питание. При полном удовлетворении растений в фосфорном питании значительно повышается и улучшается урожайность ячменя и его выносливость к полеганию и болезням. При низком содержании в почве элемента фосфора, урожай снижается, редко когда-либо достигает 18 – 20 ц/га, при внесении исключительно азотных и калийных удобрений. Следовательно, важным приемом повышения урожайности зерна является применение фосфорных удобрений на почвах, где наличие подвижных фосфатов не хватает [Мясоедов, 2013].

Величина зерновой продуктивности ячменя достаточно сильно коррелировала с содержанием фосфора в растениях в фазе трубкования, а связи урожая с содержанием фосфора в растениях в фазе колошения не обнаружено. Между содержанием азота в растениях и урожаем зерна выявлена иная зависимость: его содержание в надземной биомассе во время трубкования в меньшей мере, чем во время колошения, определяло формирование продуктивности посевов. Исходя из этих данных, можно заключить, что для интенсификации продукционного процесса ячменя в первый период вегетации особенное значение имеет достаточное снабжение посевов фосфором, во время колошения – азотом и фосфором.

Таким образом, если накопление азота фосфора в зерне у ячменя и озимой пшеницы протекает одинаково и в соответствии со складывающимся уровнем азотного и фосфорного питания посевов в вегетативный период роста, то

зависимость величины урожая той и другой зерновых культур от содержания и соотношения макроэлементов в растениях проявляется неоднозначно.

Повышение уровня калийного питания ячменя посредством удобрения в множественных случаях оказывается малоэффективным вследствие вымывания калия из надземных органов растений ливневыми дождями в репродуктивный период вегетации [Никитишен, 2013]. В предлагаемой работе поставлена задача выяснить, в какой степени содержание азота, фосфора и калия в растениях ячменя отражают условия минерального питания и определяют величину его урожая [Никитишен, Личко, 2014].

Оценим, в какой степени содержание азота, фосфора и калия в растениях определяло величину зерновой продуктивности ячменя, которая изменялась в зависимости от действия удобрений и условий влагообеспеченности от 7.4 до 66.9 ц/га .

«Основными источниками микроэлементов для растений служат почва (непосредственно или косвенно) и почвенные воды. Распределение микроэлементов в системе почва-растение имеет зональную закономерность и зависит от многих факторов, в первую очередь, от материнской породы и содержания гумуса. Продуктивность агроэкосистем, минеральная в определенной степени и биологическая полноценность урожая, определяется содержанием и подвижностью микроэлементов в почвах» [Школьник, 1974].

Учение о микроэлементах создавалось трудами отечественных ученых А.П. Виноградовым, В.И. Вернадским, В.А. Ковдой и прочих. Данные исследования касаются не только содержания всевозможных микроэлементов в породах, почвах, водах, животных, растениях, а также закономерностей из аккумуляции, миграции, но также влияния недостатка либо избытка микроэлементов на процесс развития растений. В свое время данным исследованиям большое внимание уделялось такими крупнейшими

российскими химиками и агрохимиками, как акад. К.К. Гедройц, В.И. Вернадский, Д.Н. Прянишников.

«Во многих территориях страны, где интенсивно развивается земледелие, наблюдается довольно низкий уровень использования основных макроудобрений. Коэффициенты использования азота, фосфора, калия из соответствующих удобрений не превышают 25-40, 8-12 и 35-40%. При этом аналитические работы показывают, что хозяйства отличаются низким и очень низким уровнем содержания подвижных форм преобладающих микроэлементов в почве (молибдена, цинка, меди, бора, марганца). Данное обстоятельство сказывается на величине и качестве получаемой продукции. Окупаемость применяемых основных удобрений остается очень низкой, т.е. на 1 кг д.в. NPK получают 2-4 кг зерновых единиц, что не обеспечивает даже необходимой рентабельности. Содержание микроэлементов в кормах и в растениеводческой продукции остается очень низкой, что диктует необходимость применения специальных пищевых и кормовых добавок в производстве. Между тем, обеспечение потребителей пищевых продуктов и кормов нужным микроэлементами более эффективно и малозатратно при регулировании химических составов растений на основе использования соответствующих микроудобрений в процессе выращивания сельскохозяйственных культур» [Гайсин, Сагитова, Хабибуллин, 2010].

Микроэлемент подействует во множестве биохимических, физиологических процессов у растений. Микроэлементы – неотъемлемая составная часть большого количества ферментов, ростовых веществ, витаминов, играющих роль регуляторов, биологических ускорителей биохимических сложных процессов. Если ферменты являются катализаторами, то микроэлементы можно именовать катализаторами катализаторов. Активные микробиологические процессы также происходят с участием энзимов, частью состава которых являются микроэлементы.

«Растениям микроэлементы необходимы в ничтожно малых количествах. Однако недостаток их, как и избыток, нарушает деятельность ферментативного аппарата, а таким образом, и обмен веществ у растений. При отсутствии микроэлементов растения заболевают: сахарная свекла, например, гнилью сердечка, лен бактериозом, злаковые культуры на торфянистых и осушенных болотах - пустозернистостью» [Ягодин, 2004].

«Микроэлементы ускоряют развитие растений, процессы оплодотворения и плодообразования, синтез и передвижение углеводов, белковый и жировой обмен веществ и т.д. Поэтому надо внимательно изучать нуждаемость растений в каждом микроэлементе и оптимально ее удовлетворять. Следует помнить, что с повышением химизации земледелия значительно увеличивается урожай, а следовательно, и вынос микроэлементов из почвы.

Необходимость в микроэлементах в значительной мере удовлетворяется при внесении навоза, содержащего почти все микроэлементы, а также некоторых минеральных удобрений, особенно сырых калийных солей, фосфоритной муки, томасшлака, золы» [Минеев, 2004].

Производство высококачественной конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции направлено на обеспечение продовольственной безопасности страны. В связи с этим возрос интерес к научным разработкам, способствующим повышению урожайности ярового ячменя - основной фуражной культуры Республики Татарстан [Тагиров, 2010].

Исследованиями [И.П. Таланов, В.Н. Фомин, 2010. С.Л. Белопухов, П.Д. Бугаев, М.Е. Ламмас, И.С. Прохоров, 2013] доказано: «что только при посеве высококачественными семенами ярового ячменя можно добиться высоких урожаев зерна. В этой связи поиск путей повышения посевных качеств и урожайных свойств семян имеет большое значение».

В настоящее время нет сомнения в необходимости направленного регулирования активности микроорганизмов в почве с помощью разных микробиологических препаратов. Особый интерес в этом отношении

представляют препараты на основе diazotрофов, которые позволяют в 1.5–2 раза увеличить азотфиксирующую активность микроорганизмов, ассоциированных с зерновыми культурами, и повысить продуктивность агроценозов на 15–40% [Завалин, Алметов, Бердников, 2010]. Представляют также огромный интерес препараты, включающие несколько штаммов разных видов микроорганизмов, способствующих формированию в ризосфере активных, устойчивых ассоциаций, оказывающих длительное положительное воздействие на растения за счет улучшения минерального питания, стимулирования роста и развития, повышения устойчивости к биологическим и абиотическим неблагоприятным условиям среды.

«Использование микробиологических препаратов имеет свои особенности и требует научного обоснования. В частности, биопрепараты действительно повышают режим питания растений, переводя биогенные элементы в более доступную форму, однако проблему их отрицательного баланса не решают в принципе (кроме азота, восполнение которого возможно за счет его биологической фиксации), т. к. формирование урожайности происходит за счет мобилизации почвенных запасов. В результате применение микробиологических препаратов без соответствующей компенсации элементов питания может сопровождаться деградацией почвы» [Куликова, Никифорова, Смывалов, 2013].

Минеральные удобрения на старте вегетации ячменя (первой срок для отбора почвенных образцов) на процесс дыхания почвы оказал отрицательное влияние: на 16% увеличилось выделение CO₂, что согласовалось с литературными данными [Макаров, Гаспарян, 2017 Алферьев, Павлова, Федотов, Жукова, 2011].

Микробиологические препараты ризоагрин, байкал ЭМ-1 на ферментативную активность почвы оказали положительное влияние и в вариантах без минеральных удобрений, так и при их применении. При применении микробиологических препаратов байка ЭМ-1 и ризоагрин оказали

положительное влияние ферментативную активность почва как в вариантах без минеральных удобрений, так и при применении минеральных удобрений. По-видимому, последнее связано с интенсивной выработкой ферментов тщательно подобранными микроорганизмами, входящими в состав биопрепаратов.

Если улучшение питательного режима при внесении минеральных удобрений не требует объяснения, то при применении бактериальных препаратов, несомненно, оно обусловлено активизацией деятельности микроорганизмов в почве (прежде всего в прикорневой зоне) и переводом элементов питания в доступные для растений формы [Куликова, Никифорова, Смывалов, 2013].

Предпосевная обработка семян ячменя препаратами байкал ЭМ-1 и ризоагрин показывает положительное влияние на ферментативную активность почвы: в среднем за вегетацию активность фосфатазы повышалась на 2–3%, протеазы – на 6–9%. Активность каталазы практически не изменялась. Разрушение льняного полотна в почве подпосевами ячменя составило 30–36%, на фоне минеральных удобрений – 34–41% (в контроле – 28%). Отмечено повышение дыхания почвы на 12–27%. Суммарная биологическая активность при применении препаратов байкал ЭМ-1 и ризоагрин повышалась на 5–10%, минеральные удобрения усиливали ее на 6% [Куликова, Никифорова, Смывалов, 2013].

В настоящее время на значительной части территории России одним из главных факторов, лимитирующих производство сельскохозяйственной продукции, является влага. Ее дефицит нарушает в растениях физиологические процессы, угнетает рост и развитие, что снижает продуктивность культур. Длительные атмосферные и почвенные засухи приводят к недобору урожая до 50–70%, а иногда и более [Сластя, Ложникова, Кондратьева, Ниловская, 2013].

По данным исследователей [Матыченков, 2008], использование соединений кремния, главным образом удобрений и мелиорантов, увеличивает устойчивость растений к дефициту влаги. Известно, что кремний поступает в

растения в виде аниона кремниевой кислоты (SiO_2^{3-}), молекул кислот $\text{Si}(\text{OH})_3$, $\text{Si}(\text{OH})_4$, различных эфиров [Новикова, Косякова, 2014]. Кремний могут поглощать растения и через листья в форме силикатов калия натрия [Анищенко, Борздыко, Москаленк, Сквородникова, Прохоренко, 2017]. В растениях кремний откладывается особенно в эпидермальных клетках, образуя двойной кутикулярно-кремниевый слой (в первую очередь в листьях и корнях), а также клетках ксилемы, а его избыток трансформируется в различные виды фитолитов [Осипова, Ниловская, Курносова, Быковская, 2015].

Соединения кремния при применении их для предпосевной обработки семян огромное воздействие на рост растений оказывали в условиях полива, чем при резком водном дефиците. Однократное опрыскивание растений перед началом засухи положительно и в равной степени влияло на биомассу растений двух сортов ячменя, что не отмечено в условиях полива. В условиях засухи сочетание двух видов обработки имело особенно перед одним [Сластя, Ложникова, Кондратьева, Ниловская, 2013].

В настоящее время одной из самых серьезных проблем сельского хозяйства является техногенное загрязнение. Более 1 млн. га сельскохозяйственных угодий России загрязнено особо токсичными элементами (I класс опасности) и 2.3 млн. га – токсичными (II класс опасности) [Алексахин, 2004]. Весьма негативным следствием этого явления для народного хозяйства оказывается снижение продуктивности основных сельскохозяйственных культур и ухудшение их хозяйственно ценных качеств.

«Цинк в растениях входит в состав дыхательного фермента. Он способствует образованию витаминов и поглощению атмосферной углекислоты. Под действием цинка в растениях усиливается образование белков и ростовых веществ (ауксинов), а также повышается их морозо- и засухоустойчивость. Цинк участвует в водном обмене, в синтезе нуклеиновых кислот, повышает иммунитет растений. Цинк изменяет проницаемость мембран для калия и магния, участвует в структурной организации клеток и регуляции

транспорта ионов, через клеточные мембраны, влияет на поглощение аммонийного азота и обмена жиров» [Пахомова, Бунтукова, Абдуллаязнова, 2010].

Цинк является необходимым для растения микроэлементом, поскольку влияет на формированию генеративных органов, принимает участие в углеводном и белковом обмене, окислительных процессах, входит в состав более чем 200 ферментов, участвует в синтезе, ДНК, РНК, хлорофилла. Цинк является одним из наиболее биологически доступных элементов: содержание подвижного цинка в почве, экстрагируемого разбавленными минеральными кислотами, может достигать 20–60%. Содержание цинка в поверхностном горизонте почв мира изменяется в пределах 17–150 мг/кг. При нехватки цинка прекращается образование семян, наблюдают недостаточное развитие листьев, возникает хлороз. Цинк стабилизирует клеточные компоненты и влияет на проницаемость мембран [Башкин, Касимов, 2004].

Фитотоксичность цинка контролируется как эдафическими свойствами почв (рН, емкость катионного обмена, содержание органического вещества и др.), так и способностью растений ограничивать поступление ТМ. В значительной степени устойчивость сельскохозяйственных культур к цинкам определяется их видовыми особенностями. Опасность цинка усиливается слабым выведением его из почвы (период полураспада 70–510 лет), поэтому цинк, находящийся в почвах, в концентрациях, превышающих ПДК, можно отнести к тяжелым металлам [Анисимов, Санжарова, Анисимова, Гераськин, Дикарев, Фригидов, 2013; Арышева, Анисимов, Санжарова, 2013].

Таким образом, увеличение концентрации Zn в почвах оказывали влияние на динамику показателей, характеризующих рост растений и накопление ими металла. Прирост надземной биомассы ячменя вплоть до фазы налива семян хорошо излагается логистической функцией. Ее параметры отражали особенности динамики увеличения биомассы в зависимости от концентрации внесенного в почву ТМ и могли служить показателями фитотоксичности почв,

загрязненных Zn [Фригидов, Анисимов, Фригидова, Гераськин, Анисимова, Корнеев, Санжарова, 2014].

В современном российском земледелии минеральные удобрения применяют в количестве ≈ 2.4 млн. т д.в. в год, или 38 кг д.в./га посевов [Чикмарев, 2012]. При этом растения используют только часть питательных веществ, поступающих в почву с минеральными удобрениями. Коэффициент использования растениями азота составляет 30–50, фосфора – 20–30, калия – 30–40% [Иванов, Завалин, 2010], кроме того часть питательных веществ удобрений вымывается в грунтовые воды, улетучивается в атмосферу или переходит в недоступную для растений форму [Кирюшин, 2010]. Повышение эффективности использования растениями элементов питания из минеральных удобрений имеет большое значение для сельского хозяйства [Сычев, Ефремов, 2011]. Одним из приемов увеличения эффективности минеральных удобрений может стать использование микробных препаратов, созданных на основе агрономически полезных микроорганизмов, обладающих комплексом таких свойств, как стимуляция роста растений, фунгицидная и бактерицидная активность, антистрессовое действие, фиксация молекулярного азота, фосфатмобилизующая активность [Тихонович, 2005, Петров, 2009]. Микробные ризобиальные препараты известны агрономам более 100 лет, но они применялись лишь в агротехнологиях при выращивании бобовых культур [Тихонович, 2007].

Биомодификация минеральных удобрений по сравнению с обычными формами способствовала росту урожая зерна ячменя, увеличивая сбор зерна на 15–28% на почве с низким и на 13–20% на почве с высоким содержанием подвижного фосфора.

Увеличение урожая зерна ярового ячменя определяло изменение отдельных элементов его структуры, в первую очередь продуктивной кустистости, массы зерна с одного колоса и количества зерен в колосе [Завалин, Чернова, Гаврилова, Чеботарь, 2015].

Динамика выноса макро- и микроэлементов урожаем растений является интегральной характеристикой изменения элементного состава системы почва–растение в процессе функционирования агрофитоценоза, определяющей скорости изменения содержания макроэлементов в пахотных почвах, самоочищения почв от примесных элементов (тяжелых металлов), баланс элементов минерального питания в почве.

Вынос химических элементов из почвы растениями зависит от интенсивности их поступления в растения и скорости нарастания биомассы. Известно, что этот показатель варьируется в широких пределах в зависимости от видовых, сортовых особенностей сельскохозяйственных культур и условий выращивания [Витковская, 2015].

Использование высоких доз минеральных удобрений далеко не всегда гарантирует обеспечение положительного баланса питательных элементов в почве. Известно [Макаров, 2014], что прямой зависимости между величиной урожая и выносом основных элементов питания часто не наблюдается вследствие уменьшения затрат питательных веществ на формирование единицы продукции.

Динамика выноса макро- и микроэлементов урожаем растений является интегральной характеристикой изменения элементного состава системы почва–растение в процессе функционирования агрофитоценоза.

Вынос калия, азота, фосфора и кальция растениями возрастал в течение вегетации и существенно зависел от применения минеральных и органических удобрений [Витковская, 2015].

В современных условиях сельскохозяйственного производства одной из главных задач является увеличение устойчивости зерновых, иных культур к разнообразным неблагоприятным внешним факторам, что определяет во многом получение стабильных урожаев. Последние десятилетия характеризуются повышением числа погодных аномалий, увеличением аридизации климата непредсказуемостью погоды в вегетационные периоды,

что приводит к значительным потерям урожайности сельскохозяйственных культур [Ниловская, 2009].

Большое влияние на устойчивость сельскохозяйственных культур к негативным воздействиям внешней среды оказывает их сортовая специфика [Яноковский, 2003]. Кроме генетических особенностей, на величину потерь продуктивности растений влияет также их обеспеченность как макро-, так и микроэлементами питания [Шубина, 2012].

В связи с этим авторы изучали влияние предпосевной обработки семян разных сортов ячменя микроэлементами селеном и цинком на их устойчивость к почвенной засухе. Выбор в качестве влияющих факторов, кроме классического микроэлемента – цинка, увеличивающий засухоустойчивость растений [Верниченко, 2002], для защиты от водного стресса ультрамикроэлемента селена связан с тем, что в последние годы обнаружен и широко обсуждается его протекторный эффект на растения при влиянии неблагоприятных условий внешней среды.

Показано, что микроэлементы Se и Zn увеличивали засухоустойчивость растений ячменя, в результате чего значительно уменьшилось потери урожая двух исследованных сортов, обусловленные действием почвенной засухи. Снижение потерь урожая зерновых от водного стресса в ходе обработки семян микроэлементами обуславливалось, в частности, более быстрым выходом их из угнетенного состояния после ранее перенесенной засухи, нормализацией азотного питания подопытных растений в ходе репарации [Верниченко, Осипова, Быковская, Яковлев, 2015].

Некоторые аспекты проникновения микроэлементов в клетку и их локализация обсуждены в статье Л.С. Строчковой (1990) что: «марганец способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды. При его исключении повышается содержание ряда элементов. Марганец оказывает влияние на передвижение фосфора из стареющих листьев к молодым. Кобальт принимает участие в изменении проницаемости плазмолеммы, значительно

улучшает поступление в растения азота и других элементов. Молибден повышает поглощение растениями фосфора за счет участия в метаболизме азота. Улучшает поступление азота также применение меди и бора. Цинк изменяет проницаемость мембран для калия и магния. У растений при дефиците цинка отмечается повышенная концентрация неорганического фосфора. Этот элемент участвует в структурной организации клеток и в регуляции транспорта ионов через клеточные мембраны. Медь влияет на работу К-Na-АТФ, способствует накоплению в растениях органических соединений фосфора. Поступление магния в растения повышается при достаточном обеспечении медью, цинком и бором».

Медь – участвует в азотном обмене, биосинтезе хлорофилла в растущем растительном организме, четкой фиксации молекулярного азота и способствует ускорению роста корневой системы, затормаживает процессы старения и отмирания корневых волосков, т.е. повышает поглотительную способность корневой системы, ускоряет заложение репродуктивных органов, синтез фенолов и триптофана [Ягодин, 2004].

По исследованиям В.Б. Ильина (2012) было установлено, что подвижными доступными растениями считаются водорастворимые соединения меди, находящиеся в обменно - сорбированном состоянии. Содержание их в почвах не превышает 1% общего ее количества.

«Водорастворимые соединения меди могут быть представлены солями минеральных кислот (азотной, соляной, серной) и комплексными солями органических кислот (уксусной, лимонной, янтарной).

Растворимые в воде соединения меди легко подвижные и могут вымываться из почвы. На степень подвижности меди в почве влияет кислая реакция почвенного раствора, малое содержание органических веществ и глинистой фракции. Процессу закрепления меди в почве способствует большое содержание органических веществ и карбонатов, щелочная реакция почвенного раствора, тонкий механический состав почвы с большим количеством илистой

фракции. Наиболее чувствительны на медные удобрения злаковые культуры - пшеница, ячмень, овес, многие злаковые травы. От отсутствие меди в почве страдают и многие другие культуры - горох, вика, люпин, конопля, лен, свекла, овощи, плодовые насаждения и др. Дозы и способы применения медных удобрений определяются видом удобрения, особенностями культуры и другими условиями» [Минеев, 2004].

При оценке влияние загрязнения изученных типов почв различными концентрациями медь на ростовые показатели, продуктивность и накопление металла в зерне и соломе растений ячменя выявлены оптимальные и критические уровни содержания элемента в почвах. Полученные величины относятся к физиологическому состоянию растений, поэтому экологическая составляющая, связанная с питанием животных растительной продукцией или с поступлением меди в организм человека [Цыгвинцев, Гончарова, Санжарова, Рачкова, 2016].

«Микроэлементы могут входить в состав разнообразных классов соединений - неорганических солей ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и т.д.), слабых кислот (H_2MoO_4 , H_3BO_3) или комплексных соединений с лигандами различного типа. Наиболее предпочтительными являются соединения последнего вида, т.к. они лучше усваиваются» [Носкова, Чернов, Мержа, 2010].

2. ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

2.1. Цель и задачи исследований

Цель исследований – изучить влияние макро- и микроудобрения Микромак на урожайность и химический состав ярового ячменя «Тимерхан».

Для осуществления поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить влияние макроудобрения и предпосевной обработки семян ячменя «Тимерхан» препаратом Микромак на химический состав;
- рассчитать хозяйственный вынос азота, фосфора, калия;
- изучить влияние удобрений на урожайность и качество ячменя «Тимерхан»;
- дать экономическую оценку влиянию макро- и микроудобрения Микромак на урожай ячменя.

2.2. Условия проведения опыта

Опыт заложен в КФХ «Гимаев Тальгат Гаязович» в 2017 году. В таблице 1 представлена агрохимическая характеристика серо-лесной среднесуглинистой почвы с мощностью пахотного слоя 20-24 см. Почва хозяйства характеризовалась следующими показателями: низкое содержание гумуса; среднее содержание подвижного фосфора; среднее содержание обменного калия. Кроме того, обеспеченность почвы бором – низкая, кобальтом - низкая, марганцем – средняя, медью - средняя, молибденом - низкая и цинком - средняя.

**Таблица 1 Агрохимические показатели почвы опытного участка
(без удобрений) в 2017 году**

Показатели	2017 год
Гумус, %	2,3

Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 почвы	25,30
Гидролитическая кислотность, ммоль/100г почвы	4,45
pH солевой вытяжки	5,70
P ₂ O ₅ мг/кг почвы по Кирсанову	115
K ₂ O, мг/кг почвы по Кирсанову	110
Подвижный бор, мг/кг почвы	0,25
Подвижный кобальт, мг/кг почвы	1,60
Подвижный марганец, мг/кг почвы	56,0
Подвижная медь, мг/кг почвы	4,10
Подвижный молибден, мг/кг почвы	0,15
Подвижный цинк, мг/кг почвы	0,63

2.3. Схема опыта

Изучение влияния предпосевной обработки семян препаратом Микромак на урожай ячменя сорта «Тимерхан» проводилось в звене севооборота где ячмень возделывалась после яровой пшеницы:

Схема опыта

1. Контроль
2. N₈₄P₇₈K₅₂ - Фон
3. Фон + Микромак – 2 л/т
4. Фон + Микромак – 3 л/т

Повторность опыта 4-х кратное, расположение делянок последовательное. Размер учетной площади 10м², общей- 15м². Основные удобрения вносились из средних условий влагообеспеченности расчетно-балансовым методом. Их дозы определялись для получения 3,5т/га урожая ярового ячменя «Тимерхан».

В качестве микроэлементов использовали Микромак, содержащий бор, кобальт, марганец, медь, молибден, цинк. Норма расхода Микромака на обработку 1 т семян 2 и 3 л. Семена обрабатывались в день посева под навесом.

Под ячмень в 2017 году было внесено $N_{84}P_{78}K_{52}$. В опыте использовались аммиачная селитра, аммофос, хлористый калий мелкокристаллический. Все удобрения вносились вручную под предпосевную культивацию.

В хозяйстве использовался в 2017 году сорт ячменя «Тимерхан». Авторы сорта. Э.Д. Неттевич, В.П. Смолин, Л.М. Ерошенко, В.И. Блохин. И его характеристика: «разновидность нутанс. Куст промежуточный. Влагалища нижних листьев без опущения. Антоциановая окраска ушек флагового листа средней интенсивности, восковой налет на влагалище средний — сильный. Растение среднерослое. Плотность колоса средний, цилиндрический, восковой налет - средний. Ости колоса - длинные, зазубренные, со средней — сильной антоциановой окраской кончиков. Первый сегмент колосового стержня короткий — средней длины, со слабым изгибом, без горбинки. Стерильный колосок от параллельного до слегка отклоненного, с округлым кончиком. Опущение основной щетинки зерновки длинное. Антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи средняя. Зазубренность внутренних боковых нервов наружной цветковой чешуи слабая. Зерновка от крупной до очень, крупной, с неопушенной брюшной бороздкой и охватывающей лодикулой. Сорт характеризуется относительно высокой и стабильной продуктивностью, отзывчив на внесение минеральных удобрений. Сорт «Тимерхан» созревает позже на 4–5 дней чем стандартный сорт Раушан, вегетационный период составляет 76–87 дней. Высота растений 74-80 см, устойчив к полеганию. К уборке формирует выровненный, одновременно созревающий без подгона стеблестой способный к прямому комбайнированию. Масса 1000 зерен 42-50 г. Средняя урожайность в регионе составила 29,9 ц/га, в Республике Татарстан — 45,8 ц/га. Содержание белка 12,1-13,3%. Устойчивость к болезням. Восприимчив к пыльной головне и гельминтоспориозу. Сорт «Тимерхан» включен в Госреестр РФ с 1988 г».

Предпосевную обработку почвы проводят весной, когда почва по мере подсыхает. Боронование проводят зябью борона БЗТС-1.0 в два следа, закрытия

влаги и выравнивания поверхность почвы проводят поперек вспашки или по диагонали. Через 2-3 дня с КПС-4 проводили культивацию на глубину посева семян (5-7см) и проводили посев с одновременным боронованием.

Посев ярового ячменя проводятся отсортированными крупными семенами.

Чистота семян было 97%, всхожесть – 95%. Кинто Дуо, (3,0 кг/т) используют для протравливания семян до посева, против пыльной головни, корневых гнилей. Машина ПС-10А применяют для протравливания семян.

Лучшие сроки посева - ранние, так как ячмень относится к культурам раннего сева и любое запаздывание с ним ведёт к значительному недобору урожая. Сеяли ячмень в первой декаде мая. Сеялками СЗ-3,6 проводят посев семян обычными рядовыми способами с прикатыванием в агрегате. Норма высева ячменя 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 (5,5 млн. всхожих семян на 1га) на глубину заделки 5-6 см.

Оптимальная условия для прорастания семян и дальнейшего роста и развития растений должен обеспечиваться комплексом мероприятий по уходу за посевами ярового ячменя. К ним относятся: прикатывание, боронование, борьба с болезнями, сорняками, вредителями и полеганием. Эффективный прием для получения дружных всходов является прикатывание после посева, особенно в сухую погоду.

Ячменя сильно угнетают сорняки поэтому после появления всходов развивается медленно. Основные меры борьбы с сорняками – агротехнические (соблюдение севооборота, своевременная и качественная обработка почвы). Против двудольных сорняков посева обрабатывали гербицидом Диамакс (0,5л/га), против однодольных – Пума Супер 7,5 (0,85л/га). Для опрыскивания использовали машины ОП-20002-01.

Таблица 2 Агрехимическая характеристика Микромака

Азотфиксирующий и фотосинтезирующий комплекс								
Mn*	Mo	MgO	Zn*	Cu*	Fe*	Co*	V	B
0,18-0,49	0,27-1,14	0,34-2,08	0,52-3,11	0,61-3,55	0,19-0,49	0,18-0,31	0,034-0,158	0,18-0,61
Репродуктивно – защитный комплекс						Макроэлементы		
Cr	Ni	Li	Se	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0,031-0,194	0,008-0,015	0,044-0,129	0,004-0,012	1,0-5,0	0,3-4,4	0,2-0,6	0,84-5,9	

Характеристика Микромака представлена на таблице 2. Это жидкое удобрение которое содержит макро- и микроэлементы, применяется для предпосевной обработки семян для яровых и озимых, зернобобовых, кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы, картофеля, рапса, однолетних и многолетних трав и др.

Высокий ассортимент и концентрация элементов питания: 12 микро- и 5 макроэлементов. Микромак содержит азота, фосфора и калия в доступной форме (хорошее питание проростка в начальный критический период развития). Имеет свойственный составы для большинства агрокультур – соотношение микроэлементов сбалансировано в соответствии с потребностями отдельных сельскохозяйственных культур. Микроэлементы в хелатной (ЭДТА) и минеральной форме.

Преимущества: Микромак повышает появление всходов, в среднем на 2 дня; ускоряет полевую всхожесть на 10 – 15%; создают мощную корневую систему в 1,5-2 раза; повышает продуктивную кустистость на 30-60%; обеспечивает образование дополнительных 3-5 зёрен в колосе; доказано увеличивает урожайность на 5 – 10 ц/га (по зерновым культурам); повышает качество сельскохозяйственной продукции, на 2-4% по клейковине; обеспечивает 30-40 кг/га биологического азота через инициацию и активизацию

азотфиксации; повышает коэффициент использования минеральных удобрений на 15 – 20 %; увеличивает устойчивость растений к неблагоприятным факторам: болезням (напр. корневые гнили), низким температурам и др.; повышает перезимовку озимых культур – снижает процент гибели в 1,5-2 раз; позволяет снизить норму высева на 10-15%.

Механизм работы: Микроэлементы удобрения, проникая в зерно, повышают активность ферментов зародыша зерна в 1,5 – 2 раза, микроорганизмов в 3 – 4 раза, почвы в 5 – 6 раз. Микромак увеличивает биологическую активность в прикорневой зоне и несколько раз увеличивает микробное число в радиусе 3-4 см от зерна. За счет локального повышения плодородия почвы (перевод N,P,K в усвояемую форму) оптимизируется минеральное питание. Ускоряется прорастание семян, развивается мощная корневая система. Активизируется азотфиксация. Развивается полноценный иммунитет растений

Хорошо совместим с пестицидами с использованием стандартных протравителей (ПС-10).

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 определяются по Кирсанову (фосфора с использованием фотоэлектроколориметра, калия - пламенного фотометра), содержания бора, кобальта, марганца, меди, молибдена, цинка (по Пейве и Ринькису) химическим методом.

3. Анализ растений. Определение общего азота в растениях по методу Къельдаля. 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 делянки 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 10⁰С, мм;

S_t – сумма температур за тот же период.

7. В условиях сельскохозяйственной предприятия КФХ «Гимаев Тальгат Гаязович» проводился анализ экономической эффективности применения макро- и микроудобрения микромака в соответствии с методическими указаниями ВИУА на основе конкретных производственных затрат.

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

2.5. Метеорологические условия

Республика Татарстан расположена на восточной части РФ. Территория республики характеризуется умеренно-континентальным климатом с

недостаточным увлажнением. Радиационный режим мало меняется, вследствие небольшой протяженности с севера на юг и с запада на восток.

**Таблица 3 Метеоданные за вегетационный период 2017 г.
(метеопост КГАУ Ферма-2)**

Месяц, декада	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	Норма	Факт.	В % к норме (отклонение)	норма	Факт.	В % к норме
Май						
I		+11,0			14,2	
II		+10,2			6,0	
III		+11,8			11,9	
За месяц	+12,1	+11,0	90,9 (-1,1)	39	32,1	82,3
Июнь						
I		+12,2			10,1	
II		+17,5			18,7	
III		+16,6			34,3	
За месяц	+16,7	+15,4	92,2 (-1,3)	56	63,1	112,7
Июль						
I		+16,4			80,8	
II		+21,3			3,3	
III		+21,2			9,0	
За месяц	+19,0	+19,6	103,2 (+0,6)	59	93,1	157,8
Август						
I		+20,5			14,8	
II		+19,1			0,3	
III		+18,9			30,2	
За месяц	+17,0	+19,5	114 (+2,5)	53	45,3	85,5
Сентябрь						
I		+14,1			32,0	
II		+15,3			18,8	
III		+7,3			2,0	
За месяц	+10,6	+12,2	115,1 (+1,6)	50	52,8	105,6
За май- сентябрь	+ 15,1	+15,5	102,6 (+0,4)	257	286,4	111,4

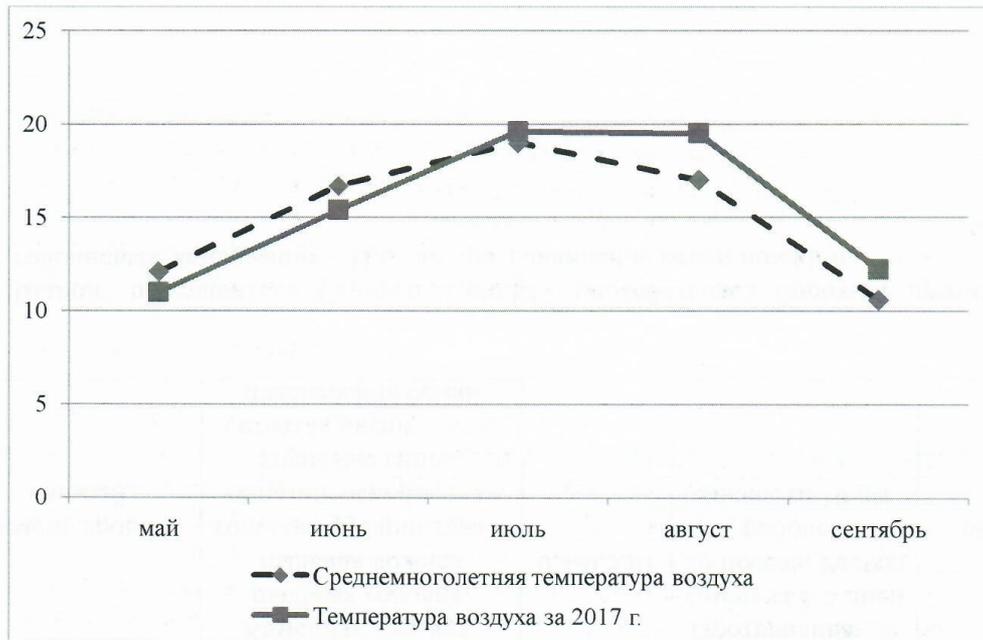


Рис. Среднесуточная температура воздуха 2017 г., °C

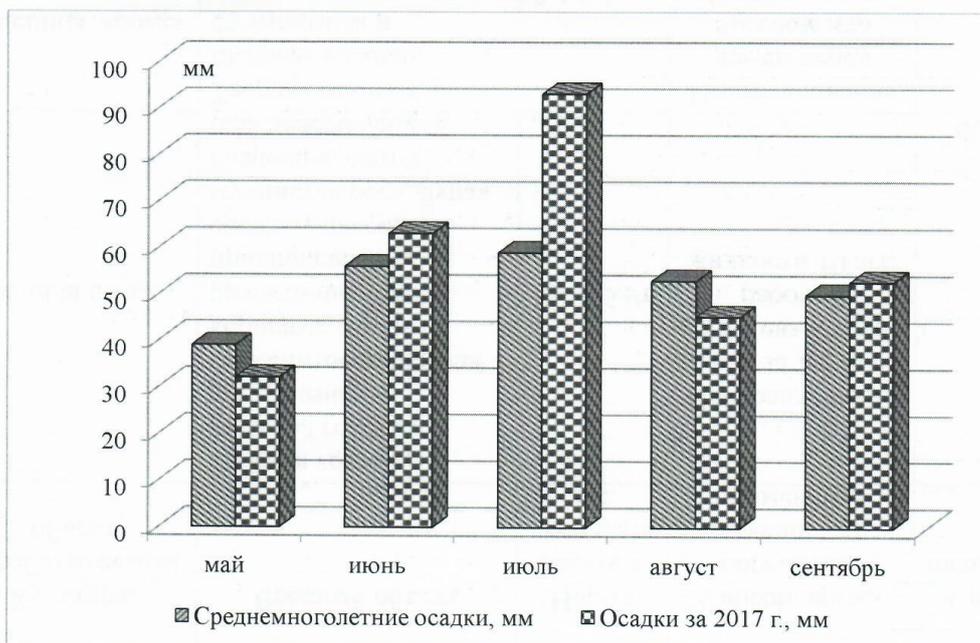


Рис. Влагообеспеченность 2017 г.

Для комплексной оценки агроклиматических ресурсов по влагообеспеченности растений с учетом теплового режима воздуха в течение вегетационного периода наиболее распространен гидротермический коэффициент (ГТК), предложенный Г.Т. Селяниновым. Для расчета этого показателя необходимы сумма среднесуточных температур (или сумма эффективных температур) и сумма осадков за определяемый промежуток времени. Значения суммы среднесуточных температур в течение вегетационного периода ярового ячменя по метеорологической станции Рыбно - Слободского района приведены в таблице 4.

Таблица 4 Сумма среднесуточных температур за период вегетации ярового ячменя, t°С

Год	Месяц				Сумма за вегетацию
	V	VI	VII	VIII	
2017	341	462	607,6	604,5	2015,1
Средняя Многолетняя	375,1	501	589	527	1992,1

В среднем за вегетацию 2017 года сумма среднесуточных температур были выше среднемноголетних показателей, благодаря повышению теплового режима в июле и в августе.

Формирование урожая полевых культур невозможно без достаточной влагообеспеченности, поэтому атмосферные осадки является одним из главных

агроклиматических факторов, влияющих на продуктивность растений, характеристика которых за вегетацию показана в таблице 5. В среднем за вегетацию сумма осадков были значительно выше среднеемноголетних показателей, благодаря повышенной влагообеспеченности в июне в 1,1 раза и в июле в 1,7 раза вегетационного периода, а в показатель 2017 года превысил среднеемноголетние значения в 1,13 раза.

**Таблица 5- Количество осадков в период вегетации ярового ячменя,
мм**

Год	Месяц				Сумма Осадков
	V	VI	VII	VIII	
2017	32,1	63,1	93,1	45,3	233,6
среднее многолетнее	39,0	56,0	59,0	53,0	207,0

В целом за вегетацию ярового ячменя данные по ГТК за различные месяцы вегетационного периода и представлены в таблице 6.

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

Проведенный анализ показал, что для данного региона метеорологические условия вегетационного периода были типичными. Регулирование прихода

тепла и осадков сопряжено с большими трудностями, однако внесение расчетных доз удобрений под запланированный урожай и использование микроудобрений существенно снижает зависимость урожая от складывающихся погодных условий.

Таблица 6- Гидротермический коэффициент (ГТК) в период вегетации ярового ячменя

Год	Месяц				За вегетацию
	V	VI	VII	VIII	
2017	0,94	1,37	1,53	0,75	1,16
Средний Многолетний	1,04	1,18	1,00	1,00	1,04

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Урожайность и структура урожая ячменя сорта «Тимерхан»

В значительной мере погодные условия влияют на процесс формирования величины урожая. Несмотря на характеристику вегетационного периода 2017 года в качестве нестабильной, неустойчивой, недостаточной обеспеченности влагой (ГТК – 1,16), применение минеральных удобрений $N_{84}P_{78}K_{52}$ и предпосевная обработка семян Микромаком содержащим бор, кобальт, марганец, медь, молибден, цинк дают возможность получить хороший урожай основной и побочной продукции ярового ячменя.

Так в условиях относительно сухого и жаркого вегетационного периода 2017 ГТК от 0,75-1,53 прибавки зерна составили от 5,4-6,1%.

Таблица 7 Урожайность зерна ярового ячменя «Тимерхан» при предпосевной обработке семян Микромаком, 2017 год

Варианты	Норма препарата, л/т	Урожайность зерна, т/га	Прибавка по отношению к фону	
			т/га	%
Контроль	-	1,83	-1,47	
$N_{84}P_{78}K_{52}$ – Фон	-	3,30	-	
Фон + Микромак	2	3,50	0,20	6,1
	3	3,42	0,18	5,4
НСР ₀₅		0,11		

Наибольший урожай зерна прибавка (0,20 т/га) в варианте с обработкой семян Микромаком в норме 2 л/т получен благодаря максимальным значениям продуктивной кустистости, числа зерен в колосе и массы 1000 семян. Урожай ярового ячменя «Тимерхан» на варианте контроль составил 1,83 т/га. Урожай зерна на других вариантах изменялось от 3,30 до 3,50 т/га.

Таблица 8 Урожайность соломы ярового ячменя «Тимерхан» при предпосевной обработки семян Микромаком, 2017 год

Варианты	Норма препарата, л/т	Урожайность соломы, т/га	Отношение зерна к соломе	Прибавка	
				т/га	%
Контроль	-	2,65	1:1,45	-1,80	
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	4,45	1:1,35	-	
Фон + Микромак	2	4,55	1:1,30	0,10	2,25
	3	4,58	1:1,34	0,13	2,92

Действие предпосевной обработки семян Микромаком на урожай соломы носило следующий характер. Во всех вариантах отмечается повышение урожайности соломы. Самый высокий урожай соломы мы наблюдаем на варианте с обработкой препарата Микромак 3 л/т – 4,58т/га, на остальных вариантах фон и фон + Микромак 2 л/т урожай соломы изменялось от 4,45 до 4,55 т/га (а на контроле составило 2,65т/га).

Обработка семян препаратом Микромак изменила отношение зерна к соломе. Самое минимальное отношение зерна к соломе мы наблюдаем на

варианте с применением Микромак 2 л/т. На остальных вариантах отношение зерна к соломе было практически одинаковым.

Таблица 9 Структура урожая ячменя сорта «Тимерхан»

Варианты опыта	Норма микромака, л/т	Кустистость		Количество продуктивных стеблей на 1 м ² , шт.	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см
		общая	Продуктивная			
Контроль	–	2,20	1,50	332	44,0	74,6
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	2,25	1,54	348	45,0	76,4
Фон + микромак	2	2,32	1,62	371	48,0	79,8
	3	2,28	1,58	362	46,4	78,6

В таблице 9 представлена предпосевная обработка семян Микромаком, оказывающий влияние на рост и развитие растений, а также на их сохранность, на кустистость растений, на количество продуктивных стеблей, на высоту растений, что, в конечном счете, оказывает влияние на массу 1000 семян. При обработки семян полифункциональным хелатным составом Микромак у растений формируется больше продуктивных стеблей и образуется более крупное зерно, что влияет на величину урожая. При обработке семян ярового ячменя Микромаком показатели продуктивной кустистости выросли от 1,50 до 1,62. Выросли и показатели количества продуктивных стеблей до 371 шт. на 1 м² по отношению к фону. В вариантах проведенного опыта с предпосевной

процедурой обработки семян выше уровень выживаемости растений, сохранности их к времени уборки, заметно выросла также масса тысячи семян с 44 до 48 грамм. Таким образом, самый хороший показатель было получено на варианте 2л/т, и показатели структуры урожая ярового ячменя значительно повысилось под воздействием предпосевной обработки семян.

Элементами структуры урожая определяют продуктивность ярового ячменя. В условиях 2017 года предпосевная обработка семян Микромаком с нормами препарата 2 и 3 л/т способствовало повышению как общей, так и продуктивной кустистости. Предпосевная обработка семян Микромаком увеличила массу 1000 семян, повысила количеству продуктивных стеблей на 1 м². и формировал более полноценного колоса и зерна у растений. Большой урожай основной продукции получаем в варианте с нормой препарата 2 л/т, благодаря повышению продуктивной кустистостью, количества продуктивных стеблей на 1 м² и массы 1000 семян. Высота растений изменялось от 74,6 до 79,8 см.

3.2. Химический состав урожая

Содержания основных элементов питания в урожае ярового ячменя «Тимерхан» изменился при применении предпосевной обработки семян Микромаком.

Таблица 10 **Содержание азота, фосфора, калия в зерне ярового ячменя «Тимерхан», %**

Варианты опыта	Норма препарата, л/т	Зерно		
		Азот	фосфор	Калий
Контроль	-	1,95	0,88	0,58
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	2,10	0,79	0,54
Фон + микромак	2	2,12	0,82	0,55
	3	2,11	0,80	0,52

При предпосевной обработки семян препаратом Микромак изменился содержание макроэлементов в зерне и соломе.

Максимальное содержание общего азота было на варианте с предпосевной обработкой семян Микромаком 2 л/т, который составило 2,12%. А в варианте фон составило 2,10% содержания общего азота, и 2,11% содержание общего азота составило на варианте фон + Микромак 3 л/т.

Содержание фосфора в зерне ярового ячменя колебалось от 0,79 до 0,88%. В варианте контроль наблюдается самое большое содержание фосфора – 0,88%

Практически одинаковое содержание фосфора наблюдается на вариантах с предпосевной обработкой семян Микромаком 2 и 3 л/т.

В отношении калия в зерне ячменя предпосевная обработка не изменила содержание калия в зерне на всех вариантах. Содержание калия изменялось от 0,54 до 0,58%.

Таблица 11 Содержание азота, фосфора, калия в соломе ярового ячменя «Тимерхан», %

Варианты опыта	Норма препарата, л/т	Солома		
		Азот	фосфор	Калий
Контроль	-	0,65	0,27	1,15
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	0,58	0,21	1,13
Фон + Микромак	2	0,60	0,23	1,12
	3	0,61	0,24	1,11

Изменение содержания комплекс основных макроэлементов в полученном урожае культуры имело следующий характер. Как демонстрируют табл. 10 и 11, уровень содержания азота в соломе, зерне ярового ячменя повысился за счет использования испытываемых препаратов. Следует отметить, что с повышением норм расхода микроудобрения, содержание азота увеличилось, что вполне закономерно учитывая роль бора, кобальта, марганца, меди, молибдена, цинка в азотном обмене.

Предпосевная обработка повысила содержание азота в соломе с увеличением норм расхода микроудобрения, так же как и в зерне. На вариантах фон, фон + Микромак 2л/т и фон + Микромак 3л/т содержание фосфора

варьировал от 0,21 – 0,24%. Содержание фосфора на варианте контроль составило 0,27%.

От 1,11 до 1,12 % колебалось содержание калия на вариантах с предпосевной обработкой семян Микромаком (на контроле 1,15). А на варианте фон содержание калия составляет 1,13%.

3.3 Влияние предпосевной обработки семян на вынос основных макроэлементов урожаем ячменя «Тимерхан»

На основе данных о наличии элементов питания в зерне и соломе ярового ячменя, уровне их продуктивности рассчитали хозяйственный вынос основных элементов питания с урожаем ячменя.

Микромак оказывает заметное влияние на величину выноса питательных веществ, увеличивает урожай ярового ячменя и содержания элементов питания, как в основной, так и побочной продукции.

Таблица 12 Влияние Микромака на хозяйственный вынос зерна в урожае ярового ячменя, кг/га

Варианты опыта	Норма препарата, л/т	Вынос		
		Азот	Фосфор	Калий
Контроль	-	35,7	16,1	10,6
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	69,3	26,1	17,8
Фон + микромак	2	74,2	28,7	19,3
	3	72,2	27,4	18,5

В таблице 12 представлено влияние Микромака на хозяйственный вынос зерна. Самый высокий вынос азота было при применение Микромака 2л/т и

составила 74,2% (на контроле – 35,7%). Если на варианте с применением основных удобрений вынос азота составил 69,3%, то на варианте с применением Микромака 3 л/т этот показатель увеличивался и составил 72,2%.

А также высокий вынос фосфора и калия были при применении Микромака 2л/т – 28,7% и 19,3%.

Таблица 13 Влияние Микромака на хозяйственный вынос соломы в урожае ярового ячменя, кг/га

Варианты опыта	Норма препарата, л/т	Вынос		
		Азот	Фосфор	Калий
Контроль	-	15,9	7,2	31,5
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	25,8	9,3	50,7
Фон + Микромак	2	27,3	10,5	51,3
	3	27,9	11,0	51,4

В таблице 13 представлено влияние Микромака на хозяйственный вынос соломы. Самый высокий вынос азота было при применение Микромака 3л/т и составила 27,9% (на контроле – 15,9%). Если на варианте с применением основных удобрений вынос азота составил 25,8%, то на варианте с применением Микромака 2 л/т этот показатель увеличивался и составил 27,3%.

А также высокий вынос фосфора и калия были при применении Микромака 3л/т – 11,0% и 51,4%.

Таблица 14 Влияние Микромака на вынос азота, фосфора и калия урожаем ячменя «Тимерхан»

Варианты опыта	Норма, л/т	Общий хозяйственный вынос, кг/га		
		Азот	Фосфор	Калий
Контроль	-	51,6	23,3	41,1
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	97,3	36,3	68,6
Фон + Микромак	2	100,6	39,2	70,7
	3	98,3	38,4	70,1

Расчет хозяйственного выноса азота, фосфора и калия показывает, что вынос азота, фосфора и калия повышается за счет предпосевной обработки семян.

Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия увеличилось по сравнению с контролем при предпосевной обработки семян препаратом Микромак.

Расчет хозяйственного выноса азота зерном ячменя показывает, что предпосевная обработка семян увеличило вынос азота на всех вариантах и максимальный вынос азота мы наблюдаем на варианте с нормой препарата 2 л/т семян составил 100,6 кг/га. Это видимо, связано с тем, что с повышением норм расхода микроудобрения содержание азота увеличилось, это вполне закономерно, учитывая роль бора, кобальта, марганца, меди, молибдена и цинка в азотном обмене. Вынос фосфора увеличился на варианте контроль и с дозой препарата 2 л/т и

соответственно составил 39,2. Хозяйственный вынос калия увеличился на варианте с предпосевной обработкой 2 л/т и составило 70,7 кг/га. А в варианте контроль самый низкий вынос калия который составляет 41,1 кг/га.

Таблица 15 Влияние Микромака на коэффициенты использования основных микроудобрений ярового ячменя «Тимерхан», %

Варианты опыта	Норма, л/т	Коэффициент, %		
		Азот	фосфор	калий
Контроль	-	-	-	-
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	-	54	17	53
Фон + Микромак	2	58	20	57
	3	56	19	56

Полученные данные показывают, что под влиянием Микромака увеличивается коэффициент использования N из азотных удобрений.

Если на варианте с применением основных удобрений коэффициент использования азота составил 54%, то на варианте с применением Микромака 2л/т этот показатель увеличивается до 58% (а на 3л/т составляет 56%).

Такая же закономерность наблюдается и в отношении коэффициента использования P₂O₅ и K₂O. Если на варианте с применением N₈₄P₇₈K₅₂ коэффициент использования P₂O₅ составил 17%, то на варианте с применением Микромака 2л/т 20%

Соответственно увеличивается коэффициент использования и калия из удобрений, если на варианте с N₈₄P₇₈K₅₂ он составил 53%,то уже при внесении Микромака 2л/т коэффициент использования возрос до 57%.

3.4. Качество зерна ячменя «Тимерхан»

«В Республике Татарстан было проведено довольно много опытов по изучению предпосевной обработки семян полифункциональными хелатными микроудобрениями» (Гайсин, Хисамеева, 2007; Пахомова и др., 2010).

Влияние препаратов на качество семян ещё не достаточно изучено, несмотря на ряд исследований по предпосевной обработке семян на различных сельскохозяйственных культурах.

В таблице 13 показано, что предпосевная обработка семян Микромаком оказывает положительное влияние на качество ярового ячменя. Качество зерна ячменя оценивается по ряду признаков. Содержание белка является одним из главных показателей при оценке качества зерна. Белки – высокомолекулярные азотосодержащие вещества, находящиеся в клетках тканей растительных и животных организмов в коллоидном состоянии. Молекулы белков имеют сложную химическую структуру и состоят из аминокислот.

«Различают белки физиологически полноценные и неполноценные. Высоко оцениваются белки зерна, содержащие в своем составе в нужном соотношении незаменимые аминокислоты. В организме человека они не синтезируются и обязательно должны поступать в организм с пищей. При отсутствии или резком недостатке в рационе хотя бы некоторых незаменимых аминокислот нарушается нормальная деятельность человеческого организма. Например, при недостатке лизина появляются тошнота, головные боли, повышенная чувствительность к шуму, а при недостатке метионина нарушается нормальная деятельность печени, некоторых желез внутренней секреции и т.д. При недостатке триптофана человек утрачивает аппетит и теряет в весе. По содержанию незаменимых аминокислот белки зерновых культур уступают белкам животного происхождения, особенно по содержанию лизина» [Коданев, 1976].

Содержание белка определяет технологическую свойству, питательную ценность зерна и продуктов его переработки. Таким образом, научиться управлять содержанием белка означает научиться увеличить технологические качества зерна по ряду других показателей.

В зависимости от сорта и условий возделывания культур показатели качества зерна сильно варьируется.

В таблице 13 показано, что на содержание сырого белка влияет предпосевная обработка семян полифункциональным хелатным микроудобрением Микромак.

Содержание белка было практически одинакова на вариантах где применяют предпосевную обработку семян 2 и 3 л/т и составило соответственно – 13,3 и 13,2 %, (а на варианте контроль – 12,2%). Сбор сырого белка повысилось до 465,5 кг/га при предпосевная обработка семян Микромаком.

«К числу показателей характеризующих физические свойства зерна относится и масса 1000 семян. Зерна различаются между собой как по форме и крупности так и по химическому составу. Вес 1000 семян характеризует выполненность зерна. Этот качественный показатель зависит от особенностей сорта и условий возделывания культуры. Известно, что чем длиннее вегетационный период, чем дольше растение имеет возможность вырабатывать крахмал, тем, следовательно, полновесное зерно. Причинами щуплости зерна могут быть: низкий урожай из за плохой агротехники (недостаток пищи и влаги), плохие погодные условия в период формирования и налива зерна (высокая температура, низкая влажность почвы и воздуха), ранняя раздельная уборка, повреждение растений болезнями и вредителями» [Коданев, 1976].

Таблица 16 **Качественные показатели зерна ярового ячменя, 2017 года**

Варианты	Норма препарата, л/т	Сырой белок		Масса 1000 семян, г	Натура, г/л
		Содержание, %	Выход, кг/га		
Контроль	-	12,2	223,3	44,0	673,0
N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ - Фон	-	13,1	432,3	45,0	671,5
Фон + Микромак	2	13,3	465,5	48,0	667,0
	3	13,2	451,4	47,1	669,0

На варианте предпосевная обработка семян с нормой 2 л/т масса 1000 семян был максимальным, и составило 48,0г,

На варианте предпосевная обработка семян с нормой 2л/т масса 1000 семян был максимальным, и составило 48,0 г, а на варианте контроль - 44,0г.

Натура ярового ячменя колеблется от 667 до 673 г/л. На варианте с предпосевной обработкой 2 л/т составляет 667 г/л это минимальный вес 1 л ячменя, а на варианте контроль максимальный вес который составляет 673 г/л.

В международном хлебообороте широко применяется определение натурального веса. На мировом хлебном рынке до середины XIX в. единственным показателем качества зерна было - натура зерна.

На натуральный вес влияет форма и размер зерна. Таким образом, один натуральный вес не может служить признаком, определяющим достоинства зерна.

Исследованиями установлено, что с повышением влажности натура зерна уменьшается, а все 1000 семян, наоборот, увеличивается. Объясняется это тем, что сухие вещества зерновки (белок и углеводы) имеет большой удельный вес, чем вода. Но в некоторых случаях увеличение влажности приводит и к повышению натурального веса.

На натуральный вес оказывает влияние и крупность зерна. Если зерно двух образцов будет отличаться лишь величиной, то натура более крупных зерен окажется большей. Однако объемный вес возрастает не параллельно увеличению крупности зерна. Большое значение имеют форма зерна и однородность его размеров; эти два фактора определяют характер расположения зерна в соответствующем сосуде. Большое значение имеет также плотность зерна, которая, в свою очередь зависит от биологического строения зерна и его химического состава.

Высокий натуральный вес ячменя свидетельствует о хорошей сушке и большом количестве веществ, образующих экстрактивность. Наши данные показали, что натуральный вес вполне достоверно коррелирует с белковостью и весом 1000 семян.

3.5. Экономическая эффективность предпосевной обработки семян препаратом Микромак

Экономическая эффективность – это стоимостное сопоставление производственной продукции суммарными затратами на ее производство, выражаемые рядом показателей: чистый доход, производительность труда, окупаемость затрат, себестоимость продукции и другие.

Экономическую эффективность предпосевной обработки семян препаратом Микромак мы рассчитали на основе технологической карты возделывания и уборки ярового ячменя, планируемых показателей урожайности.

При квалифицированном предпосевной обработке семян препаратом Микромак, повышаются плодородие почв, продуктивность земледелия, основные фонды и фондоотдача, производительность труда и его оплата, чистый доход и рентабельность производства.

В условиях полевого опыта на серых лесных почвах предпосевная обработка семян препаратом Микромак позволила получить достоверные прибавки урожая, которые окупили вложенные средства.

Итак, в условиях полевого опыта на серых лесных почвах предпосевная обработка ячменя Микромаком позволил получить планируемый урожай, который окупил вложенные средства.

Стоимость валовой продукции рассчитывали исходя из того, что закупочная цена 1т ярового ячменя составила 5500 рублей. Данный показатель был самым большим на варианте с обработкой семян 2 л/т и составил – 19250 руб. Также на варианте с обработкой семян 2 л/т получен максимальный чистый доход с одного гектара – 3550 руб. (на варианте контроль – 1365 руб.).

**Таблица 17 Экономическая эффективность предпосевной обработки
семян ячменя препаратом микромак**

Показатели	Единица измерения	Варианты			
		Контроль	N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – Фон	Фон + Микромак 2 л/т	Фон + Микромак 3 л/т
Урожайность	т/га	1,83	3,30	3,50	3,42
Стоимость валовой продукции зерна	руб.	10065	18150	19250	18810
Затраты на 1га	руб.	8700	15150	15700	15450
Себестоимость 1т зерна	руб.	4754	4591	4486	4517
Чистый доход с 1га	руб.	1365	3000	3550	3360
Уровень рентабельности	%	16	20	23	22

Примечание : * - в 2017 году закупочная цена 1т зерна ячменя 5500 руб.

Рентабельность использования микроудобрения Микромак при предпосевной обработке ячменя с нормой 2 л/т составила 23%, а на (варианте контроль-16%), при этом был получен максимальный урожай зерна ячменя 3,5 т/га.

4. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

По данным проведенных исследований можно сделать следующие предварительные выводы.

На серых лесных почвах характеризующихся средним содержанием гумуса, повышенным содержанием подвижного фосфора, средним подвижного калия, низким бором, низким кобальтом, средним марганцем, средним медью, низким молибденом и средним цинком, предпосевная обработка семян препаратом Микромак в норме 2 и 3 л/т оказывает положительное влияние на рост, продуктивность и качество зерна ячменя «Тимерхан».

1. Получена достоверная прибавка урожая ячменя в условиях 2017 года на всех вариантах предпосевной обработки семян в норме 2 и 3 л/т. Самая высокая урожайность получена на варианте с применением 2 л/т Микромака, и она составила 3,5 т/га (на контроле 1,83 т/га).

2. Предпосевная обработка семян ячменя Микромаком по всем вариантам способствовала:

3. Изменению содержания в зерне и соломе ячменя азота, фосфора и калия;

4. Повышению хозяйственного выноса азота, фосфора и калия при предпосевной обработке семян в дозе 2 л/т составило 100,6; 39,2; 70,7 ;

5. Улучшению качества зерна ячменя на варианте с нормой препарата 2 л/т Микромак, за счет повышения сбора белка с 1га, увеличению массы 1000 семян, а также изменению натуры зерна.

6. Уровень рентабельности предпосевной обработки семян был выше на варианте с нормой расхода препарата Микромак- 2 л/т и составил 23%, фоне – 20% (а на контроле составляет 16%).

5. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Применение удобрений и других средств химизации – это весьма активное влияние на природную среду. Наличие различных токсических примесей в минеральных удобрениях, неудовлетворительное их качество, а так же возможное нарушение технологии их использования могут привести к серьезным негативным последствиям.

Почва – это важное звено биосферы, и она, прежде всего, подвергается сложному комплексному воздействию удобрений и других агрохимических средств. Они могут оказывать на нее следующее влияние: подкислять или подщелачивать среду; улучшать или ухудшать свойства почвы, ее биологическую и ферментативную активность; способствовать вытеснению ионов в почвенный раствор вследствие физико-химического их поглощения. Способствовать или препятствовать химическому поглощению биогенных и тактических элементов; усиливать минерализацию гумуса или способствовать его синтезу. Ослаблять или активизировать биологическую фиксацию азота из атмосферы; усиливать или ослаблять действие других питательных элементов почвы или удобрений; мобилизовать или иммобилизовать макро– и микроэлементы почвы; вызывать антагонизм или синергизм питательных элементов и, следовательно, существенно влиять на их поглощение и метаболизм в растениях [Банников, 1999].

Оптимизация применения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры с учетом плодородия почвы существенно снижает поступление токсических элементов в растение. Чем лучше обеспеченность растений элементами питания и чем ближе их соотношения к оптимуму, тем меньше поступает, в них радионуклидов, тяжелых металлов.

В настоящее время в индустриально развитых странах, а так же в ряде регионов нашей страны применяются высокие дозы минеральных удобрений, и их негативное влияние на природную среду приобретает все более опасный характер и глобальные масштабы. Поэтому в нашей стране особое внимание обращается на необходимость повышения эффективности мер по охране окружающей среды, внедрение научно обоснованных систем ведения

сельского хозяйства, прогрессивных технологий. А для реализации этого у граждан страны необходимо воспитать чувство высокой ответственности за сохранение и преумножение природных богатств, бережливое их использование. Сознательное и бережливое отношение к природе каждого человека должно формироваться с детства – в семье, школе, средних и высших учебных заведениях и непосредственно на производстве.

Охрана природы – одна из важнейших задач работников сельского хозяйства. Почвовед, агрохимик, а в целом каждый земледелец по роду своей деятельности является самым первым блюстителем порядка в природе, ее главным хранителем, а рациональное хозяйствование на земле – важнейшее условие ее процветания [Прокофьева, 1995].

Оптимизация состава применяемых удобрений в различных почвах позволяет избежать нежелательных изменений в химическом составе растений и получаемой продукции. С другой стороны удобрения и другие средства химизации усиливают техногенную нагрузку на окружающую среду, т.к. с удобрениями (особенно фосфорными и органическими) поступают многочисленные примеси тяжелых металлов (ТМ). Какова же роль Микромака в общем фоне техногенного загрязнения? Возможно, их применение поможет регулировать содержание тяжелых металлов, способствуя получению нормированной по элементному составу продукции растениеводства? Для решения этих вопросов мы определяли содержание ТМ в продукции, выращенной с применением полифункционального состава Микромака.

В связи с тем, что многие микроэлементы относятся одновременно к группе необходимых в питании человека, животных, и к токсикологической группе, необходим контроль над содержанием микроэлементов в компонентах окружающей среды и, прежде всего в растениях, являющихся основным источником большинства химических элементов для живых организмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексахин Р.М., Фесенко С.В., Гераськин С.А. Методика оценки экологических последствий техногенного загрязнения агроэкосистем. М.: Изд-во МГУ, 2004. 206 с.
2. Алферьев С.П., Павлова Г.С., Федотов А.В., Жукова О.И., Жуковина В.Е. Поддержка обеспечения сельского хозяйства минеральными удобрениями // Техника и оборудование для села. 2011. № 7 (169). С. 10-14.
3. Анисимов В.С., Санжарова Н.И., Анисимова Л.Н., Гераськин С.А., Дикарев Д.В., Фригидова Л.М., Фригидов Р.А., Белова Н.В. Оценка миграционной способности в системе почва–растение и фитотоксичности Zn // Агрохимия. 2013. № 1. С. 64–74.
4. Анищенко Л.Н., Борздыко Е.В., Москаленко И.В., Сквородникова Н.А., Лось С.Л., Прохоренко Ф.В. Влияние аморфного диоксида кремния на ростовые и биохимические показатели культурных растений на ранних стадиях онтогенеза // Успехи современного естествознания. 2017. № 3. С. 40-45.
5. Арышева С.П., Анисимов В.С., Санжарова Н.И. Изучение миграционной способности Рb в системе почва–растение и его фитотоксичность в почвах разного типа // Агрохимия. 2013. № 1. С. 85–94.
6. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды. /А.Г.Банников, А.К.Рустамов, А.А.Вакулин – М.: Колос, 1999. – 304 с.
7. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004. 648 с.
8. Белопухов С.Л., Бугаев П.Д., Ламмас М.Е., Прохоров И.С. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую активность посевов ячменя // Агрохимический вестник, 2013, №5. – С. 19-21.
9. Велюханов И.В. Эффективность подкормки посевов ячменя азотными удобрениями // Вятская государственная сельскохозяйственная академия (Киров). – 2018. С. 59-62
10. Верниченко И.В. Ассимиляция различных форм азота растениями и роль микроэлементов: Дис. ... д-ра биол. наук. М., 2002. 124 с.

11. Верниченко И.В., Осипова Л.В., Быковская И.А., Яковлев П.А. Влияние селена и цинка на засухоустойчивость растений сортов ячменя и их способность нормализовать азотное питание после перенесенной засухи // *Агрохимия*. 2015. №5. – С. 43-44.
12. Витковская С.Е. Закономерности динамики выноса питательных веществ растениями ячменя в полевом опыте // *Агрохимия*. 2015. № 5. – С. 38-45
13. Гайсин И.А. Полифункциональные хелатные микроудобрения / И.А. Гайсин, Ф.А. Хисамеева – Монография. – Казань: Издательский дом «Меддок», 2007. – 230 с.
14. Завалин А.А., Алметов Н.С., Бердников В.В., Благовещенская Г.Г. Эффективность применения биопрепаратов в севообороте // *Агрохимия*. 2010. № 6. – С. 28–37.
15. Завалин А.А., Чернова Л.С., Гаврилова А.Ю., Чеботарь В.К. Влияние минеральных удобрений, биомодифицированных микробным препаратом бисолбифит, на урожай ярового ячменя // *Агрохимия*. 2015. №4. – С. 21-33.
16. Иванов Л.А., Завалин А.А., Карпухин А.И., Яковлева Н.Н., Дворникова Н.В. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия: инструктивно-метод. изд. М.: Росинфомагротех, 2010. 464 с.
17. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Изд-во АН СО РАН, 2012. 220 с.
18. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.:Колос, 2010. 687 с.
19. Коданев И.М. Повышение качества зерна./И.М.Коданёв - М.: Колос, 1976.- 304 с.
20. Куликова А.Х., Никифорова С.А., Смывалов В.С. Влияние минеральных удобрений, биологических препаратов Байкал ЭМ-1 и

Ризоагрин на свойства почвы и урожайность ячменя // Агрохимия. 2013. №5.
– С. 31-39

21. Макаров В.И. Особенности расчета нормативов выноса элементов питания зерновыми культурами // Вестн. АлтайГАУ. 2014. № 5 (115). С. 9–13

22. Макарова О.В., Гаспарян С. В.К вопросу об эффективной организации обеспечения минеральными удобрениями при производстве зерновых культур // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 4. С. 83-87.

23. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва–растение: Автореф. дис.д-ра биол. наук. Пущино, 2008. 32 с.

24. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев – М.: - Изд-во МГУ, 2004, - 486с.

25. Мясоедов, В.М. Влияние срока посевов, срока и уровня минерального питания на урожайность и структуру урожая ячменя на южных черноземах Оренбургской области//Известия Оренбургского государственного аграрного университета.-2013.- 2 (40).- С. 59-62.

26. Никитишен В.И., Личко В.И. Взаимодействие азотного и фосфорного удобрений в посевах ячменя на серой лесной почве ополья // Агрохимия. 2013. № 1. С. 18–25.

27. Никитишен В.И., Личко В.И. Взаимосвязи в минеральном питании ячменя при длительном применении удобрений на серой лесной почве ополья // Агрохимия. 2014. № 10. С. 45–52.

28. Ниловская Н.Т., Осипова Л.В. Приемы управления продукционным процессом яровой пшеницы агрохимическими средствами в условиях засухи. М.: ВНИИА, 2009. 176 с.

29. Носкова Г.Н., Чернов В.И., Мержа А.Н. Основные этапы развития учения о микроэлементах и микроэлементах в России // Экологические системы и приборы. 2010. № 1. С. 2-8.

30. Новикова Н.Е., Косякова Е.В. Элементы физиолого – биохимической адаптации гороха посевного под влиянием соединений кремния //Орел, 2014. С. 266-269.

31. Осипова Л.В., Ниловская Н.Т., Курносова Т.Л., Быковская И.А. Влияние абиотических стрессов на растения ярового ячменя при предпосевной обработке семян селеном и кремнием // Агрехимия. 2015. № 9. С. 54-60.

32. Пахомова В.М. Устойчивость и урожайность яровой пшеницы при некорневой обработке хелатным цинк, борсодержащим микроудобрением марки ЖУСС / В.М. Пахомова, Е.К. Бунтукова, Л.А. Абдуллазанова – Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса» Т.77, часть 2, 2010, – С 88-90.

33. Петров В.Б.,Чеботарь В.К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы // Рынок АПК. 2009. № 7. С. 16–18.

34. Посыпанов Г.С. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др. - Под ред. Г.С. Посыпанова. –М.: Колос., 1997. –445 с.

35. Прокофьева Ж.П. Охрана окружающей среды в сельском хозяйстве./ Ж.П.Прокофьева – Экономика сельского хозяйства России. – 1995. - №6. – С.23.

36. Сластя И.В., Ложникова В.Н., Кондратьева В.В., Ниловская Н.Т. Действие водного стресса и соединений кремния на содержание эндогенных фитогормонов и роста ярового ячменя // Агрехимия. 2013. №8. – С. 38-48.

37. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н., Завалин А.А., Романенков В.А., Шафран С.А., Аристархов А.Н., Шильников И.А. Прогноз потребности и платежеспособного спроса сельского хозяйства Российской Федерации на минеральные удобрения до 2020 года. М.: ВНИИА, 2011. 52 с.

38. Строчкова Л.С. Успехи современной биологии / Л.С. Строчкова – 1990.– Вып. 1 (4).– т. 110.– С. 101.
39. Тагиров М.Ш. Научное Обеспечение АПК/// Нива Татарстана, 2010 № 1-2. – С. 19-21.
40. Таланов И.П., Фомин В.Н. Пивоваренный ячмень в Среднем Приволжье. – Казань, 2010.-224с.
41. Тихонович И.А., Кожемяков Л.Н., Чеботарь В.К. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). М.: РАСХН, 2005. 154 с.
42. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агросистем // Усп. совр. биол. 2007. № 4. С. 339–357.
43. Фригидов Р.А., Анисимов В.С., Фригидова Л.М., Гераськин С.А., Анисимова Л.Н., Корнеев Ю.Н., Санжарова Н.И. Влияние концентрации Zn в почвах на динамику накопления биомассы и металла растениями ячменя // Агрохимия. 2014. №12. – С. 42-54.
44. Цыгвинцев П.Н., Гончарова Л.И., Санжарова Н.И., Рачкова В.М. Оценка оптимальных и критических уровней содержания меди в почвах для ячменя // Агрохимия. 2016. № 12. – С. 76-81
45. Чекмарев П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 г. // Агрохим. вестн. 2012. № 1. С. 2–4.
46. Шубина О.Н. Влияние селена на яровую пшеницу в условиях селено дефицитных биогеохимических провинций // Агрохимия. 2012. № 5. С. 45–51.
47. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник –Л.: Наука,1974.-223 с.
48. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко – М.: Издат. «Мир», 2004. – 309 с.
49. Янковский Н.Г. Отзывчивость сортов ярового ячменя на внесение минеральных удобрений // Зерн. Хоз-во России. 2003. № 2. С. 31–33.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложения 1. Расчетная норма удобрений для получения планируемого урожая ячменя «Тимерхан».

Показатели	Ячмень Уп = 3,5 т/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Потребление (вынос) элементов питания с единицей основной и побочной продукцией кг/т (В)	25	11	22
2. Ожидаемый вынос элементов с планируемым урожаем, кг/га	87,5	38,5	77
3. Содержание подвижных форм NPK в почве, мг/кг	17,3	115	110
4. Запасы подвижных форм питательных элементов в пахотном слое почв ,кг/га(Sp)	57,3	381	364
5. Коэффициенты использования питательных элементов из почвы, (Кп)	0,65	0,06	0,14
6. Ожидаемое поступление питательных элементов из почвы, кг/га	37,2	22,9	51
7. Дефицит питательных элементов для получения планируемого урожая, кг/га	50,3	15,6	26
8. Средние значения коэффициентов использования питательных элементов из минеральных удобрений(К _у)	0,6	0,2	0,5
9. Нормы внесения питательных элементов в составе минеральных удобрений, кг д. в./га(Н)	84	78	52

Приложение 2 ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура: яровой ячмень сорт «Тимерхан» Показатель: урожайность
 Год исследований 2017 Единицы измерений: т/га

Таблица данных

Фактор	Повторность	урожайность	Ср.урож	Дост. к контр	F факт	Досто-верность
1.Контроль	1	1,75			174,986	достоверно
	2	1,82				
	3	1,90	1,83	достоверно		
	4	1,85				
2.N ₈₄ P ₇₈ K ₅₂ – фон	1	3,20				
	2	3,10				
	3	3,50	3,30	достоверно		
	4	3,40				
3. Фон + микромак 2л/т	1	3,42				
	2	3,55				
	3	3,43	3,50	достоверно		
	4	3,60				
4. Фон + микромак 3 л/т	1	3,41				
	2	3,39				
	3	3,43	3,42			
	4	3,45				

НСР ₀₅	0,11451
-------------------	---------