

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и почвоведения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)
по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
(Направленность (профиль) подготовки «Воспроизводство плодородия
почв в условиях усиления антропогенной нагрузки»)

на тему: «Влияние агроруд на урожайность и качество зерна
пшеницы в Нижнекамском районе»

Магистрант



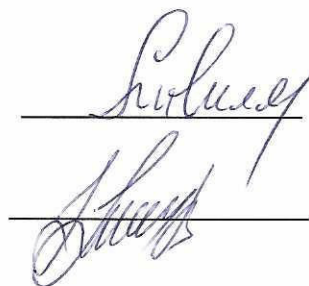
Мавлявиев Рустем Ильгизарович

Научный руководитель –
д.с.-х.н., профессор



Миникаев Р.В.

Допущен к защите:
Научный руководитель магистерской
программы -профессор, д.с.-х. н.
Заведующий кафедрой –
д.с.-х.н., профессор



Гилязов М.Ю.

Миникаев Р.В.

Казань – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
АННОТАЦИЯ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7
2. ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	21
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	30
3.1 Наблюдения за фенологическим развитием яровой пшеницы	30
3.2. Биологическая активность в почве	34
3.3. Динамика продуктивной влаги в почве	37
3.4. Влияние цеолитсодержащих пород на агрохимические свойства серой лесной почвы	38
3.5. Урожайность яровой пшеницы, структура урожая и качество продукции	40
3.6. Экономическая эффективность	44
4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	48
ПРИЛОЖЕНИЯ	60

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) состоит из введения, обзора литературы, главы «Условия и методика проведения исследования», основной части (результаты исследования), заключения, списка использованной литературы и приложений. Основная часть включает семь разделов. ВКР изложена на 67 страницах компьютерного текста, содержит 16 таблиц, 3 приложений. Список использованной литературы включает 182 источника.

В главе обзор литературы анализированы и обобщены научные публикации о значимости цеолитсодержащих агрономически ценных пород для повышения урожайности и улучшения качества зерна в связи с почвенными, климатическими и сельскохозяйственными условиями.

В главе условия и методика проведения исследования изложены почвенно-климатические условия, места проведения эксперимента, схема стационарного опыта, площади опытных делянок, число повторений, размещение вариантов на участке, учеты и наблюдения с указанием методов анализа проб почв и растений.

В разделе результатов исследований изложены наблюдения за фенологическим развитием, биологической активностью («дыханием»), динамики продуктивной влаги и элементов питания, урожайность, структура, качество урожая и дана экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от вариантов.

В заключении изложены основные выводы, полученные на основе обобщенных результатов исследования.

ANNOTATION

The final qualifying work (FQW) consists of an introduction, a literature review, a chapter "Conditions and methods of research", the main part (research results), a conclusion, a list of used literature and applications. The main body consists of seven sections. The WRC is presented on 67 pages of computer text, contains 16 tables, 3 annexes. The list of used literature includes 182 sources.

The chapter, a literature review, analyzes and summarizes scientific publications on the significance of zeolite-containing agronomically valuable breeds for increasing yields and improving grain quality in connection with soil, climatic and agricultural conditions.

In the chapter, the conditions and methods of conducting the study, soil and climatic conditions, the places of the experiment, the scheme of the stationary experiment, the area of the experimental plots, the number of repetitions, the placement of options on the site, counts and observations, indicating the methods of analysis of soil and plant samples, are described.

In the section of research results, observations of phenological development, biological activity ("respiration"), dynamics of productive moisture and nutrients, yield, structure, quality of the crop are presented and the economic efficiency of cultivation of spring wheat is given, depending on the options.

In the conclusion, the main findings are presented based on the generalized results of the study.

Введение

В современных условиях сохранение и воспроизводство плодородия почв остается для многих регионов, в том числе для Республики Татарстан, одной из главных проблем в сельскохозяйственном производстве.

Техногенное воздействие человека при использовании земель нарушает оптимальные параметры свойств почв, что приводит к уменьшению в почве запасов гумуса, подкислению почвенной среды, ухудшению водопропускной структуры пахотного слоя почвы и др.

Поддержание плодородия почвы обеспечивается регулярным внесением органических и минеральных удобрений, соблюдением севооборотов и осуществлением ряда агрохимических мероприятий.

Среди них основное место отводится химизации земледелия.

Однако за последние годы в Республике Татарстан, как в целом по России, недостаточно принимаются меры по сохранению плодородия почв, о чем свидетельствуют незначительные объемы применения органических и минеральных удобрений, малые площади многолетних трав и др. При этом основной причиной является резкое возрастание цен на промышленные туки и слабое экономическое состояние многих хозяйств республики.

В этих условиях в последние годы ведутся поиски новых дешевых местных сырьевых ресурсов, применение которых позволило бы в определенной степени способствовать повышению плодородия почв, увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и снижению себестоимости растениеводческой продукции.

Для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества продукции необходимо использование местных сельскохозяйственных руд в земледелии и растениеводстве.

Специфические особенности агроруд: значительная емкость поглощения, активные адсорбционные и ионообменные свойства, содержание макро- и микроэлементов, нужны для растений, способствуют их использованию в земледелии в качестве комплексного удобрения, мелиоранта и как средство для получения экологически безопасной продукции растениеводства.

Большинство сельскохозяйственных регионов нашей страны, имеют местные ресурсы, которые можно было бы использовать для повышения продуктивности культур и для сохранения плодородия почв. Республика Татарстан богата местными высокоценными рудами, запасы, которых квалифицируются по цеолитсодержащим породам около 300 млн. тонн, глауконитовым пескам – 65, бентонитовым глинам – 125, фосфоритам – 6 и сапропелям – 100 млн. тонн



Рис.1 Месторождения агрономических руд Республики Татарстан

Применение цеолитсодержащих пород, глауконитовых песков и бентонитовых глин способствует снижению поступления тяжелых металлов и радиоизотопов в сельскохозяйственную продукцию.

Исследования проведенные Татарским НИИ агрохимии и почвоведения, показывают что местного происхождения агроруды увеличивают урожай сельскохозяйственных культур, повышают агрофизические свойства и биологические процессы в почве, позволяют получать экологически безопасную продукцию растениеводства в регионах с повышенной техногенной нагрузкой, что особенно актуально для Нижнекамского района Республики Татарстан.

Одним из подходов к понижению загрязнения урожая через корневую систему растений является использование местных агроруд, в частности цеолитсодержащих пород в земледелии. Значительная емкость поглощения, активные адсорбционные и ионообменные свойства цеолитсодержащих пород способны снизить миграции тяжелых металлов в системе почва - растение.

Среди местного минерального сырья важное значение для земледелия республики представляют цеолитсодержащие породы, прогнозные запасы которых на территории Татарстана составляют около 300 млн. тонн. Наличие в природных цеолитах кальция, калия, магния, фосфора и ряд микроэлементов, высокая их адсорбционная и ионообменная способность обуславливает возможность их применения в земледелии в качестве мелиоранта, пролонгатора удобрений и как средство для получения экологически безопасной продукции растениеводства.

Цеолитсодержащие породы могут быть, одним из компонентов комплексных удобрений в связи с высоким адсорбционными свойствами, содержанием элементов питания для растений. Кроме того, расположение основных месторождений цеолитсодержащих пород в Предволжской зоне Республики Татарстан позволяет использовать их совместно в качестве местного комплексного удобрения в земледелии без больших затрат.

Целью магистерской диссертации являлось: исследование влияния агроруд на урожайность и качество зерна пшеницы в Нижнекамском районе.

- оценить действие цеолитсодержащих пород Татар-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан на урожай и качество зерна яровой пшеницы сорта Йолдыз на серых лесных почвах в Нижнекамском районе;
- определить оптимальные параметры внесения исследуемой агроруды;
- определить экономическую эффективность изучаемых приемов.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

«В настоящее время все актуальнее становится вовлечение в сферу сельскохозяйственного производства нетрадиционных минерально-сырьевых ресурсов, которыми богата наша страна. Это минералы и породы, обладающие уникальными адсорбционными, ионообменными и каталитическими свойствами. Благодаря разнообразию минерального состава и кристаллоструктурного состояния, а также характера пористости, они имеют широкое применение в народном хозяйстве, в том числе представляют большой интерес для использования в производстве сельскохозяйственной продукции. К числу таких материалов следует отнести, прежде всего, наноструктурированные высококремнистые породы, такие как опалкристобалиты (опоки, трепелы, диатомиты) и цеолиты» (Алексеев, 2013).

В текущем земледелии важное место занимает использование агроруд для мелиорации, улучшения свойств почвы. Использование природных цеолитов в качестве мелиоранта является актуальным направлением опыта.

«Механизм действия природных цеолитов как мелиорантов достаточно разнообразен и до конца еще не исследован. Цеолиты улучшают структуру почвы, увеличивают ее проницаемость, накапливают такие важные элементы питания растений, как N и K, в форме обменных катионов и сорбируют NH_3 , а затем медленно отдает во время роста растений, выполняя роль пролонгатора» (Минеев, 1990).

«Положительное влияние мелиорантов на физико-химические свойства почвы, урожай и качество продукции отмечается во многих исследованиях. Наполнение почвенного поглощающего комплекса кальцием и магнием повышает его емкость, создает предпосылки для хорошего использования минеральных удобрений. Становятся более доступными в почве соединения фосфора, усиливаются процессы нитрификации и фиксации азота клубеньковыми бактериями».

Одним из перспективных химических мелиорантов являются цеолиты, которые содержат в своем составе кальций, магний, калий и фосфор, обладают высокими адсорбционными и ионообменными свойствами. Исследованиями Т.И.Григора (1985), Г.А.Мазура и др. (1987), С.Н.Коновалова и др. (1990) установлено, что «использование цеолитсодержащих пород в качестве мелиоранта помогает резкому падению гидролитической и обменной кислотности, увеличению суммы поглощенных и обменных оснований, а также степени насыщенности почвы основаниями. Кремний, содержащийся в цеолите, увеличивает объем корневой системы, увеличивает прочность стебля, урожайность сельскохозяйственных культур и их устойчивость к вредителям».

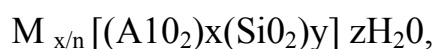
«Как самостоятельная группа минералов цеолиты выделены шведским ученым А.Кронстедтом после открытия им в 1756 году стильбита. Из-за способности последнего вспучиваться при нагревании в пламени паяльной трубки он назвал его “цеолитом”, что в переводе с греческого означает “вскипающий камень”. С конца XIX века стали известны уникальные ионообменные и адсорбционные свойства цеолитов. Однако отсутствие крупных природных скоплений этих минералов ограничило проводимые работы стенами лабораторий».

«В середине XX века промышленность повлекла бурный рост производства искусственных цеолитов, которые стали применяться, как адсорбенты и носители катализаторов в нефтепереработке и нефтехимии.

Количество различных видов синтетических цеолитов, производимых в мире, к настоящему времени исчисляется сотнями.

Самым важным же шагом было открытие в 50-х годах минувшего столетия в Японии, США, а затем и в других странах больших промышленных месторождений с содержанием цеолитов в породах до 90% и запасами сырья в миллионы, сотни миллионов тонн. Этим было положено начало упорному освоению, применению и внедрению природных цеолитов в мировую экономику. Ввиду этого своим уникальным свойствам и возможностям применения в самых разнообразных областях они быстро заслужили эпитеты «наиболее интеллектуальных минералов» и «минералов XXI века» (А.И. Буров, А.Н.Тюрин, А.В.Якимов, Т.Х.Ишкаев и др., 2001).

«Природные цеолиты - минералы из группы водных алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных элементов с тетраэдрическим структурным каркасом, включающим полости, занятые катионами и молекулами воды, с обобщенной эмпирической формулой:



где М - катион (катионы) с валентностью n, z - число молекул воды, отношение у: x имеет различные значения и обычно находится в пределах от 1 до 5.

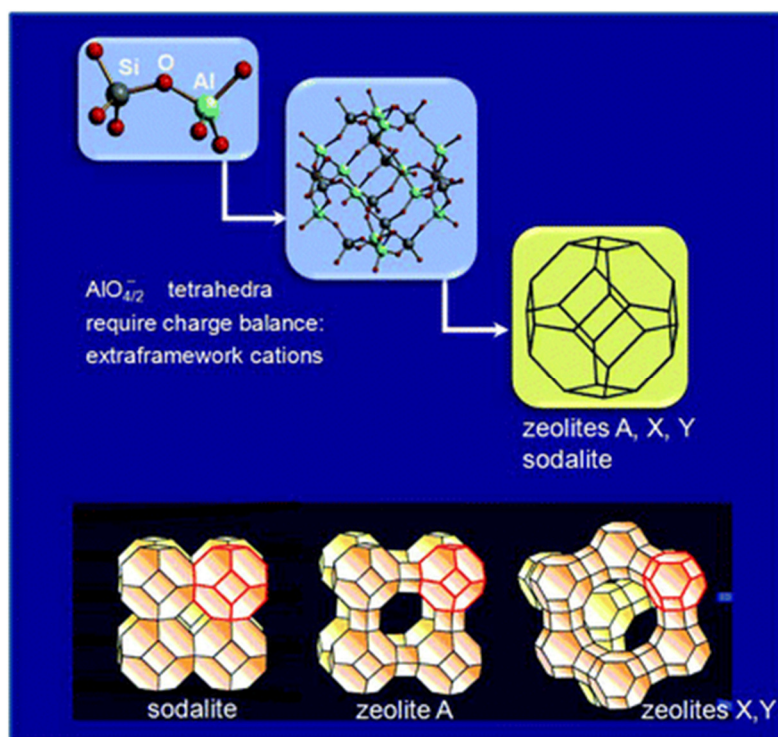


Рис. 2 Схема строения содалита, цеолита А и цеолитов X, Y. 9

«Цеолиты имеют большой потенциал для широкого спектра технических, промышленных, сельскохозяйственных, коммерческих, а также биомедицинских применений. По этой причине цеолиты также называют «волшебными камнями». Применение цеолитов, как правило, связано с их пористым характером (то есть их внутренняя поверхность, достигает огромных размеров) и их ионообменные свойства. Адсорбционные свойства цеолитов определяются способностью молекул адсорбата проникать в пустоты цеолита, что ограничено их размерами и размерами пор цеолита (в диапазоне от 0,4 нм до 1,3 нм). Адсорбция может происходить как на внутренней, так и на внешней поверхности цеолита. Интересный промежуточный случай - адсорбция молекул с размерами, сопоставимыми с размерами пор цеолита - также наблюдается. Цеолиты из чистого кремнезема не обладают ионообменными свойствами. Эти материалы могут адсорбировать нейтральные молекулы.»

«Общим для всех минералов группы цеолитов является наличие трехмерного алюмокремнекислородного каркаса, образующего системы полостей и каналов в которых расположены щелочные, щелочноземельные

катионы и молекулы воды, Катионы и молекулы воды слабо связаны с каркасом и могут быть частично или полностью замещены (удалены) путем ионного обмена, причем обратимо, без разрушения каркаса цеолита. Лишенный воды цеолит представляет собой микропористую кристаллическую «губку», объем пор в которой составляет до 50 % объема каркаса цеолита. Такая «губка», имеющая диаметр входных отверстий от 0.3 до 1 нм (в зависимости от вида цеолита) является высокоактивным адсорбентом. Диаметр входных отверстий «губки» имеет строго определенные размеры. В связи с этим происходит так называемый молекулярно-ситовый отбор при сорбции молекул из газа в жидкости. Свойства цеолитов позволяют разделять молекулярные смеси даже в тех случаях, когда разница в размерах молекул составляет 10-20 нм». (Алексеев, 2013)

Динамично происходит сорбция NH_4^+ K^+ . Цеолиты характеризуются высокой емкостью катионного обмена, которая составляет 1-5 мг- экв.Т г массы, что более выше, чем в почвах» (Алексеев, 2013).

«Внесение природных цеолитов в почву повышает ее агрохимические и агрофизические свойства, прибавляет урожайность сельскохозяйственных культур с одновременным снижением расхода минеральных удобрений, улучшает качество сельскохозяйственной продукции»(Алексеев, 2013).

«Осадочные цеолитсодержащие породы являются сырьем многоцелевого назначения Эффективно их применение в растениеводстве путем внесения в почву совместно с минеральными удобрениями. При этом улучшается структура почвы, возрастает водоудерживающая способность на 12-16 %. на 10-15 % и более повышается урожайность зерновых. кормовых и овощных культур. В полученной продукции снижается содержание тяжелых металлов и радионуклидов»(Буров А.И., 2001).

Многочисленные исследователи получили четкие результаты изучая влияние природных цеолитов и их сочетаний с удобрениями на ионообменную и сорбционную способность различных почв, агрохимические

и агрофизические свойства, биологическую активность почв и т.д. (Батаева М.С., 2006; Кузин Е.Н., Королев А.А., 2007; Мотылева С.М., Резвякова С.В., 2010).

По данным Курносова М.В. (2006) показало, что «более активно процесс формирования гумуса проходил на вариантах с совместным использованием цеолита и органических удобрений. Содержание гумуса за период исследований на этих вариантах возросло на 0.12-0.14 %, а его валовые запасы увеличились на 3.7-4.3 т/га».

Схожие результаты на черноземах выщелоченных были получены Королевым А.А. (2007). В результате проведенных исследований было установлено, что использование цеолитсодержащей породы нормой, равной N_p по содержанию в ней кальцита, поддерживает содержание гумуса на уровне исходного, при использовании мелиоранта в сочетании с рекомендуемой нормой навоза содержание гумуса в пахотном горизонте чернозема выщелоченного возрастало.

Удачное действие природных цеолитов на физикохимические свойства почв наблюдают в своих опытах Вислободская М.М., Помохович В.И. (1987); Лавровская О.Л. (1990); Мотузова Г.А., Соколова Т.А. и др. (1991); Курносов М.В., Кузина Е.Е. (2005); Просянкин Е.В., Осмоловский В.В., Кабанов М.М. (2007).

В исследованиях Макеевой Т.Ф., Гудиловой М.В. (2008) на серых лесных почвах использование цеолита в чистом виде и совместно с органическими и минеральными удобрениями повышало значение $pH_{сол}$ на 0,3-0.5 ед., снижало величину гидролитической кислотности на 0,3-0.7 мг-экв./100 г почвы, увеличило содержание подвижного фосфора и обменного калия. Использование цеолита нормой 20 т/га в сочетании с навозом и полным минеральным удобрением повышало урожайность ячменя на 8,5-8.8 ц/га. Качество зерна ячменя на вариантах с совместным использованием цеолита и удобрений было выше, чем на контроле.

«Внесение клиноптилолитовых туфов в среднекислые и кислые дерново-подзолистые почвы дает эффект, похожий на известкование. При этом в отличие от известковых материалов эффективность нейтрализующего действия клиноптилолита слабо зависит от тонины помола, что показывает высокой скоростью обменных реакций» (Мотузова Г.А., Соколова Т.А. и др., 1991).

Опыты Симоновой Т.Н. и Филлиповой Т.Е. (2001) показали, что «внесение цеолита в дозах 5, 10, 15 т/га под основную обработку почвы повышает обменно-поглотительную способность почвы, оптимизирует ее кислотные свойства, способствует сохранению в почве основных питательных веществ».

Опыты показали, что «внесение цеолито-клиноптилолита из Сокирницкого месторождения в дозе 5-15 т/га на супесчаных осушенных почвах увеличивало, в зависимости от дозы, емкость поглощения на 1.04-6,30; сумму поглощенных оснований - на 1,15-5,40 мг-экв./100 г почвы; снижало кислотность на 0.2-0.4 ед. Под влиянием цеолита улучшался питательный режим: на 0.84-5,25 мг/100 г почвы увеличивалось содержание легкогидролизуемого азота; закрепление азота минеральных удобрений повысилось на 19-44 %, потери азота с инфильтратом снизились на 30-50 %. Кроме того, цеолит служил дополнительным источником калия. Применение цеолита (клиноптилолит) повышало урожай ячменя без удобрений на 2,7-4.6 ц/га, на фоне полного удобрения - на 6.7- 24.2 ц/га» (Филлипова Т.Е., Бирюков А.И., 1994; Лобода Б.П., 2000; Симонова Т.Н., Филлипова Т.Е., 2001).

Буров А.И. (2001), изучил воздействие цеолита на мелиоративные свойства чернозема выщелоченного, установил, что «применение цеолитсодержащей породы (ЦСП) значительно повлияло на физикохимические свойства почвы. С учетом доз внесения ЦСП обменная кислотность за три года упала на 0.2-0.6 ед. рН. величина гидролитической кислотности - на 1.41-2.82 мг-экв./100 г почвы. Сумма обменных оснований

увеличилась на 0,6-5,0 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями - на 2,7-6,2 %. В первый год влияния ЦСП урожайность сахарной свеклы в зависимости от доз возросло на 8-26 %. на второй год урожайность яровой пшеницы была выше контроля на 7-36 %. на третий год урожай зеленой массы однолетних трав составляла 13-53 %».

По наблюдениям Батаевой М.С. (2006) применение цеолитсодержащей породы совместно с органическими и минеральными удобрениями совершенствует физико-химические свойства чернозема выщелоченного и значительно увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур».

По данным Курносова М.В., Кузина Е.Н. (2005). Курносова М.В.. Кузиной Л.А, (2006) «одностороннее действие цеолитсодержащей породы в звене зернопропашного севооборота повышало величину $pH_{\text{сол}}$ - в зависимости от нормы мелиоранта, на 1,1-1,7 ед. Навоз обеспечивал увеличение $pH_{\text{сол}}$ на 0,7 ед. Совокупное использование цеолитсодержащей породы и навоза увеличил показатель $pH_{\text{сол}}$ на 1,4-1,9 ед. Применение минеральных удобрений по фону цеолитсодержащей породы уменьшало раскисляющий эффект химического мелиоранта. Показатель $pH_{\text{сол}}$ на этих вариантах увеличилась за период исследований лишь на 0,7-1,2 ед».

«На почвах легкого гранулометрического состава с добавкой цеолита активнее фиксируется во время превращении азотных удобрений катион NH_4^+ . что тормозит образование как летучих, так и водорастворимых соединений азота. При этом притормаживается чрезмерное накопление в почве нитратов. Вымывание азота из цеолитизированной почвы существенно сокращается (Макаров Б.Н.. Макаров Н.Б.. 1976: Соловьев Г.А. Большева Т.П. и др.. 1984)».

«Внесение 10 т-та цеолитов по фону удобрений повышало количество азота соответственно на 0,20 и 0,12 % по отношению к контролю И было на уровне фона. Лучшее накопление азота в сахарной свекле происходит при сочетании 5 т осадочных цеолитов и N120. Внесение цеолита, насыщенного полным минеральным удобрением в дозе N120P190K120, способствует

усиленному поступлению азота в корнеплоды в ущерб листьям» (Колягин Ю.С., Карасев О.А., Сладких А.Ф., 2001).

«Одно из важнейших свойств цеолитов является селективное поглощение ИМИ катионов тяжелых металлов» (Дорошкевич С.Г., Убугунов Л.Л., 2002).

Разработками Кругалиной Б.С., Панова В.П., Радыоновой Л.П., Байкаловой Н.С. (2001) отмечено, что «внесение природных цеолитов совместно с фосфорными удобрениями при химической мелиорации солонцовых почв позволяет снизить загрязнение почв тяжелыми металлами».

Опыты Панина М.С., Гулькиной Г.И. показали что «внесение органических удобрений и цеолитов привело к увеличению сорбционной способности почв (ионов Cu)».

«Природный цеолит (клиноптилолит, содержащий туф) может быть использован в качестве адсорбента Sr из фосфогипса, применяемого для мелиорации солонцовых почв. Будучи внесенным совместно с фосфогипсом, он уменьшил на 5-15 % содержание водорастворимых соединений Sr в почве, тем самым значительно снижал риск загрязнения почвы» (Панов Н.П., Крутилина В.К., Гончарова Н.А., Радионова Л.П. ...

Разработками Старостиной И.А. показано, что «внесение цеолитов (как природных, так и модифицированных) в дозах 20-30 т/га увеличило способность почв сорбировать триазиновые гербициды. Сорбция уменьшалась в ряду: прометрин, симазин, пропазин».

Одним из перспективных химических мелиорантов являются цеолиты, которые содержат в своем составе кальций, магний, калий и фосфор, обладают высокими адсорбционными и ионообменными свойствами. Исследованиями Т.И.Григора, Г.А.Мазура и др., С.Н.Коновалова и др. известно, что использование цеолитсодержащих пород в качестве мелиоранта помогает резкому уменьшению гидролитической и обменной кислотности, увеличению суммы поглощенных и обменных оснований, а также степени насыщенности почвы основаниями. Отмечено, что кремний,

содержащийся в цеолите, добавляет объем корневой системы, усиливает прочность стебля, урожайность сельскохозяйственных культур и их устойчивость к вредителям. С учетом этого ВолгоВятским филиалом ВНИПТИХИМ проведены исследования по эффективности использования цеолитсодержащих пород (ЦСП) Татарско-Шатрашанского месторождения в качестве мелиоранта. Установлено, что данные породы существенно влияют на улучшение агрохимических свойств почв.

Внесение ЦСП прежде всего привело к изменению почвенной среды. В первый год сдвиг pH с учетом объема внесенного цеолита составил на фоне умеренных доз минеральных удобрений 0,47-0,74, а на фоне повышенных доз 0,15-0,73 единицы pH. Изучение динамики изменения обменной и гидролитической кислотности почвы показало, что реакция почвенной среды через четыре года после внесения цеолитсодержащих пород в дозах 1520 т/га была выше от исходного показателя соответственно на 0,23-0,33 единицы pH и на 0,8-1,0 мгэкв/100 г. Цеолиты увеличили сумму поглощенных, обменных оснований почвы и насыщенность ее основаниями. В отличие от обменной и гидролитической кислотности эти показатели были более стабильными во времени и изменялись по годам незначительно.

В связи с изменением реакции почвенной среды под влиянием цеолитсодержащих пород в ней произошел переход части труднорастворимых форм фосфатов в подвижные формы. В зависимости от доз внесения ЦСП в год первого действия содержание подвижного фосфора в почве поднялось на 941 мг/кг. Через четыре года после внесения цеолита существенная разница в содержании подвижного P_2O_5 еще сохранялась. Наличие в цеолитсодержащих породах калия (K_2O) в пределах 1,31,4% обусловило внесение в почву (в зависимости от дозы) 130-260 кг/га K_2O , что оказало существенное действие на увеличение в почве обменного калия.

Характерной стороной цеолитсодержащих пород является их высокая адсорбционная способность в отношении ионов аммония (NH_4^+). Поглощая во внутренние полости кристаллической решетки катионы аммония, цеолит

задерживает их от процессов нитрификации и вымывания из почвы, со временем отдавая их растениям в течение всей вегетации.

Под влиянием цеолита в почве довольно много возросло содержание минерального азота, особенно аммиачного. В период внесения породы запасы минерального азота в слое почвы 0-60 см были выше на 2594 кг/га, из них основная доля (2070 кг/га) приходилась на аммиачный азот. В первые два года действия ЦСП наблюдалось поглощение и удержание значительного количества аммиачного азота. В третий и четвертый годы поглощение и удержание аммиачного азота породой значительно ослабли и составили 327 кг/га.

Созданные под влиянием цеолита благоприятные физикохимические свойства почвы способствовали активизации в ней биологических процессов. При этом усилилась биологическая активность (дыхание) почвы, возросла численность почвенных микроорганизмов, активизировался распад в почве клетчатки льняного полотна, который является суммарным показателем деятельности почвенных микроорганизмов.

Цеолитсодержащие породы являются хорошими адсорбентами влаги. Вследствие этого они в течение четырех лет действия и последействия оказывали хорошее действие на запасы продуктивной влаги в почве, поднимая ее объем в среднем за вегетационный период на 820 мм в слое почвы 0-100 см и 15 мм в пахотном слое.

Внесение цеолита в почву положительно повлияло и на качество продукции. В корнеплодах сахарной свеклы повысилось содержание сахара на 2,96,5% и тем самым сбор сахара с единицы площади увеличился на 11,934,2%. В зерне яровой пшеницы увеличилось содержание белка до 2,3% и клейковины до 14,2%, а в зеленой массе однолетних трав протеина до 6,4%.

Анализ продукции исследуемых культур на содержание тяжелых металлов и радиоизотопов показал, что в год внесения цеолита в зависимости от его дозы снизилось поступление в корнеплоды сахарной свеклы свинца на

2-47%, кадмия 50-79, цинка 31-86, меди 13-41, кобальта 7-22, никеля 37-90, хрома 37-77, стронция-90 18-67 и цезия-137 на 8-57%.

На второй год последействия цеолитсодержащие породы уменьшали поступление в зерно яровой пшеницы свинца на 25 -40%, кадмия 27-35, цинка 12-45, меди 31-35, никеля 8-64, хрома 25- 42, кобальта 16-50, стронция-90 22-60 и цезия-137 на 11-59%.

На третий год последействия на вариантах с цеолитами содержание тяжелых металлов и радиоизотопов в зеленой массе однолетних трав (вика-овес) было меньше: свинца на 1013%, кадмия 510, цинка 1628, меди 1634, никеля 1563, кобальта 812, стронция-90 1038 и цезия-137 на 1259%.

Таким образом, цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашанского месторождения на черноземной почве показали себя как хороший мелиорант и оказали более сильное влияние на ее физико-химические свойства и запасы продуктивной влаги почвы, чем на серой лесной почве. В связи с этим окупаемость цеолитсодержащей породы прибавкой урожая на черноземе была выше, чем на серой лесной почве.

Некоторые авторы отмечают, что хорошими аккумуляторами тяжелых металлов и биологически опасных радиоизотопов в почве являются природные цеолиты, которые могут служить сырьем для детоксикации и дезактивации почв с высоким уровнем тяжелых металлов и радиоизотопов в кислоторастворимой форме (Челищев и др., 1980). Такие минералы (клиноптилолит, монтмориillonит и др.) в различных концентрациях содержатся в ЦСП Татарстана.

Исследования цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения как сырья для детоксикации почв показали, что их внесение уменьшает в почве содержание подвижных и обменных форм металлов и радиоизотопов, извлекаемых из почвы кислотными вытяжками и радиохимическими методами (Нуриев и др., 1995). При этом, чем выше доза цеолита, тем больше степень уменьшения содержания в почве этих

элементов. Это объясняется происходящими в почве физико-химическими процессами закрепления тяжелых металлов и радиоизотопов ЦСП.

Природные цеолиты (цеолитсодержащие породы) являются сырьем многоцелевого использования. Можно выделить три основные области их применения: промышленность, сельское хозяйство и охрана окружающей среды.

В сельском хозяйстве цеолитсодержащие породы применяются как диетические добавки в корма животных, птиц и пушных зверей, что приводит к снижению заболеваемости, повышению целостности поголовья и продуктивности животных, повышению качества конечной продукции. Цеолиты используются также для совершенствования гигиенических условий в животноводческих помещениях, утилизации помета и навоза с получением органоминеральных удобрений. В рыбоводстве цеолиты используются для извлечения аммония из водоемов, что увеличивает сохранность мальков, в качестве диетических добавок при их кормлении и для увеличения массы водной кормовой растительности.

В земледелии цеолитсодержащие породы применяют в качестве мелиорантов (самостоятельно или с минеральными и органическими удобрениями) для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур; как субстрат в тепличном хозяйстве; для получения экологически чистых продуктов. Более того, доказана эффективность использования природных цеолитов для осушки влажного зерна, в качестве антислеживателей удобрений, носителей гербицидов, для увеличения сохранности овощей в хранилищах и др.

2. ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2018-2019 гг. в полевом мелкоделяночном опыте на землях ООО "Агрофирма "Кармалы" Нижнекамского района РТ.

На опыте были проведены исследования по изучению особенностей влияния цеолитсодержащей породы совместно с фоновым внесением минеральных удобрений на развитие и фотосинтетическую активность яровой пшеницы, изучали действие цеолитов на основные элементы структуры урожая и качество зерна культуры в Нижнекамском районе.

Учетная площадь деланки 10 м². Повторность опыта трехкратная, расположение вариантов рендомизированное.

Почвенный покров ООО "Агрофирма "Кармалы" в основном представлен двумя типами почв: черноземы солонцеватые -1456 га и , серые лесные- 1676 га. Объектом исследований являлась серая летная среднесуглинистая почва, с содержанием гумуса–3,9%; рНсолевой вытяжки – 5,7 ед., гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований –2,41

и 23,6 мг-экв/100 г почвы, подвижный фосфор и обменный калий – 145,0 и 118,0 мг/кг соответственно.

Цеолиты представляют алюмосиликатные минералы кристаллической структуры. В их внутренние полости могут свободно проникать аммиак, сероводород, тяжелые металлы и др. В зависимости от вида цеолита размеры каналов могут изменяться от 2,2 до 9А⁰. В различные по размеру полости могут попадаться разные по величине молекулы.

В целом каждые месторождения цеолитсодержащих пород имеет отличный минеральный, химический и токсикологические составы и свои специфические особенности, которые относятся и к залежам местных цеолитсодержащих пород, имеющих на территории Республики Татарстан.

Основные месторождения цеолитсодержащих пород находятся в Предволжской зоне республики (Татарско-Шатрашанское, Городищенское, Ст.Чокурское, Аксинское и др.). По данным ВНИИ геолнеруд, прогнозные запасы цеолитсодержащих пород составляют около 300 млн. тонн. Из них в Татарско-Шатрашанском месторождении более 100 млн. тонн. В основном установлены их минеральный, химический, токсикологический составы.

В опыте использовалась цеолитсодержащая порода Татарско-Шатрашанского месторождения Дрожжановского района Республики Татарстан. Татарско-Шатрашанское месторождение, расположено около села Тат.Шатрашаны Дрожженковского района. Мощность породы около 40 метров, поэтому верхние, средние и нижние яруса толщи породы имеют различную характеристику по минеральному, геохимическому и токсикологическому составу.

В таблице приводится средняя характеристика различных слоев цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения.

Таблица 1- Минеральный, химический, геохимический и токсикологический составы цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения(ВНИИ геолнеруд)

Показатели	Верхний ярус	Средний ярус	Нижний ярус
Минеральный состав, %			
Опалкристоболит	25,0	30,0	21,0
Клиноптилолит	21,0	17	11
Кальцит	20,0	18	32
Геохимический состав, %			
Цинк	0,003	0,003	0,005
Хром	0,003	0,005	0,002
Никель	0,004	0,006	0,002
Кобальт	0,001	0,001	0,001
Молибден	0,00015	0,0002	0,00015
Медь	0,001	0,005	0,004
Стронций-90	0,02	0,03	0,04
Химический состав, %			
SiO ₂ общ.	56,21	58,54	59,3
Al ₂ O ₃	5,78	6,02	3,66
Fe ₂ O ₃	1,90	1,88	1,88
CaO	14,43	14,45	26,6
MgO	1,86	1,94	2,96
K ₂ O	1,10	1,09	1,0
P ₂ O ₅	0,08	0,09	0,23
Na ₂ O	0,20	0,20	0,35
Токсикологический состав, %			
Мышьяк	0,0007	0,0007	0,0006
Свинец	0,0008	0,0006	0,0007
Кадмий	0,00012	0,00012	0,00010
Ртуть	0,000005	0,000006	0,000004

В опыте применялось три вида удобрений аммиачная селитра, хлорид калия и двойной гранулированный суперфосфат. Цеолит вносился в почву ручным разбрасыванием до посева.

Схема опыта:

- 1) Контроль - без удобрений;
- 2) N₆₀P₆₀K₆₀ ;

- 3) Цеолит 700 кг/га
- 4) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + цеолит 400 кг/га
- 5) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + цеолит 700 кг/га.

Культура - яровая пшеница сорт «Йолдыз», разновидность лютеценс, среднеспелый. Сорт включен в Госреестр по Волго-Вятскому региону и рекомендован для возделывания в Республике Татарстан.

Исследования велись в четырехпольном зернопаровом севообороте.

Кукуруза- яровая пшеница -ячмень - пар. Предшественником исследуемой культуры была – кукуруза.

Агротехника возделывания общепринятая для яровой пшеницы. Основную обработку почвы проводили после освобождения поля из под кукурузы осенью: лущение стерни на глубину 6-8 см и затем вспашка на 20-22 сантиметра плугами с предплужниками.

В 2018г посев (11-рядная сеялка СН-16П) был проведен- 6 мая, в 2019 г.- 5 мая. Глубина высева- 4-5 см. Нормы высева -6 млн.шт. семян на гектар. Посевные качества семян яровой пшеницы: чистота- 98 %; всхожесть-90 %;масса 1000 зерен-42 г, посевная годность-88 %.

Минеральные удобрения вносились под предпосевную культивацию согласно схеме опыта $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Почвенные образцы отбирали перед закладкой опыта и ежегодно после уборки урожая.

Аналитические работы проводили в Татарского НИИ агрохимии и почвоведения в лаборатории агрохимических и биохимических анализов в соответствии с нормативными документами, утвержденных Госстандартом России, следующими методами:

- содержание гумуса определялось методом Тюрина,
- содержание азота щелочногидролизующего и его определение в почве проводили по Корнфилду,
- подвижные соединения фосфора и калия по методу Чирикова (ГОСТ 26205-91),

- приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО, ГОСТ-26 483-85,
- гидролитическая кислотность по методу Каппена (ГОСТ 26213-91),
- определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена (ГОСТ 28268-89),
- плотность в пахотном горизонте определялась методом режущих колец,
- полевая влажность по определялась по ГОСТ Р50683-94,
- запасы продуктивной влаги и водопотребление растений - расчетным методом,
- определяли содержание абсолютно сухого вещества в зеленой массе высушив измельченные образцы до постоянного веса при температуре 105 °С
- густоту стояния растений в фазу полных всходов и перед уборкой, структуру урожая определяли по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989),
- масса 1000 зерен по ГОСТ 10842-89.
- учет урожая проводили поделочно, весовым методом сплошного обмолота, урожайность зерна пшеницы рассчитана на 14 %-ную влажность и 100 %-ную чистоту,
- структура урожая яровой пшеницы по пробному снопу, взятому с постоянных площадок каждой делянки,
- определение натуры проводили согласно ГОСТ 10840,
- определение стекловидности проводили согласно ГОСТ 10987,
- массовую долю и качество клейковины определяли по ГОСТ 13588.
- математическая обработка результатов проведена методом дисперсионного анализа

Учет метеорологических факторов при проведении исследований имеет важное значение, так как он позволяет дать характеристику климата, оказывающего большее влияние на эффективность удобрений, вегетационный период растений и другие показатели.

Полную оценку полученных в опыте результатов можно делать только с детальным учетом метеорологических условий за вегетационный период.

Более точным является анализ метеорологических наблюдений по межфазным периодам опытного растения, который принят в государственном сортоиспытании сельскохозяйственных культур.

Метеорологические данные были получены опытным путем и для анализа сравнивались со средними многолетними данными.

В 2018 году за период вегетации (май-август) выпало 216,7 мм осадков. Что было в пределах нормы, Распределение осадков по месяцам было неравномерным. В мае выпало 40,5 мм, в июне – 65,6 в июле – 73,7. в августе — 37,3 мм.

Наиболее влажным был июль(73,7 мм), наименее - август (37,3мм). В июле количество осадков было выше среднемноголетних данных на 16.0 мм, а в августе - ниже на 11.6 мм.

Температура воздуха в течение вегетации варьировала от 16°C до 28°C. В мае ее значение превышало среднемноголетний показатель на 3.9°C. С июня по август температура воздуха была в пределах нормы.

В опытном периоде(2018-2019гг) метеорологические условия были следующими:

Таблица 2 -Метеоданные май-сентябрь 2018 г

Дата	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
	t	Осадки	t	Осадки	t	Осадки	t	Осадки	t	Осадки
1	13	0	6	6,6	32	0	28	8,4	23	0
2	14	5,3	11	0	35	0	29	0	20	0
3	24	0,2	15	2,6	34	0	29	0	20	0
4	12	1,1	22	0	26	0	28	0,2	22	0
5	12	0	26	0	26	0	24	0	23	0

6	19	0	17	0	26	0	28	14	22	0
7	16	0	14	0	25	3,3	27	0	22	0
8	20	0	16	0	26	0	20	0,4	22	0
9	17	0	12	0	25	3,9	16	3,1	19	0
10	13	0	13	0	21	0,6	21	0	16	0
11	16	0	13	0	21	0	29	1	17	0
12	22	0	17	0	21	1,8	28	0	22	0
13	20	9,8	14	0	24	6,5	29	0	25	0
14	24	0	15	0,2	26	0	23	0	21	0,4
15	25	0	15	0	26	0	22	0	20	3
16	22	10,1	19	0,2	28	0	23	3,7	24	2,5
17	26	0	23	0	26	0	20	0	16	0,4
18	27	0	25	0	25	0,8	19	0,2	13	1,7
19	27	0	27	2,3	24	0,4	18	0	11	0,5
20	18	0	19	0	25	0	22	0	15	0,8
21	18	0	20	0	22	15	26	0	17	0
22	23	1,1	23	0	23	8,4	19	0	20	2,3
23	24	8,3	28	0	22	0	17	0	24	5,8
24	22	1	31	0	27	0	20	0	22	8,4
25	15	0	32	0	30	0	20	0	15	0
26	14	0	31	1,2	31	19,8	21	0	12	0
27	22	3,6	28	11,9	31	0	22	6,1	11	0
28	9	0	27	7,4	28	2,8	25	0,2	11	0
29	14	0	27	0,4	18	0	26	0	11	0
30	23	0	28	0	22	1,3	26	0	9	2,6
31	9	0		32,8	25	8,7	23	0		28,4
За месяц	19	40,5	20	65,6	26	73,3	23	37,3	18	18

Таблица-3 Метеоданные май-сентябрь 2019 г

Дата	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
	t	Осадки	t	Осадки	t	Осадки	t	Осадки	t	Осадки
1	12	0	26	6,6	21	0	16	0	16	0
2	9	0	23	0	24	0	16	0	17	0
3	16	0	24	2,6	24	0	17	0	17	3
4	21	0	18	0	23	0	19	0	17	2,5
5	24	0	24	0	20	0	16	0,4	19	0,4
6	22	0	24	0	20	0	12	3	19	1,7
7	17	0	22	1,2	15	3,3	16	2,5	20	0,5
8	25	5,3	22	12,9	20	0	19	0,4	21	0,8
9	27	0,3	26	8,4	22	3,9	20	1,7	22	0
10	28	1,1	29	0,4	23	0,6	20	0,5	20	0
11	30	0	27	0	22	0	20	0,8	21	0
12	33	0	24	0	22	1,8	12	0	22	0
13	30	10,8	14	0	20	6,5	14	0	25	0
14	29	0	16	0,2	23	19,8	19	0	25	0
15	21	0	18	0	17	0	24	0	16	0
16	19	0	14	0,2	25	2,8	28	0	11	0
17	13	0	23	0	23	0	24	0	17	0
18	10	0	24	0	28	1,3	28	0	14	2,3
19	8	11,1	26	2,3	25	8,7	27	0	13	5,8
20	10	0	28	0	27	0	26	0	11	8,4
21	15	0	27	0	22	15	23	0	10	0,4
22	17	2,1	30	0	21	8,4	26	0	7	0
23	20	6,3	31	0	22	0	23	0	5	0
24	10	1	21	0	25	0	21	0	5	0
25	14	0	22	0	27	0	20	0	7	0
26	21	0	18	0	28	0	17	0	8	17,1

27	20	4,6	13	0	25	0	15	2,3	7	6,5
28	23	0	15	0	21	0	11	5,8	7	13,3
29	25	0	25	32,1	13	0	13	7,7	7	0
30	29	0	16	0	15	0	13	2,6	11	2,6
31	27	0		0	13	0	14	0		
За месяц	20	42,6	22	66,9	22	72,1	19	27,7	15	65,3

В 2019 году за период вегетации (май-август) выпало 273.0 мм осадков, что было выше среднемноголетних на 65.0 мм. Распределение осадков по месяцам было следующим: в мае выпало 42,6 мм., в июне – 66,9 мм., в июле – 72,1 мм., в августе – 27,7 мм, Такое обильное количество осадков оказало определенное влияние на режим влажности почвы.

Температура воздуха в течение вегетации варьировала в пределах от 9°C до 28°C т.е. была в пределах среднемноголетней, В мае температура воздуха составляла 20°C. июне - 22°C. в июле - 22°C. в августе - 19°C.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Наблюдения за фенологическим развитием яровой пшеницы

Наступление фенологических фаз растений устанавливали глазомерно, исследования проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

При проведении фенологических наблюдений учли следующие особенности:

- всходы у яровой пшеницы отмечали при появлении первых развернувшихся листочков у 75% растений,

- «начало кущения» отмечали, когда у 10—15% растений появится первый листочек бокового побега из влагалища листа основного стебля,

- колошение отмечали, когда колос примерно наполовину выдвинулся из влагалища верхнего листа,

- молочную спелость отмечали, когда зерно в средней части колоса, достигает почти полной длины, но имеет зеленый цвет и полужидкое содержимое, при сжатии между пальцами оболочка зерна лопается и содержимое выдавливается наружу и имеет вид густой жидкости молочного цвета, растения еще зеленые, пожелтение отмечается только у самых нижних листьев стебля,

- восковую спелость отмечали, когда зерно характеризуется следующими признаками: имеет желтую окраску, твердеет, но при надавливании ногтем легко режется;

- полную спелость у зерновых культур отмечали, когда зерно становится твердым, при надавливании ножом раскалывается, при

встряхивании колоса зерна осыпаются, полную спелость регистрируют, если уборка ведется при ее наступлении,

-продолжительность вегетационного периода рассчитывали от даты полных всходов до восковой (хозяйственной, уборочной) спелости» (Госсортоиспытание,1985)

Таблица 4 – Вегетация яровой пшеницы и продолжительность межфазных периодов на посевах

Фенологические фазы	2018 год	2019 год
Посев	6.05	5.05
Всходы	20.05	20.05
Три листа	25.05	24.05
Кущение	1.06	1.06
Выход в трубку	13.06	13.06
Колошение	26.06	28.06
Цветение	1.07	5.07
Молочная спелость	16.07	22.07
Восковая спелость	30.07	9.08
Полная спелость	10.08	22.08
Продолжительность периодов (дни)		
посев - всходы	14	15
всходы - три листа	6	4
три листа - кущения	7	7
кущение - выход в трубку	12	12
выход в трубку - колошение	13	15
колошение - цветение	5	7
цветение - созревание	28	35
Вегетационный период	70	82

За начало фазы развития принимали день, когда в эту фазу вступает не менее 10-15% растений. Полное наступление определенной фазы развития – день, когда он распространился по крайней мере на 75% растений.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений яровой пшеницы. Для определения сезонной динамики агрохимических показателей образцы почвы отбирали на анализы до внесения удобрений и перед уборкой урожая. В конечном итоге результаты показали, что за все годы исследований от начала кущения и во все фазы роста на делянках с внесением минеральных удобрений согласно схеме опыта и цеолита растения развивались намного лучше. У исследуемой культуры в вариантах с цеолитом развивалась более мощная корневая система, стебли визуально выглядели выше и толще, колоски крупнее. Причем полегания растений в этих вариантах не выявлено.

Это может быть связано с наличием в химическом составе цеолитов – аморфного кремния, являющегося источником образования монокремниевой кислоты. «Наличие доступного кремния очень важно для растений, поскольку он усиливает усвояемость растениями фосфора, калия и магния, тем самым оказывая влияние на рост и обменные процессы, происходящие в тканях растений. Имеются исследования, доказывающие поступление монокремниевой кислоты в растения вместе с водой, с последующим перераспределением ее по различным органам с токами межклеточного сока» (Матыченков, В.В., 2008).

Таблица 5- Экологическая пластичность яровой пшеницы в исследовании (средняя за 2018-2019г.)

Варианты	Кол-во всходов, шт./м ²	Полевая всхо- жесть, %	Кол-во расте- ний перед уборкой, шт./м ²	Кол-во продук- тивных стеблей перед уборкой, шт./м ²	Сохранность всходов, %
Контроль - без удобрений	383	77,0	281	281	73,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	395	79,0	310	309	78,2
Цеолит 700 кг/га	390	77,0	311	311	79,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ цеолит 400 кг/га	395	79,5	311	311	78,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ цеолит 700 кг/га	393	81,1	318	318	80,9

Из таблицы следует что по сравнению с вариантом без удобрений практически у всех вариантов увеличилось число всходов, в варианте с цеолитом 700 кг/га и без внесения минеральных удобрений показатели увеличились незначительно по сравнению с контрольным вариантом, а по сравнению с вариантом ,где вносились минеральные удобрения количество всходов уменьшилось. Это подтверждает целесообразность расчетного внесения минеральных удобрений.

Хорошую полевую всхожесть показал вариант с применением $N_{60}P_{60}K_{60}+$ цеолит 700 кг/га. Результат составил - 80,9% что больше контроля на 7,6 %. Количество продуктивность стеблей перед уборкой увеличилось во всех вариантах по сравнению с контролем, самый лучший показатель $N_{60}P_{60}K_{60}+$ цеолит 700 кг/га составил -318шт./м², у контроля -281 шт./м² у контроля.

Все варианты с внесением цеолита показали хорошую сохранность всходов по сравнению с контролем. В варианте с внесением цеолита 700кг/га сохранность всходов была выше чем в варианте с применением минеральных удобрений без цеолита это так же может быть связано с наличием в химическом составе цеолитов – аморфного кремния.

Можно сказать, что применение Цеолита и минеральных удобрений создают более оптимальные условия для успешного роста культуры и сохранения продуктивных стеблей.

3.2 Биологическая активность в почве.

Одним из показателей биологических процессов почвы является биологическая активность («дыхание») почвы.

Биологическую активность почвы изучали следующими методами: метод определения скорости выделения углекислого газа из почвы (дыхание почвы) и метод определения целлюлозолитической активности почвы.

«Чем интенсивнее выделяется углекислый газ, тем активнее происходят в почве биологические процессы, тем лучше условия для возделывания культур. При содержании в почве более 2 % CO_2 наступает угнетение растений. Однако надо помнить, что этот показатель очень динамичен и меняется не только по сезонам года, но и в течение суток (суточная динамика), а также с изменением погодных условий.

Немаловажное значение имеет метод определения целлюлозолитической активности почвы. В почву с растительными остатками поступает значительное количество целлюлозы. Почвенные микроорганизмы, особенно грибы, обладают активной целлюлазой,

расщепляющей клетчатку. В состав целлюлозы входит более 50 % всего органического углерода биосферы, а расщепление ее имеет большое значение в круговороте углерода. Целлюлозолитическая активность почвы – это интенсивность разложения льняного полотна, которая зависит от наличия в ней легкодоступного азота. Для определения целлюлозолитической активности почвы используют различные способы учета продуктов ферментативной активности: определение остаточного количества не расщепленной в почве целлюлозы и интенсивности накопления белков и аминокислот (аппликационные методы), определение количества образующегося CO_2 или потребленного при распаде клетчатки O_2 , колориметрический метод определения глюкозы, образующейся при гидролизе целлюлозы в почве, и т.д. Уже через несколько дней на ткани, помещенной в почвенный разрез, развиваются не только целлюлозоразрушающие, но и разнообразные другие почвенные микроорганизмы. При этом вскоре после начала разложения полотна на нем накапливаются аминокислоты и белки как результат совместной деятельности различных почвенных микроорганизмов. На целлюлозную активность оказывают влияние предшественники, условия их питания и погодноклиматические условия. Изучение в динамике биологической активности почвы показало, что в течение всего периода действия цеолитсодержащих пород за два года они оказывали положительное влияние на биологическую активность почвы». (Двойных В.В., 2019г.)

Таблица 6- Влияние цеолитсодержащих пород на биологическую активность (дыхание) серой лесной почвы

Вариант	Выделено CO_2 в мг со 100 см ² поверхности почвы за 24 часа	
	через 30 дней после внесения породы	через 60 дней после внесения породы

Контроль - без удобрений	57,6	21,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	63,3	23,5
Цеолит 700 кг/га	64,8	25,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ цеолит 400 кг/га	70,3	28,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ цеолит 700 кг/га	75,0	31,2

В период через 30 дней после внесения породы максимальное количество выделения углекислого газа -70,5 и 70,3 мг было на вариантах с N₆₀P₆₀K₆₀⁺ цеолит 700 кг/га и N₆₀P₆₀K₆₀⁺ цеолит 400 кг/га соответственно. В целом в этот период от внесения цеолитов биологическая активность почвы увеличилась в зависимости от доз их внесения от 12,5 до 30%. Определение биологической активности почвы через 60 дней после внесения цеолитов показало, что к этому периоду биологическая активность почвы уменьшилась практически в два раза по сравнению с первым определением (через 30 дней после внесения), но сохранилась та же закономерность.

Сравнительные данные биологической активности почвы между двумя сроками определения показывают, что в обоих случаях максимальная интенсивность биологической активности почвы наблюдается в варианте внесения цеолита с минеральными удобрениями из расчета 400 кг/га и 700 кг/га соответственно. Но внесение минеральных удобрений и цеолитов по отдельности также способствовало увеличению биологической активности почвы.

Положительное влияние цеолитсодержащих пород на биологические процессы, протекающие в почве, подтверждаются и интенсивностью распада в почве клетчатки льняного полотна.

Анализ распада клетчатки льняного полотна после месячного нахождения в почве показал, что при внесении цеолитсодержащих пород

потери веса льняного полотна (за счет распада) были выше, чем на в контроле и фоновом внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$, где не вносились цеолитсодержащие породы.

Таблица 7- Влияние цеолитсодержащих пород на интенсивность распада клетчатки на льняном полотне

Вариант	Потеря веса льняного полотна, %
Контроль - без удобрений	15,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,0
Цеолит 700 кг/га	21,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + цеолит 400 кг/га	25,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + цеолит 700 кг/га	25,0

При определении биологическая активности в почве анализ данных показывает что внесение минеральных удобрений совместно с цеолитом усиливает общую биологическую активность почвы, что способствует более интенсивной минерализации органических азотсодержащих веществ, активизирует продуцирование диоксида углерода

3.3 Динамика продуктивной влаги в почве

Запас продуктивной влаги в почве один из главных факторов, нехватка которого способна существенно ограничить урожай при выращивании яровой пшеницы, т.к в начале вегетационного периода исследуемая культура предъявляет повышенные требования к наличию и доступности данного фактора.

Влажность почвы определяли термостатно–весовым методом.

По диагонали участка в трех местах почву отбирали буром - пробоотборником перед посевом, в фазу выхода растений в трубку и перед уборкой в слоях почвы 0–10, 10–20, 20–40, 40–60, см. Почвенные образцы помещали в алюминиевые бюксы с номерами, которые записывали в полевой журнал. Высушивание образцов проводили в сушильном шкафу при температуре $105^{\circ}C$ в течение 6 часов до постоянного веса с охлаждением в

эксикаторе, согласно методике. Затем определяли запас продуктивной влаги, после охлаждения, с учетом объемной массы почвы и недоступной влаги в слое почвы 0-60см.

Таблица 8- Влияние цеолитсодержащих пород в год их внесения на динамику запасов продуктивной влаги в почве под яровой пшеницей

Вариант	Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-60 см, мм			
	фаза появления всходов	фаза колошения	фаза восковой спелости зерна	в среднем за вегетационный период
Контроль - без удобрений	160,3	58,5	70,6	96,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	157,2	61,7	72,4	97,1
Цеолит 700 кг/га	156,7	61,9	79,5	99,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + цеолит 400 кг/га	169,5	64,1	83,0	105,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + цеолит 700 кг/га	162,2	68,3	84,1	104,9

Влажность почвы под яровой пшеницей складывалась в зависимости от метеорологических условий. В 2018 году запасы продуктивной влаги в фазу появления всходов яровой пшеницы составляли от 160,3 до 169,5 мм. Содержание продуктивной влаги к фазе колошения яровой пшеницы в слое 0-60 см почвы было от 58,5 до 68,3 мм, при внесении минеральных удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ и при внесении цеолитсодержащей породы 700 кг\га запас продуктивной влаги находился на одном уровне. В фазу восковой

спелости запас продуктивной влаги увеличился в сравнении с фазой колошения за счет атмосферных осадков.

Определение в динамике запасов продуктивной влаги под яровой пшеницей по фазам ее развития показало, что цеолитсодержащие породы способствовали повышению запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-60 см. В среднем за вегетационный период запасы продуктивной влаги в почве возрастали при внесении цеолитсодержащей породы на 9 мм, в сравнении с контрольным вариантом, это подтверждает водоудерживающую способность цеолита.

3.4. Влияние цеолитсодержащих пород на агрохимические свойства серой лесной почвы

Яровая пшеница очень требовательна к почвам. Лучшими для нее являются плодородные черноземные и каштановые почвы. Хорошо растет на удобренных и окультуренных подзолистых и серых лесных почвах. Тяжелые глинистые и легкие песчаные почвы для яровой пшеницы не подходят.

Исследуемая культура предъявляет высокие требования к минеральному питанию, что объясняется коротким вегетационным периодом и менее развитой корневой системой.

«Наибольшее количество фосфора и калия растения яровой пшеницы потребляют в период от выхода в трубку до цветения. В это время формируется более 60 % сухого вещества и потребляется до 70 % фосфора и более 80 % калия. Второй максимум потребления питательных веществ наблюдается в фазу формирования и налива зерна.» (Шеуджен А.Х.,2013)

«Для нормального роста и развития яровой пшеницы важное значение имеет сбалансированность минерального питания, особенно между азотом и фосфором. Как недостаток, так и избыток этих элементов приводит к нарушению белкового обмена в растениях и значительному снижению урожая.»(Шеуджен А.Х.,2013)

Влияние цеолитсодержащих пород на агрохимические свойства серой лесной почвы отражено в таблице 9.

Таблица 9- Влияние цеолитсодержащих пород в год их внесения на агрохимические свойства черноземной почвы (к моменту уборки яровой пшеницы)

Вариант	Содержание в почве, мг/кг		рН сол.	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г
	P ₂ O ₅	K ₂ O			
Контроль - без удобрений	94	98	5,70	2,41	21,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	138	111	5,60	2,51	20,8
Цеолит 700 кг/га	111	103	5,81	2,35	21,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ цеолит 400 кг/га	140	114	5,72	2,26	21,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ цеолит 700 кг/га	141	114	5,75	2,05	22,4

Агрохимические свойства серой лесной почвы под влиянием цеолитсодержащих пород изменялись следующим образом:

- гидролитическая кислотность при внесении цеолита уменьшалась по сравнению с контрольным вариантом и исходными показателями(на 0,36 мг-экв/100 г), а при внесении только минеральных удобрений увеличивалась;

-результат измерения рНсолевой вытяжки в опыте показывает, что внесение цеолита не позволяет подкисляться почвенной среде;

-сумма поглощенных оснований возросла по сравнению с контрольным вариантом на 0,8 мг-экв/100 г;

- Содержание подвижного фосфора и обменного калия так же возросло по сравнению с контрольным вариантом на 47,0 и 16 мг/кг соответственно

Внесение цеолитсодержащих пород на серой лесной почве в исследуемых дозах способствовало улучшению агрохимических свойств почвы, что позволяет использовать цеолитсодержащие породы в качестве природного мелиоранта.

3.5. Урожайность яровой пшеницы, структура урожая и качество продукции

Для оценки опытной работы нужно рассмотреть полученные результаты структуры урожая, качества продукции и урожайности яровой пшеницы. Множество факторов определяют получение стабильных высококачественных урожаев яровой пшеницы. Анализ почвенного покрова и климатических условий, хорошая агротехника и посев добротными семенами, квалифицированный уход за растениями и своевременная уборка позволяют исследуемой культуре отразить свой потенциал в урожае.

Основные элементы структуры урожая яровой пшеницы - продуктивная кустистость (рассмотренная ранее) и озерненность колоса.

Таблица 10 - Элементы структуры урожая пшеницы в опыте (среднее за 2018-2019г)

Варианты	Число	Число	Число	Масса	Масса
----------	-------	-------	-------	-------	-------

	продуктивных стеблей к уборке, шт./м ²	колосков в колосе, шт.	зерен в колосе, шт.	зерна с 1 колоса, г	1000 зерен, г
Контроль - без удобрений	281	10,0	19,5	0,73	36,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	309	11,1	21,3	0,81	37,3
Цеолит 700 кг/га	311	11,2	20,1	0,74	36,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +цеолит 400 кг/га	311	11,4	22,2	0,83	37,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +цеолит 700 кг/га.	318	12,2	22,3	0,86	37,9

Анализ элементов структуры урожая пшеницы в опыте (табл.10) показывает, что число продуктивных стеблей варьируется с 284 шт в контроле и до 319шт./м² в варианте N₆₀P₆₀K₆₀+цеолит 700 кг/га. Хороший результат показали варианты с применением цеолитсодержащих пород по сравнению с контролем, варианты с внесением минеральных удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ в сравнении с Цеолитом 700 кг/га обнаруживали тождественное число продуктивных стеблей. Между количеством продуктивных стеблей и числом колосков в колосе – прямая зависимость чем больше Число продуктивных стеблей тем больше колосков в колосе. Масса зерна с 1 колоса в результатах исследований говорит о целесообразности внесения минеральных удобрений и цеолита совместно, разница с контролем – существенна(013г.).Масса 1000 зерен у вариантов всех вариантов тождественны. Показатель варьируется с 36,5г в контроле и 37,9 в варианте N₆₀P₆₀K₆₀+цеолит 700 кг/га.

Подытожив результаты табл.10 можно сказать, что цеолит оказал положительное влияние на структуру урожая яровой пшеницы и это качество

природной руды совместно с наследственными особенностями сортов могут дать хороший результат в комплексе.

Важными показателями качества зерна являются содержание белка и клейковины, от них зависят хлебопекарные свойства. Высокое содержание белка определяет пищевую ценность зерна. Клейковина образует «скелет» хлеба. Она обладает эластичностью, прочностью и устойчивостью к механическим воздействиям.

В таблице 11 мы видим, что содержание белка в зерне возрастало при внесении цеолита: контроль-13,42%, $N_{60}P_{60}K_{60}$ +цеолит 700 кг/га -14,5%. Большое значение имеет количество и качество клейковины. Процентное содержание клейковины увеличивалось при внесении цеолита. Качество клейковины определенное по прибору ИДК-1, показало что оно находилось в пределах I- II группы. Показатели натуры зерна г/л изменялись согласно общей тенденции для данного исследования, т. е. внесение цеолитсодержащих пород положительно влияло на изучаемый показатель качества зерна яровой пшеницы

Таблица 11- Влияние цеолитсодержащих пород на качество зерна яровой пшеницы

Вариант	Содержание в зерне			Натура зерна, г
	белок, %	клейковина, %		
		%	класс	
Контроль - без удобрений	13,42	27,2	II	710
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,21	30,4	I	721
Цеолит 700 кг/га	13,85	29,7	I	715
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + цеолит 400 кг/га	14,38	30,5	I	725

N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +цеолит 700 кг/га.	14,52	30,8	I	729
--	-------	------	---	-----

В таблице 12 представлено влияние цеолитсодержащих пород на урожай яровой пшеницы. Применение цеолитсодержащей породы в дозе внесения 700 кг/га совместно с минеральными удобрениями N₆₀P₆₀K₆₀ помогло получить высокий урожай за 2 года в среднем составило 3,37т/га по сравнению с контролем, где урожайность была 2,61 т/га. Прибавка урожая составило по сравнению с контролем 0,69 т/га. Внесение цеолитов без фона минеральных удобрений повысило урожайность по сравнению с контролем на 0,31т/га , но в сравнении с вариантом N₆₀P₆₀K₆₀ средняя за два года была меньше на 0,15 т/га , что подтверждает оптимальность совместного внесения минеральных удобрений и исследуемой агроруды. Урожайность 2019 году в сравнении с 2018 годом урожайность была больше, в связи с тем, что 2018 год был засушливым (таблица-2; таблица-3)

Таблица 12 - Влияние цеолитсодержащих пород на урожай яровой пшеницы

Варианты	Урожайность, т/га		Средняя за 2 года
	2018г.	2019г.	
Контроль - без удобрений	2,4	2,82	2,61
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,72	3,42	3,07
Цеолит 700 кг/га	2,66	3,17	2,92
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + цеолит 400 кг/га	2,74	3,51	3,13
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +цеолит 700 кг/га.	3,06	3,67	3,37
НСР ₀₅	0,15	0,16	

3.6 Экономическая эффективность

Для оценки целесообразности применения цеолита была рассчитана экономическая эффективность

Таблица 16- Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от вариантов.

Варианты	Урожай- ность т/га	Стои- мость Урожая с 1га,руб	За- траты на 1 га, руб.	Чис- тый доход с 1 га, руб.	Рента- бель- ность, %	Себе- стои- мость 1 т зерна, руб.
Контроль - без удобрений	2,61	25700	11300	14400	127	4330
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,07	32400	13700	18500	135	4462
Цеолит 700 кг/га	2,92	31300	13200	17000	129	4521
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + цеолит 400 кг/га	3,13	32760	13900	19860	143	4441
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +цеолит 700 кг/га.	3,37	33360	14100	20600	146	4184

Расчет рентабельности производился по формуле:

$$R = \Pi / X * 100\%,$$

где:

R — рентабельность;

Π — прибыль;

X — показатель, рентабельность которого мы считаем. В данном случае это будет затраты на 1 га, руб.

Расчет по себестоимости находим по формуле $C=Z/Y$

Где C- себестоимость, Z-затраты, Y-урожайность.

При расчете экономической эффективности взяты закупочные цены, на минеральные удобрения по данным бухгалтерской отчетности ООО "Агрофирма "Кармалы", примерная стоимость цеолита получена от ООО Цеолиты-Поволжья . Рентабельность выше 100% была получена во всех вариантах опыта. В контрольном варианте не плохая рентабельность и себестоимость, что может быть вызвано высокими исходными показателями исследуемой почвы. Самая высокая рентабельность получилась на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ +цеолит 700 кг/га.- 146%, что помогло снизить себестоимость. Внесение одной цеолитсодержащей породы в дозе 700 кг/га показало рентабельность и себестоимость ниже чем в варианте с внесением одних минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$, что подтверждает целесообразность совместного внесения цеолита и минеральных удобрений.

4. Заключение

Наши исследования показали положительное влияние совместного внесения цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения и минеральных удобрений в дозах: $N_{60}P_{60}K_{60}$ +цеолит 400 кг/га и $N_{60}P_{60}K_{60}$ +цеолит 400 кг/га на повышение урожайности и качественных показателей яровой пшеницы, что доказывает способность обеспечивать растения необходимыми питательными элементами. Опытным путем было доказано, что цеолит можно использовать для снижения кислотности почвы, повышение суммы поглощенных оснований, то есть как природный мелиорант.

Совместное внесение цеолита и минеральных удобрений способствовало повышению в почвосодержание калия и фосфора – необходимых макроэлементов для получения стабильной урожайности яровой пшеницы.

Цеолитсодержащая порода улучшала биологические процессы (дыхание) в исследуемой серой лесной почве и обеспечивала сохранение продуктивной влаги в течении вегетационного периода.

По-нашему мнению, это объясняется тем, что агроминералы богаты микро-и макроэлементами, сложная кристаллическая решетка исследуемых агроруд способствует избирательному поглощению и дозированному высвобождению питательных веществ.

Учитывая положительные результаты совместного внесения цеолита и минеральных удобрений считаем, что внедрение их в сельское хозяйство республики позволит улучшить плодородие почв и повысить объем производства сельскохозяйственной продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашеева. Н.Е. Повышение экологической емкости почв с применением природных цеолитов в целях охраны окружающей среды от загрязнения / Н.Е. Абашеева. Л.В. Андрианова. М.Г. Меркушева. С.Б. Сосорова. Л.Л. Убугунов в // Тезисы докладов региональной конференции «Земельные ресурсы Республики Бурятия (экологическое состояние повышение плодородия и рациональное использование почвенного покрова)». - Улан-Удэ: БИБ СО РАН - 1994,- С. 64-65.
2. Абашеева. Н.Е. Микроудобрение / Н.Е. Абашеева. Н.М. Кожевникова. М.Г. Меркушева. Л.Л. Убугунов // Открытия и изобретения. - Патент № 214664. - Россия. 2000 - Бюл. № 8.
3. Абашеева. Н.Е. Роль цеолитов Забайкалья в восстановлении плодородия почв / Н.Е. Абашеева. Н.М. Кожевникова. М.Г. Меркушева. Л.Н. Болонева. Ц.Д. Мангатаев // Материалы Второй Международной Научной Конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова». - Ставрополь. 2002. - С. 375-377.
4. Агрофизические методы исследования почв. — М., Издательство академии наук СССР. 1960.
5. Агрохимические методы исследования почв. — М.: Наука. 1975.
6. Андрианов. С.Н. Изменение содержания подвижных фосфатов и степени их подвижности в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в зависимости от уровня применения минеральных удобрений, навоза и известкования / С.Н. Андрианов // Агрохимия. - 2000. - № 10. - С. 5-15.
7. Алексеев А.И. Влияние природных цеолитов на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность сельскохозяйственных культур / автореферат дис. канд с-х наук . Пенза, 2013.
8. Батаева. М.С. Изменение кислотно-основных свойств чернозема выщелоченного под действием цеолитсодержащей породы и удобрений

/М.С. Батаева // Современные аспекты развития АПК: Материалы 45-й научно-практической конференции студентов агрономического факультета Пензенской ГСХА - Пенза. 2006 — С. 83-86

9. Биккина Л.М.Х., Алиев Ш.А., Гизатуллин Р.Х. Эффективность комплексного удобрения на основе цеолитсодержащих пород и стоков животноводческих комплексов / Современные проблемы науки и образования, 2011. – № 6. – С. 268.

10. Биккина Л.М.Х. Эффективность применения наноструктурной водно-цеолитной суспензии при возделывании гречихи/

В сб.: ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ сборник статей Международной научно-практической конференции. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ИННОВАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «ОМЕГА САЙНС». – Уфа. 2014. – С. 121-123.

11. Белоусов. В.С. Применение цеолитсодержащей породы как сорбента аммиака и пестицидов из водных сред. / В.С. Белоусов // Агрохимия. - 2005. - №8. — С. 65-69.

12. Беляев. А.Б. Трансформация гумусового состояния черноземов целинных при длительном сельскохозяйственном использовании / А.Б. Беляев // Черноземы России: экологическое состояние и почвенные процессы. - Изд-во Воронеж. Ун-та. 2006. — С. 301-305.

13. Бугаев В.П. Влияние минеральных удобрений и навоза на агрохимические свойства почв и вынос питательных элементов урожаями в многолетнем опыте В.П. Бугаев. З.М. Осипова И Агрохимия. - 1966. - № 4. - С. 59-70.

14. Буров. А.П. Цеолитсодержащая порода Татарстана и ее применение. А.И. Буров. - Казань «ФЭН». 2001. - 176 с.

15. Вершинин. П.В. Почвенная структура и условия ее формирования / П.В. Вершинин. - М.: Изд-во АН СССР. 1958. - 188 с.

16. Высоцкий. Г.Н. Общее положение об агрономическом значении почвенной структуры / Г.Н. Высоцкий // Материалы по выяснению вопроса о структуре почв. 1993.
17. Владимиров К.В., Фомин В.Н. Продуктивность картофеля и качество клубней при использовании регуляторов роста / Достижения науки и техники АПК. 2008. № 11. С. 21-23.
18. Внекорневая подкормка картофеля калием.
<http://kartofel.sagau.ru/vnekornevaya-podkormka-kartofelya-kaliem/> 2016.
19. Ганенко. В.П. Изменение содержания гумуса в серой лесной почве и черноземах под влиянием удобрений / В.П. Ганенко /7 Почвы Молдавии и их использование в условиях интенсивного земледелия. - Кишинев: Штиинда. 1978. - С. 163-169.
20. Ганжара. Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв . Н.Ф. Ганжара. Б.А. Борисов. - М.: Агроконсалт. 199". - 82 с.
21. Герасимов А.П., Яппаров А.Х., Ежков Д.В., Ежкова А.М. Качество мяса пекинских уток при использовании в их рационах агроминеральных фосфорсодержащих кормовых добавок. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2015. - № 223. – с. 42-46.
22. Гладыш. О.Г. Цеолитовая мука - хорошее удобрение / О.Г. Гладыш // Картофель и овощи. — 1990. - № 1. - С. 18.
23. Горбунов. А.В. Продуктивность яровой твердой пшеницы при внесении расчетных норм удобрений в условиях юго-востока Волго-Вятского региона: автореф. дисс... канд. с.-х. наук / А.В. Горбунов. - Нижний Новгород. 2007. - 24 с.
24. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.
25. 12. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО.

26. 13. ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
27. 14. ГОСТ 27821-88. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена.
28. 15. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
29. Гришин. Г.Е. Приемы повышения плодородия почв на основе местных минеральных ресурсов и удобрений / Г.Е. Гришин. Е.Н. Кузин. Е.В. Курносова. Л.А. Кузина. - Пенза. 2007. - 283 с.
30. Дзаганов. С.Х. Плодородие почв и удобрения / С.Х. Дзаганов. - Орджоникидзе. 1987. - С. 30-33.
31. Дорошкевич. С.Г. Влияние органно-минеральных удобрительных смесей на основе осадков сточных вод и цеолитов на агрохимические свойства аллювиальной дерновой почвы / С.Г. Дорошкевич. Л.Л. Убугунов // Агрохимия. - 2002. -№4. - С. 5-10
32. Доспехов. Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат. - 1985.-351 с.
33. Дьякова. К.В. Оценка почв по содержанию и качеству гумуса для производственных моделей почвенного плодородия / К.В. Дьякова и др. - М.: ВО Агропромиз дат. 1990. - 27 с.
34. Дюков Р.Ф. Севообороты и обработка почвы в лесостепной зоне / Р.Ф. Дюков // Сб. науч. работ. - Саратов. 1979. - С. 26.
35. Ежков В.О., Биккинина Л.М.Х., Поливанов М.А. Влияние наноструктурной водно-цеолитной суспензии на продуктивность гречихи Вестник Казанского технологического университета, 2013. – Т. 16.–№ 19.– С. 241-245.
36. Егоров В.Е. Влияние длительного применения удобрений и плодосмена на содержание и состав гумуса / В.Е. Егоров // Изв. ТСХА. — 1966 -Вып. 2.-С. 49-56.

37. Ежкова А.М., Нефедьев А.Е., Ежкова Г.О. Исследование биологической полноценности говядины от животных, получавших кормовую добавку бентонита. Вестник Казанского технологического университета, 2006. – № 1. – С. 118-122.
38. Жаков С.И. Климат Пензенской области / С.И.Жаков // Природа Пензенской области. - Саратов. 1970. - С. 86-114.
39. Жуков. А.И. Регулирование баланса гумуса в почве / А.И. Жуков. П.Д. Попов. — М.: Росагропроиздат. 1988. — 40 с.
40. Жуков. А.И. Потери и воспроизводство гумуса в земледелии Нечерноземной зоны РСФСР / А.И. Жуков // Химизация сельского хозяйства. - 1990. - № 5. - С. S-1 1.
41. Жуков. А.И. Гумус и урожайность зерновых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве / А.И. Жуков. Л.В. Сорокина. В.В. Мосалева // Почвоведение. — 1993. - №1. - С. 55-60.
42. Жукова. Л.М. Влияние систематического применения удобрений на физико-химические свойства различных почв / Л.М. Жукова // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. - М. - 1980. - С. 42-60.
43. Забегалов Н.В., Дабахова Е.В. Влияние кремнийсодержащего нанопрепарата на урожайность и содержание кремния в зерновых культурах / Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №12. – С. 22-24.
44. Значение элементов в питании растений /<http://agrofak.com/agrokhimiya/udobreniya/znachenie-otdelnykh-elementov-v-pitanii-rastenij.html>.
45. Измаильский, А.А. Влажность почвы и грунтовая вода / А.А. Измаильский. — Полтава. 1894. - 11 с.
46. Исламгулова. Г.Е. Влияние природных цеолитов на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур Г.Е. Исламглетов. М.Б. Сукшдукова. Я.Т. Суяндук. Г. А. Мухаметдинова // Аграрная наука. - 2008. - № 7. - С. 21-23.

47. Ишкаев Т.Х., Алиев Ш.А., Яппаров И.А. Агроэкологические аспекты комплексного использования местных сырьевых ресурсов и нетрадиционных агрокультур в сельском хозяйстве. 2007 г. – 231 с.
48. Кузина Е. Е. Продуктивность сельскохозяйственных культур и изменение плодородия серой лесной почвы при использовании цеолита и удобрений в лесостепном Поволжье/ Дисс. канд. с-хоз. наук : //Пенза, 2008. - 210 с
49. Качинский, Н.А. Физика почвы / Н.А. Качинский. - М.: Высшая школа, - 1965. -323 с,
50. Кириллов, Г.Б. Влияние различных систем удобрения культур в севообороте на калийный режим дерново-подзолистой почвы /Г.Б. Кириллов. Ю.А Жуков И Агрохимия. - 2005. - № 9. - С. 13-19.
51. Кирпичников. Н.А. Последствие фосфатных удобрений / Н.А. Кирпичников. С.Н. Адрианов. Е.А. Волосатова . . Плодородие. - 2004. - № 1. - С. 11-13.
52. Кирюшин, В.П. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.П. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара. И.С. Кауричев и др. - М: Изд-во МСХА. 1993. - 99 с.
53. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.П. Кирюшин. - М.: Колос, 1996. - 367 с.
54. Климашевская. Н.Ф. Адаптированные реакции на уровне организма пшеницы и ее сородичей на избыток азота /Н.Ф. Климашевская. Э.Л. Климашевский // Докл. ВАСХНИЛ. - 1991. -№ 9. - С. 12-21.
55. Ключков. А.М. Почвы Мордовии, их использование и улучшение / А.М. Ключков. - Саранск: Мордовск. кн. изд-во, 1978. - 240 с.
56. Князев. Б.М. Урожайность и технологические свойства зерна озимой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания / Б.М. Князев. Д.А. Дзагова // Зерновое хозяйство. - 2004. - № 4. - С. 8-9.

57. Ковда. В.А. Основание учения о почве / В.А. Ковда // Кн. 1. - М.: Наука. 1973. -447 с.
58. Колсанов. Г.В. Соломисто-азотная система удобрений на черноземе лесостепи Поволжья/Г.В. Колсанов. А.Х. Куликова. Н.В. Хвостов. И.Н. Землянов//Вестник УГСХА. - 2010. - № 2. - С. 3-11.
59. Коляган. Ю.С. Цеолиты и динамика накопления азота / Ю.С. Коляган. О.А. Карасев. А.Ф. Сладких // Сахарная свекла. - 2001. - № 9. -С. 9-11.
60. Коляган. Ю.С. Цеолиты и динамика накопления сухого вещества / Ю.С. Коляган, О.А. Карасев. С.П. Москворецкий // Сахарная свекла. - 2002. - № 1- С, 10-12.
61. Колягин. Ю.С. Урожай и удобрения длительного действия / Ю.С.Коляган. С.П. Куреченко // Сах. свекта. - 2003. - № 3. - С. 17-18.
62. Конеган. Ю.С. Динамика накопления нитратов / Ю.С. Конегин. О.А. Карасев // Сахарная свекла. - 2001. - №1. - С. 21-22.
63. Кононова. М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения / М.М. Кононова. — М.: Изд-во АН СССР. 1951.
64. Королев. А.А. Влияние цеолитсодержащей породы, дефеката и органических удобрений на содержание гумуса и физико-химические свойства чернозема выщелоченного / А.А. Королев // Материалы Международной научной конференции «Агрохимические приемы рационального применения средств химизации как повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур». - М.. 2007. - С. 26-29.
65. Королев. А.А. Влияние химических мелиорантов и органических удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур // А.А. Королев. Е.Н. Кузин /// Зерновое хозяйство. - 2007. - № 6. - С. 19-20.
66. Королев. А.А. Изменение агромелиоративного состояния чернозема выщелоченного под влиянием цеолитсодержащей породы, дефеката и органических удобрений в условиях лесостепного Поволжья: автореф. дисс... канд. с.-х. наук / А.А. Королев. - Пенза. 2007. - 22 с.

67. Костров. К.А. Влияние длительного применения удобрений в севообороте на агрофизические показатели плодородия почв и урожай культур К.А. Костров. В.А. Малова // Агрохимия. - 1979. - № 11. - С. 38-43.
68. Кошельков. П.Н. Значение навоза и минеральных удобрений для повышения плодородия дерново-подзолистых почв У П.Н. Кошельков. У.Г. Оксентьян. З.М.Осипова. Д.В. Харьков // Почвоведение. - 1958. - №6.-С. 91-99.
69. Кузнецов. М.Н. Оценка количественных возможностей использования цеолитсодержащих пород для снижения поступления тяжелых металлов в ягоды черной смородины / М.Н. Кузнецов. Е.В. Леоничева, Т.А. Роева // Аграрный вестник Урала. - 2009. - № 5. - С. 92-94.
70. Куликова. А.Х. Влияние высококремнистых пород на свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Среднего Поволжья / А.Х. Куликова // Вестник УГСХА. - 2010. — № 1.-С. 16-25.
71. Куликова. А.Х. Эффективность использования диатомита и его смесей с минеральными удобрениями при возделывании озимой и яровой пшеницы / А.Х. Куликова. Е.А. Яшин. Е.В. Данилова // Агрономия и агроэкология. - 2007 - С. 11-24.
72. Кураков. В.И. Длительное применение удобрений в севообороте / В.И. Кураков, Н.М. Никульников. В.В. Ситникова, Л.В. Александрова // Сах. свекла. - 1996. - № 9. - С. 14-15.
73. Кураков. В.И. Влияние длительного применения удобрений на воспроизводство почвенного плодородия и качество продукции /В.И.Кураков, О.А. Мпнакова, В.В. Ситникова // Сахарная свекла. - 2004. -№1.
74. Курносов, М.В. Изменение структурного состояния почвы под действием цеолнтсодержашей породы и удобрений / М.В. Курносов. Е.Н. Кузин, ЕЕ. Кузина // Материалы Всероссийской научно-практической

конференции, посвященной памяти профессора А.Ф. Блинохватова - Пенза, 2005, - С.88-89

75. Лобода. Б.П. Использование цеолитов в теплицах / Б.П. Лобода. Н.Н. Яковлева. Н.А. Елисеева // Агрохим. вести. - 1999. - №5. С. 27-30.

76. Лобода. Б.П. Применение цеолитсодержащего минерального сырья в растениеводстве / Б.П. Лобода // Агрохимия - 2000. - №6. С. 78-91.

13 8. Лобода. Б.П. Цеолит- и кремнийсодержащие трепела - улучшающий компонент тепличных субстратов / Б.П. Лобода. В. М. Ходырев // Гавриш. - 2006. -№ 3. - С. 22-23.

139. Макеева. Т.Ф. Роль Сосковского цеолита в повышении агроэкологической эффективности органических и минеральных удобрений на серых лесных почвах Орловской области / Т.Ф. Макеева. М.В. Гудилина // Вестник ОрелГАУ. - 2008. - № 4. - С. 36-39.

140. Матышев. А.В. Зависимость урожайности яровой пшеницы от сорта при орошении. А.В. Малышев // Интенсификация земледелия в Сибири. Зауралье и Северном Казахстане: научно-практический бюллетень. — Новосибирск, 1983.-с. 20-22.

141. Матыченков, В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе «почва-растение». Авт. Реф. Дисс. .Пушино, 2008. — 34 с.

142. Шеуджен. А.Х. Влияние цеолитов на агрохимические показатели плодородия лугово-черноземной почвы и урожайность риса / А.Х. Шеуджен. А.К. Шхапацев. Т.Ф. Бочко // Агрохимия. - 2002. — № 8. — С. 14-20.

143. Минакова. О.А. Гумусное состояние чернозема выщелоченного в условиях длительного применения удобрений в зернопропашном севообороте ЦЧП / О.А. Минакова. А.И. Громовик // Плодородие. - 2009. - № 3. - С. 20-22.

144. Минеев. В.Г. Химизация земледелия и природоохранная среда / А.Г. Минеев. - М.: Агропромиздат. 1990. -228 с.

145. Минеев. В.Г. Действие и последствие удобрения на плодородие дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы / В.Г. Минеев. Н.Ф. Гомонова // Агрохимия. - 2005. - № 1. - С. 5-13.
146. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2001. – 688 с.
147. Мухаметдинова. Г.А. Влияние внесения различных доз природного цеолита на структурно-агрегатный состав чернозема обыкновенного / Г.А. Мухаметдинова. М.Б. Суюндукова // Вестник Оренбургского государственного университета. Проблемы Южного Урала. Часть 2. Специальный выпуск (75). - 2007. - С. 231-233.
148. Надежкин. С.М. Влияние самостоятельной сидерации на гумусовое состояние чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур / С.М. Надежкин. Ю.В. Корягин. Т.Б. Лебедева // Саратов. гос. с.-х. академия им. Н.И. Вавилова // Пути повышения эффективности использования сельскохозяйственных земель. - Саратов. 1997. - С.104-109.
149. Небольсин. А.Н. Оптимальные для растений параметры кислотности дерново-подзолистой почвы / А.Н. Небольсин. З.П. Небольсина // Агрохимия. - 1997. - № 6. - С. 19-26
150. Невзоров. В.А. Климатический очерк Пензенской губернии / В.А. Невзоров. - Пенза. 1925. - 139 с.
151. Никитишен. В.И. Фосфорное питание растений и баланс фосфора в условиях систематического применения удобрений на серой лесной почве / В.Н. Никитишен. И.А. Никитишена / Агрохимия. - 1978. - № 7. -С. 3-10.
152. Николаева. П.Н. Изменение физических, физико-химических свойств дерново-подзолистой почвы при внесении высоких доз удобрений / П.Н. Николаева // Почвоведение. - 1987. - №2. - С.31-45.
153. Ничепорович. А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений / А.А. Ничепорович // Современные проблемы фотосинтеза, АН СССР. Ин-т физиологии растений. - М., 1973, - С. 17-43.

154. Носко. Б.С. Изменение гумусового состояния чернозема типичного под влиянием удобрений / Б.С. Носко // Почвоведение. — 1987. — № 5. -С. 26-32.
155. Панов. Н.П. Опыт применения природных цеолитов в экологически безопасных технологиях мелиорации солонцовых почв / Н.П. Панов. В.К. Крутилина. Н.А. Гончарова. Л.П. Радионова // Вестн. Рос. с.-х. наук. - 2000. - №2. - С. 46-49.
156. Пахомов. А.В. Влияние уровня минерального питания и инкрустации семян на продуктивность и качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях юга Нечерноземья: автореф. дисс. канд. с.-х. наук /А.В. Пахомов. - Саранск. 2007. - 22 с.
157. Пшеничный. А.Е. Сильной и ценной пшенице - высокую агротехнику / А.Е. Пшеничный // Зерновое хозяйство. - 1987. - № 6. - С. 9-13.
158. Ряховская. Н.Н. Применение природных цеолитов в короткоротационном севообороте / Н.П. Ряховская. В.В. Гайнатулина // Достижения науки и техники АПК. - 2009. - № 8. - С. 17-19.
159. Ряховская. Н.П. Урожай картофеля и овса в короткоротационном севообороте при внесении цеолита / Н.П. Ряховская. В.В. Гайнатулина // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2009. -№3.- С. 16-18.
160. Самойлов. Г.Н. Влияние систематического применения удобрений на изменение свойств почв Западной Сибири: автореф. дисс. канд. с.- х. наук / Г.Н. Самойлов. - Алтайский СХИ.. Барнаул. - 1970. - С. 20.
161. Семенова. И.Н. Влияние природных цеолитов на функциональную активность микробных сообществ, загрязненных тяжелыми металлами / И.Н. Семенова. Г.Р. Ильбулова. Я.Т. Суяндукров // Аграрная наука. - 2011. -№ 2. - С. 12-14.
162. Семенова. И.Н. Влияние цеолитов на ферментативную активность чернозема обыкновенного при загрязнении свинцом / И.Н. Семенова. Г.Р.

- Ильбулова. А.Б. Зулкарнаев. Я.Т. Суюндуков // Вестник ОГУ. - 2011.-№12.-С. 427-428.
163. Советов. А.В. Разведение кормовых трав на полях / А.В. Советов. - СПб.. 1859, - 110 с.
164. Старостина. И.А. Использование цеолитов для детоксикации гербицидов в почве / И.А. Старостина. - М.. 1994. - 21 с.
165. Степанова. Л.П. Влияние осадка сточных вод и цеолитов, внесенных в кормовом севообороте, на поглотительную деятельность корневых систем растений / Л.П. Степанова. СИ. Ноздрина // Экол. ЦЧО РФ. - 2003. -№1.- С. 23-25.
166. Суханова И.М., Хисамутдинов Н.Ш., Газизов Р.Р., Биккинина Л.М.Х. Влияние наноструктурной водно-цеолитовой и водно-фосфоритной суспензий на урожайность гречихи / Агрохимический вестник, 2016. – Т. 1. - № 1-1. С. 31-33.
167. Степаненко. А.Я. Длительное применение удобрений в севообороте / А.Я. Степаненко // Сахарная свекла. - 1980. - №2. - С.26-28.
168. Столяров. А.И. Влияние удобрений на плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур/А.И. Столяров//Агрохимия. - 1981. - №2.-С. 81-86.
169. Справочник химика. <http://chem21.info/info/1279047/> Биология Том 3. Изд. 3 (2004) – с.222.
170. Сычев. В.Г. Динамика баланса питательных веществ / В.Г. Сычев // Агрохимический вестник. - 2000. - № 3. - С. 33-36.
171. Сычев. В.Г. Возможности совершенствования градаций содержания «доступного» калия / В.Г. Сычев // Агрохимический вестник. - 2000.-№5. -С 30-34.
172. Физиология растений / <http://fizrast.ru/kornevoe-pitanie/fiz-rol/makro-mikro/makroelementy.html/2010-2013> "Физиология растений" Онлайн энциклопедия fizrast.ru.

173. Ходиков. А.Ю. Влияние различных доз удобрений на агрохимические показатели, питательный режим выщелоченного чернозема и урожайность сои в условиях лесостепной зоны РСО-Алания / А.Ю. Хадигов. З.Т. Канунов. А.Е. Басиев. Т.К. Назаров, С.Х. Дзанагов // Известия Горского государственного аграрного университета. -2012. - Т. 49. -№ 3. - С. 31-37.
174. Чеботарев. Н.Т. Повышение эффективности минеральных удобрений под действием цеолитов / Н.Т. Чеботарев. И.Н. Хмелишн. В.М. Швецова и др. // Аграрная наука. - 2000. - № 8. - С. 10-12
175. Чупахина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений / Монография. – Калининград: Калининградский ун-т.1997. – 120 с. – ISBN 5-88874-063-2.
176. Чекаев Н.П. Показатели качества клубней картофеля в зависимости от применяемой системы удобрений. В сборнике: образование, наука, практика: инновационный аспект сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. 2015. С. 186-189.
177. Шеуджен А.Х. Агрохимические основы применения удобрений/ Шеуджен А.Х. , Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. //Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ».2013. С69-87
178. Яппаров А.Х., Биккинина Л.М.Х., Яппаров И.А., Алиев Ш.А., Ежкова А.М., Ежков В.О., Газизов Р.Р. Изменение свойств и продуктивности чернозема выщелоченного и серой лесной почвы под влиянием мелиорантов / Почвоведение, 2015. –№ 10. – С. 1267.
179. Яппаров А.Х., Ежков В.О., Яппаров И.А., Ежкова А.М., Мотина Т.Ю.Влияние кормовых добавок бентонит и селебен на продуктивность свиней и качество свинины.Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2015. –№ 223. – С. 248-251.
180. Яппаров, А.Х., Алиев Ш.А., И.А. Яппаров, Ежкова А.М. и др. Нанотехнологии в сельском хозяйстве: научное обоснование получения и

технологии использования наноструктурных и нанокompозитных материалов / Монография. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 252с.

181. A.M. Ezhkova, A.Kh. Yapparov, V.O. Ezhkov, I.A. Yapparov, N.L. Sharonova, I.A. Degtyareva, N.Sh. Khisamutdinov, L.M.-Kh. Bikkinina, 2015, published in RossiiskieNanotekhnologii, 2015, Vol. 10, Nos. 1–2.

182. YapparovA.Kh. and other. Changes in the Properties and Productivity of Leached Chernozem and Gray Forest Soil under the Impact of Ameliorants / A.Kh. Yapparov, L. M.-Kh. Bikkinina, I.A. Yapparov, Sh. A. Aliev, A.M. Ezhkova, V.O. Ezhkov, R.R. Gazizov//ISSN 1064-2293. Eurasian Soil Science, 2015, Vol.48, No.10, pp.1149-1158. Pleiades Publishing, Ltd., 2015.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура: Яровая пшеница
 Фактор А: Варианты
 Год исследований: 2018
 Градация фактора 5
 Исследуемый показатель: Урожайность, т/га
 Количество повторностей: 3

Варианты	Повторности		
	1	2	3
Контроль - без удобрений	2,36	2,51	2,33
N60P60K60	2,65	2,72	2,79
Цеолит 700 кг/га	2,75	2,61	2,62
N60P60K60+ цеолит 400 кг/га	2,69	2,71	2,82
N60P60K60+цеолит 700 кг/га.	2,91	3,11	3,16

Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
Контроль - без удобрений	3	7,2	2,4	0,0093
N60P60K60	3	8,16	2,72	0,0049
Цеолит 700 кг/га	3	7,98	2,66	0,0061
N60P60K60+цеолит 400 кг/га	3	8,22	2,74	0,0049
N60P60K60+цеолит 700 кг/га.	3	9,18	3,06	0,0175

Дисперсионный
анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P- Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	0,66576	4	0,16644	19,48946136	0,00010317	3,478049691
Внутри групп	0,0854	10	0,00854			
Итого	0,75116	14				

Sd	0,058447
НСР	0,130337

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура: Яровая пшеница
 Фактор А: Варианты
 Год исследований: 2019
 Градация фактора 5
 Исследуемый показатель: Урожайность, т/га
 Количество повторностей: 3

Варианты	Повторности		
	1	2	3
Контроль - без удобрений	2,76	2,91	2,79
N60P60K60	3,5	3,33	3,43
Цеолит 700 кг/га	3,15	3,27	3,09
N60P60K60+ цеолит 400 кг/га	3,42	3,47	3,64
N60P60K60+цеолит 700 кг/га.	3,75	3,54	3,72

Однофакторный дисперсионный
анализ

ИТОГИ

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
Контроль - без удобрений	3	8,46	2,82	0,0063
N60P60K60	3	10,26	3,42	0,0073
Цеолит 700 кг/га	3	9,51	3,17	0,0084
N60P60K60+ цеолит 400 кг/га	3	10,53	3,51	0,0133
N60P60K60+цеолит 700 кг/га.	3	11,01	3,67	0,0129

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P- Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	1,32324	4	0,33081	34,31639004	0,00010293	3,478049691
Внутри групп	0,0964	10	0,00964			
Итого	1,41964	14				

Sd	0,071736699
НСР	0,159972838



