

На правах рукописи

МУХАМЕТДИНОВА ГУЛЬШАТ АВХАДИЕВНА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ
В ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ
СТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ БАШКОРТОСТАНА**

Специальность 03.00.16 - Экология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Уфа 2009

Работа выполнена в лаборатории экологии и рационального использования природных ресурсов Сибайского филиала Академии наук Республики Башкортостан и на кафедре ботаники Сибайского института (филиала) ГОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук,
профессор Суюндукова М.Б.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Хазиахметов Р.М.

доктор биологических наук, профессор
Хабиров И.К.

Ведущая организация: Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова

Защита диссертации состоится **15 мая 2009 г. в 14-00** часов на заседании Объединенного диссертационного совета ДМ 002.136.01 при Учреждении Российской академии наук Института биологии Уфимского научного центра РАН по адресу: 450054, г.Уфа, Проспект Октября, 69. Тел. /факс(3472) 35-62-47. E-mail: ib@anrb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Учреждения Российской академии наук Института биологии Уфимского научного центра РАН и на официальном сайте <http://www.anrb.ru/inbio/sovet.html>

Автореферат разослан 10 апреля 2009 г.

Ученый секретарь Объединенного
диссертационного совета,
кандидат биологических наук, доцент



Р.В. Уразгильдин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Основными стратегическими направлениями современного земледелия являются сохранение агресурсов, повышение продуктивности и обеспечение экологического равновесия в агроэкосистемах (АгрЭС). Рациональное землепользование должно основываться на экологических принципах его ведения и дифференцированном возделывании культур в соответствии с их экологическими особенностями (Кираев и др., 2004; Миркин и др., 2005).

Проблема обеспечения экологического равновесия в АгрЭС частично решается путем внесения органических и минеральных удобрений, экологически обоснованным применением пестицидов и мелиорирующих средств. Однако, интенсивное применение средств химизации в 70 – 80-х гг. прошлого века привело к некоторым негативным последствиям: в почвах накапливались остатки минеральных удобрений и ядохимикатов, что стало причиной нарушения биогеохимических потоков и загрязнения природных объектов. Поэтому химические средства повышения урожайности стали рассматриваться как факторы, нарушающие экологическое равновесие АгрЭС и устойчивость всего агроландшафта.

В связи с дороговизной и резким сокращением в последние годы объемов применения органических удобрений особую важность приобретает поиск новых путей экологизации земледелия с наименьшими затратами (Хабилов и др., 2000; Никитишен, 2003; Тарарико, 2005; Хазиев, 2007).

Повышение устойчивости АгрЭС связано с адаптивно-ландшафтной системой земледелия (Каштанов, Заславский, 1979; Жученко, 1993, 1998; Киришин, 1993, 2000; Каштанов и др., 1994; Бахтизин, Исмагилов, 1997; Володин, 1997; Щербаков, 1999, 2000; Хабилов и др., 2000; Иванов, 2002; Киришин, 2003; 2006; Черкасов и др., 2005; Юлушев, 2005), перспективным направлением которого является использование в качестве мелиорантов почвы местных минеральных ресурсов. В этом контексте большой интерес представляют природные цеолиты, крупные залежи которых имеются в Зауралье Республики Башкортостан (РБ) и в настоящее время не используются

(Бурдаков и др., 1993; Суюндукова, Мухаметдинова, 2007; Мухаметдинова и др., 2007). Ценность цеолитов обусловлена рядом специфических сорбционных, ионообменных, молекулярно-ситовых и каталитических свойств, а также содержанием в них многих макро- и микроэлементов, способствующих повышению плодородия почвы, активизации физиологических процессов, приводящих к усилению роста и развития растений. В то же время возможность использования этих природных минералов для экологической оптимизации АгрЭС в условиях степного Зауралья РБ не изучена.

Цель работы: изучение эффективности природных цеолитов как мелиорантов при экологически ориентированном земледелии в условиях степного Зауралья Башкортостана (на примере цеолитов Тузбекского месторождения). Для достижения этой цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Определить роль природных цеолитов в обеспечении устойчивости функционирования агроэкосистем степного Зауралья при экологизации земледелия;
2. Выявить влияние природного цеолита на особенности роста, органообразования и формирования фитомассы культурными растениями;
3. Изучить влияние цеолитов и органических удобрений на содержание гумуса в почве и водопотребление яровой пшеницы;
4. Исследовать влияние цеолита и органических удобрений на фотосинтетическую деятельность, на элементы продуктивности культурных растений, дать сравнительную оценку экономической эффективности их действия и последствий.

Научная новизна. Впервые в условиях степного Зауралья Республики Башкортостан дана комплексная оценка эффективности природных цеолитов в чистом виде и в сочетании с органическими удобрениями для повышения биологической продуктивности агрофитоценозов.

Практическая значимость. Эффективность природных цеолитов позволяет использовать их в качестве экологического безопасного природного мелиоранта, способствующего ресурсосбережению, улучшению свойств почвы,

повышению продуктивности культурных растений в рамках адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

Апробация работы. Основные вопросы диссертационной работы были обсуждены на научных семинарах кафедры ботаники естественно-технического факультета СИ (филиал) «Башгосуниверситет» ГОУ ВПО (2006; 2007; 2008), доложены на Международных конференциях «Актуальные проблемы науки в России» (Кузнецк, 2007, 2008), «Агроэкологическая роль плодородия почв и современные агротехнологии» (Уфа, 2008), «Современная экология – наука XXI века» (Рязань, 2008), Всероссийских конференциях «Уралэкология. Природные ресурсы – 2005» (Уфа, 2005), «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур» (Пенза, 2006), «Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования» (Нижний Тагил, 2008), Республиканской конференции «Проблемы и перспективы конкурентоспособного воспроизводства в Башкирском Зауралье» (Сибай, 2008), Региональной конференции «Неделя науки – 2007» (Сибай, 2007).

По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК МОН РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав и выводов. Работа изложена на 194 страницах компьютерного текста, содержит 9 таблиц, 36 рисунков и 27 приложений. Список литературы включает 387 наименования, в том числе 15 работ зарубежных авторов.

Автор выражает глубокую признательность д.б.н., профессору Я. Т. Суюндукову за научные консультации при выполнении диссертационной работы, Заслуженному деятелю сельского хозяйства РБ Б.Ф. Гусеву, директору ООО «Птилолит» Т.С.Атанову, заведующему государственным сортоиспытательным участком «Абзелиловский» С.Б.Гусеву за ценные советы и за оказанную помощь при проведении исследований.

ГЛАВА 1. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Зауралье РБ отличается резкой континентальностью климата (Тахаев, 1959; Почвы Башкортостана, 1995; Мукатанов, 2002), что определяется наличием Уральских гор, занимающих восточную часть территории республики и выполняющих барьерную роль в переносе атмосферных осадков. Это обуславливает уменьшение осадков и ксероморфные условия (Гарифуллин, 1974; Хазиев и др., 1985; Комплексная программа..., 1995; Мукатанов, Харисов, 1996; Мукатанов, 2002; Кираев и др., 2004).

Рельеф территории степного Зауралья подразделяется на низкогорный и равнинный подрайоны. Гидрографическая сеть изучаемого региона представлена притоками р.Урал и многочисленными озерами. Кроме того, в последние годы здесь ведется строительство множества водохранилищ.

Растительный покров характеризуется большой сложностью и пестротой, где плакорные степи сочетаются с экстразональными степями, петрофитными и кальцефитными вариантами тех и других на различно экспонированных склонах, а также с лесами, лугами и болтами в логах и иных отрицательных формах рельефа. Зональной является степная растительность (Крашеников, 1941; Жудова, 1966; Миркин и др., 2004).

В почвенном покрове преобладают черноземы. Наиболее распространенными являются выщелоченные, обыкновенные и южные черноземы. Для черноземов обыкновенных и южных характерно недостаточное увлажнение и поэтому для повышения продуктивности агроэкосистем важное значение придается накоплению и рациональному использованию влаги (Суюндуков, 2001; Середа, 2004).

ГЛАВА 2. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ СТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ И РОЛЬ МЕСТНЫХ РЕСУРСОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ

Рассматривается сущность и особенности агроэкосистем, одним из главных составляющих которых является почва. Особое внимание уделено

характеристике АгрЭС степного Зауралья РБ. Отмечается, что в целом современное состояние сельского хозяйства Зауралья РБ определяется антропогенной деградацией, которая является результатом интенсивной хозяйственной деятельности, сплошной распашки земель, повышенной пастбищной нагрузки и т.п.

В главе большое место отведено характеристике адаптивно-ландшафтной системы земледелия как наиболее перспективной, основанной на принципах экологии и фитомелиорации, включающей единство растений и почвенного плодородия, дифференцированное возделывание культур в соответствии с их экологическими особенностями с использованием агроприемов, максимально адаптированных к естественному ходу почвообразовательных процессов и функционированию экосистем (Жученко, 1994; Каштанов и др., 1996, 2001; Бахтизин, Исмагилов, 1997; Лыков, 1996; Кирюшин и др., 2002; Хабилов и др., 1999; Кираев и др., 2004; Калашников, 2006; Суюндуков и др., 2007; Мукатанов, Чанышев, 2007).

Многочисленными исследованиями доказано, что природные цеолиты являются экологически безопасными и использование их представляет важное значение в повышении устойчивости АгрЭС. Отмечено, что широкие возможности использования цеолитов в экологизации земледелия обусловлены с их уникальными сорбционными, ионообменными, молекулярно-ситовыми и каталитическими свойствами, а также наличием многих макро-микроэлементов, которые способствуют улучшению агрофизических и агрохимических свойств почвы, повышению ассимиляционной деятельности и продуктивности культурных растений (Быков, 1967; Жданов, Егорова, 1968; Сендеров, Хитаров, 1970; Природные сорбенты..., 1974; Природные цеолиты, 1983; Barrer, 1982; Хромов и др., 1984; Байраков и др., 1984; Челишев и др., 1987; Сафронов, 1987; Jacobs van Santen, 1989; Дребущак, 1993; Крутилина, 1997; Просяникова, Анохин, 1998; Шадрин, 1998; Мовсумзаде и др., 2000; Дворянкин, 2002; Абашеева и др., 2002).

Широкое применение находят природные цеолиты в растениеводстве, как в полевом, так и в защищенном грунте (Степанова и др., 1992; Нагорнова и др.,

1992; Хмелинин и др., 1999; Ишкаев, Николаева, 2003) для повышения плодородия почв и продуктивности растений (Горбунов, Бобровицкий, 1973; Искендеров, 1979; Михайлов, Шитовкин, 1981; Болтухин и др., 1988; Беляев, 1996; Лобода и др., 1998; Корсунов, 2002; Бекузарова и др., 2003; Макаренко, 2003; Дзанагов и др., 2006; Коновалов, Дебелова, 2006; Хадикова и др., 2006).

Перспективным направлением использования цеолитов является создание органоминеральных удобрений на основе цеолита с различными органическими удобрениями (Михайлов и др., 1981). Кроме того, благодаря сорбционным, ионообменным свойствам, способствующим инактивизации загрязнителей, цеолиты успешно используются также в области охраны окружающей среды от загрязнения экотоксикантами (Челищев, 1973; Стоянков и др., 1982; Природные цеолиты, 1983; Pond, Mumpton, 1984; Цицишвили и др., 1985; Санжарова, Кузнецов и др., 1998; Графская, Величко, 1998; Убугунов и др., 2002; Бекузарова и др., 2003; Белоусов, 2006; Коновалов, Дебелова, 2006).

Ввиду значительного положительного эффекта и, учитывая наличие больших запасов в регионе, природные цеолиты следует рассматривать как один из важных элементов адаптивного земледелия степного Зауралья РБ и резерв повышения продуктивности агрофитоценозов.

ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2005 – 2008 гг. в стационарном микроделяночном полевом опыте на территории Сибайского института (филиала) БашГУ и лаборатории экологии и рационального использования природных ресурсов Сибайского филиала Академии наук РБ. Объектами исследований являлись цеолиты Тузбекского месторождения и культурные растения: озимая рожь (*Secale cereale* L.), яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), вика яровая (*Vicia sativa* L.), овес посевной (*Avena sativa* L.), ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.).

Цеолиты Тузбекского месторождения имеют довольно сложный химический состав, в котором помимо соединений кремния и алюминия содержатся оксиды кальция, железа, натрия, магния, титана, водорода, калия и

фосфора. По минеральному составу в нем преобладает ломонтит, кроме этого присутствуют высококремнистый морденит, эрионит, стильбит. Ионообменная емкость составляет не менее 0,7 мг.-экв/г; массовая доля влаги – не более 10 %, плотность – 2,2 г/м³.

Исследования проведены на черноземе обыкновенным тяжелосуглинистого механического состава, с мощностью гумусового горизонта 40 – 45 см, содержанием гумуса 4 – 6%, сумма поглощенных оснований 35 – 50 мг. экв. на 100 г почвы, рН среды близка к нейтральной.

Схема опыта: контроль (без цеолита, **К**); солома ячменя 4 т/га (**С**); навоз в дозе 30 т/га (**Н₃₀**); цеолит в дозе 15 т/га (**Ц₁₅**); цеолит в дозе 20 т/га (**Ц₂₀**); цеолит в дозе 25 т/га (**Ц₂₅**); цеолит в дозе 30 т/га (**Ц₃₀**); цеолит в дозе 10 т/га + навоз в дозе 10 т/га (**Ц₁₀+Н₁₀**); донник (сидерат) (**Д**); цеолит в дозе 10 т/га + донник (сидерат) (**Ц₁₀+Д**). Повторность трехкратная, размещение вариантов систематическое со смещением в повторениях. Площадь делянок 1м².

Опыты заложены в звеньях севооборота при следующем чередовании: пар – озимая рожь – яровая пшеница – викоовсяная смесь; пар – викоовсяная смесь – яровая пшеница – ячмень; пар – яровая пшеница.

Проводились следующие наблюдения, анализы и учеты. Динамика линейного роста растений определялась путем измерения длины главного побега растений периодически через каждые 15 дней; накопление надземной фитомассы - путем скашивания с учетных площадок растений на уровне поверхности земли, досушиванием их в тени до постоянного веса и взвешиванием; подземная фитомасса растений в слое 0-30 см - путем выкапывания, отмывания корневой системы с последующей сушкой в тени и досушиванием проб до постоянного веса. Площадь листовой поверхности растений - по А.А.Ничипоровичу (1982); продуктивность фотосинтеза с использованием методики А.Н. Бегишева (1953); рассчитывали элементы продуктивности путем подсчета и продуктивность взвешиванием хозяйственно ценной части растений с учетных площадок. Содержание гумуса определяли по И.В.Тюрину в модификации ЦИНАО, влажность почвы и коэффициент водопотребления по общепринятой методике. Полученный экспериментальный

материал подвергнут статистической обработке методом дисперсионного и корреляционного анализов (Доспехов, 1985).

В 2008 году изучали влияние цеолита на этапы органогенеза яровой пшеницы в вариантах с внесением различных доз цеолита. При этом проводились наблюдения за органообразовательным процессом на I-VII стадиях органогенеза пшеницы с измерением и зарисовкой конусов нарастания пшеницы (Куперман, 1955).

Агрометеорологические условия в годы проведения опытов отражали многолетние показатели степного Зауралья РБ.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТА И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ ФИТОМАССЫ КУЛЬТУРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ И СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ПОЧВЕ

Динамика линейного роста растений. Показано, что цеолиты и органические удобрения оказали существенное влияние на биометрические параметры сельскохозяйственных культур. В частности их внесение способствовало значительному усилению темпов роста по сравнению с контрольным вариантом, что отразилось в динамике линейного роста растений. У растений яровой пшеницы, размещенной по чистому пару, высота главного побега по вариантам опыта значительно различается (рис.1). В начальные фазы развития различия в линейном росте растений недостоверны. Существенные различия отмечаются в период трубкование – созревание. На варианте внесения цеолита с навозом высота растений была максимальной. Такая же тенденция изменения линейного роста растений наблюдается у озимой ржи и яровой пшеницы, размещенной по викоовсяной смеси и по ржи. Усиление ростовых процессов под влиянием цеолитов связано с содержанием в их составе различных микро- и макроэлементов (Цицишвили и др., 1985; Дорошкевич др., 2002). При совместном внесении с органическими удобрениями цеолиты способствуют повышению их эффективности, что обусловлено адсорбционными и ионообменными свойствами цеолитов.

В отличие от отмеченных культур, у растений ячменя зависимость темпов роста от цеолита и удобрений не проявляется. По реакции на цеолиты и удобрения викоовсяная смесь занимает промежуточное положение.

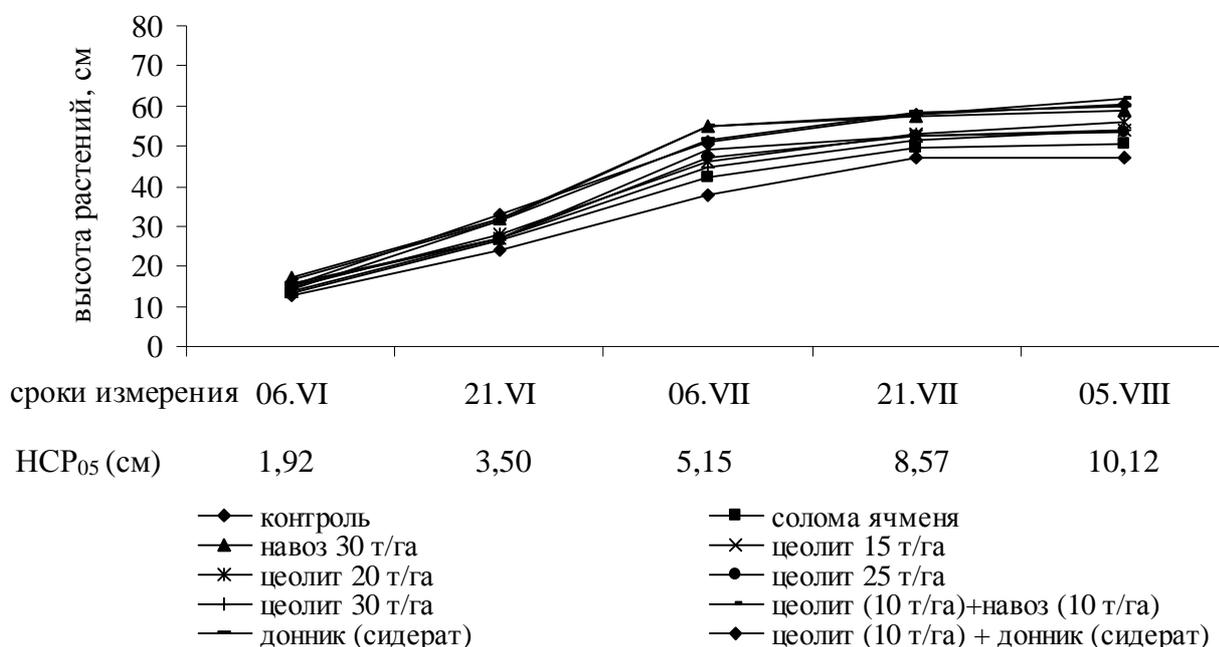


Рис. 1. Влияние цеолита и органических удобрений на динамику линейного роста яровой пшеницы размещенной по пару

Динамика формирования надземной и подземной фитомассы. В накоплении надземной и подземной фитомассы отмечена следующая закономерность (рис. 2).

Из рисунка видно, что у яровой пшеницы и озимой ржи в год внесения цеолита увеличение его дозы от 15 до 25 т/га привело к закономерному повышению надземной и подземной фитомассы, дальнейшее увеличение дозы цеолита до 30 т/га привело к некоторому их уменьшению по сравнению с дозой 25 т/га. Эффект снижения объясняется снижением подвижности элементов питания в год внесения высоких доз цеолита. Наибольшие значения фитомассы у яровой пшеницы отмечены в варианте внесения цеолита с навозом, у озимой ржи – навоза в дозе 30 т/га.

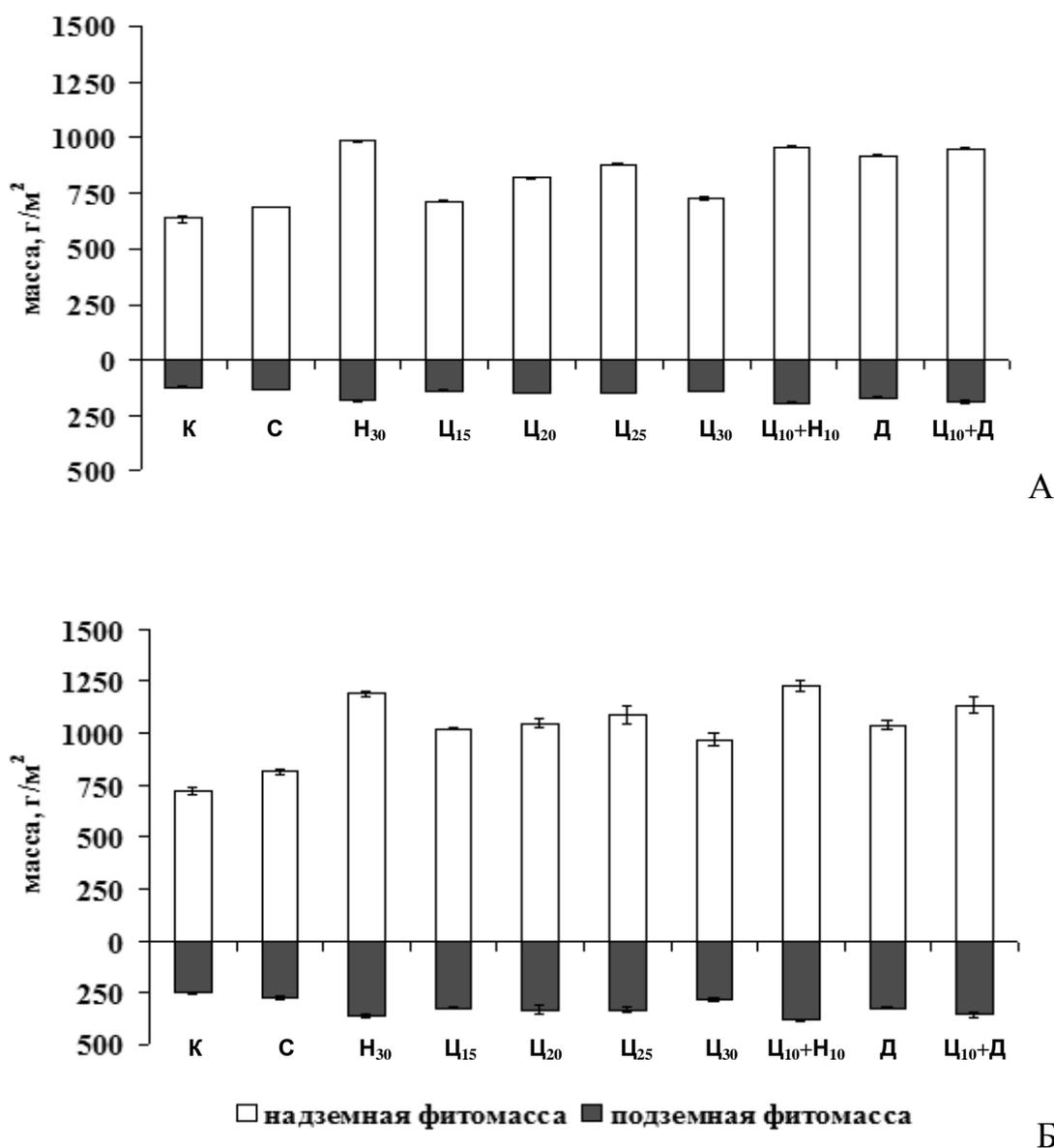


Рис. 2. Влияние цеолита и органических удобрений на накопление надземной и подземной фитомассы: А – яровой пшеницы, Б – озимой ржи

У ячменя и викоовсяной смеси при внесении цеолита и органических удобрений также отмечается существенное увеличение фитомассы (рис. 3). При этом увеличение дозы цеолита привело к закономерному росту массы надземной и подземной фитомассы и при самой высокой дозе цеолита. У этих культур максимальное количество фитомассы отмечено на варианте совместного внесения цеолита с навозом.

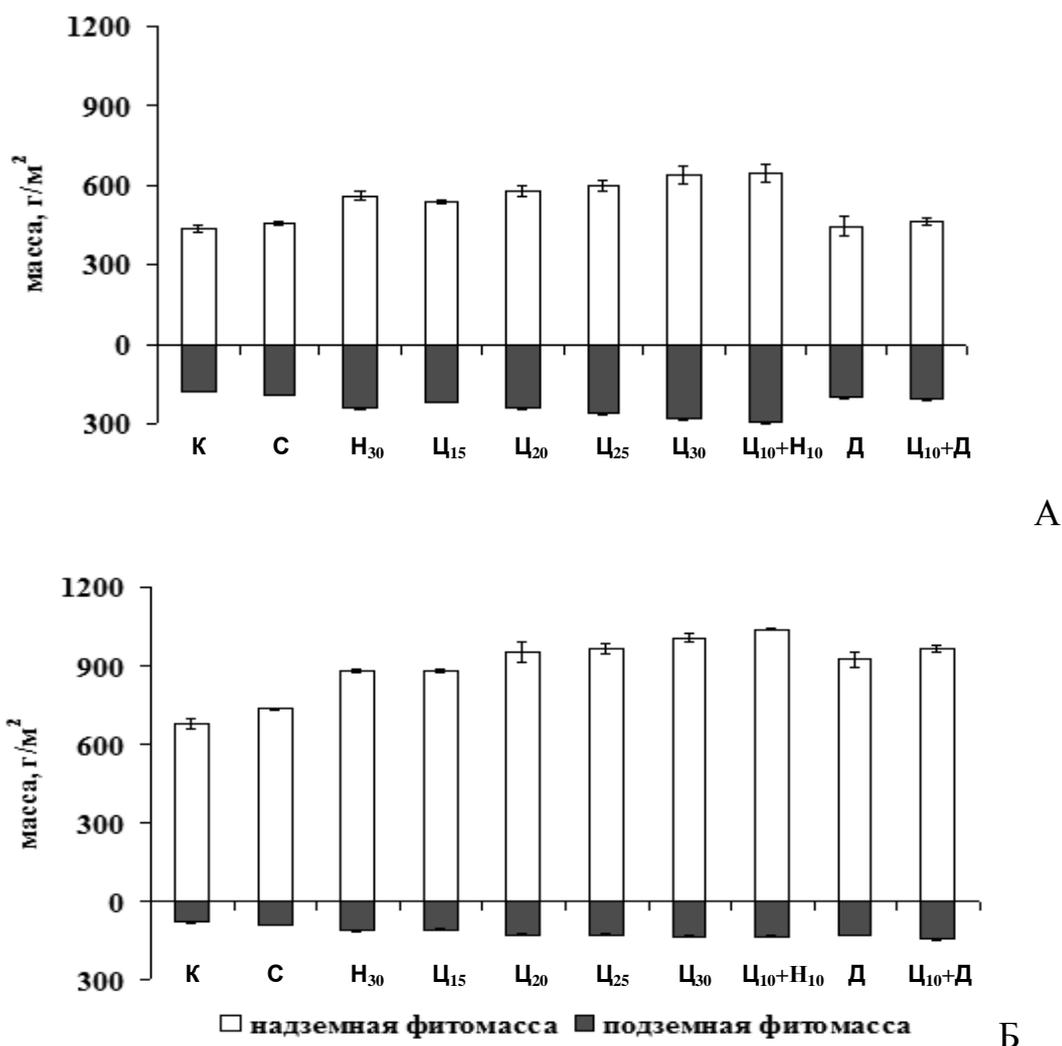


Рис. 3. Влияние цеолита и органических удобрений на накопление надземной и подземной фитомассы: А – викоовсяной смеси, Б – ячменя

Увеличение надземной и подземной фитомассы растений под влиянием цеолита, органических удобрений и при их совместном внесении объясняется оптимизацией питательного режима почвы.

Содержание гумуса. Основным источником гумуса в агрофитоценозе является подземная фитомасса возделываемых растений.

Показано, что увеличение подземной фитомассы способствовало повышению количества органического вещества в почве, благодаря чему наблюдается увеличение содержания гумуса (рис. 4).

В опытных вариантах под озимой рожью содержание гумуса увеличилось на 0,13 – 1,43 % по сравнению с контролем. На вариантах с внесением органических удобрений (донника, навоза, соломы ячменя) содержание его

увеличилось соответственно на 0,60, 1,43 и 0,40%. Влияние органических удобрений на содержание гумуса связано с обогащением почвы сырьем для формирования гумусовых веществ. Кроме того, их роль заключается в существенном увеличении корневой фитомассы растений, являющихся также источником гумификации. При внесении различных доз цеолита содержание гумуса увеличилось на 0,13 – 0,27 %. На этих вариантах повышение гумуса объясняется увеличением количества подземной фитомассы за счет улучшения питательного режима при внесении цеолитов и их трансформацией в гумусовые вещества.

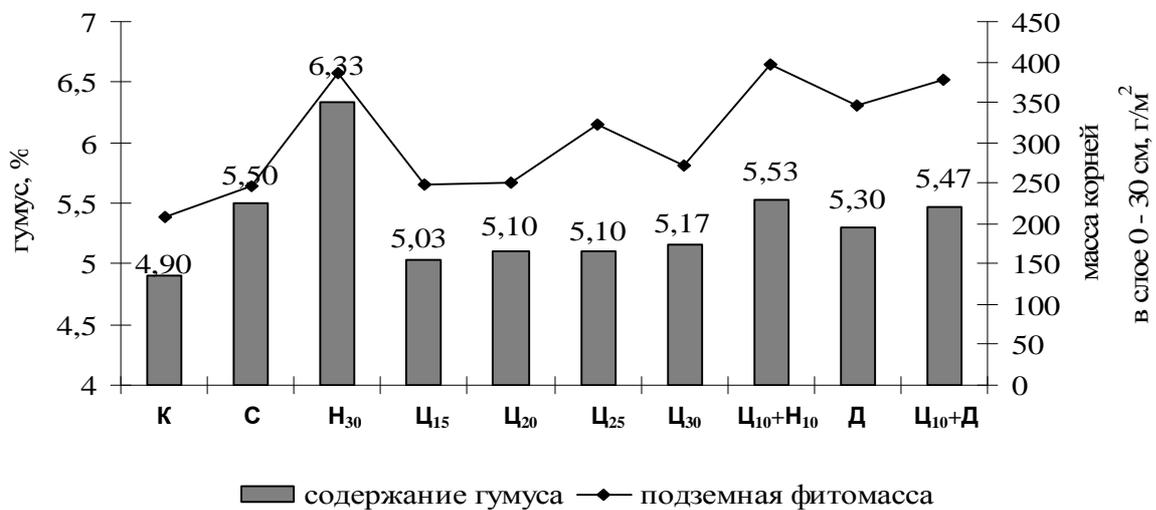


Рис. 4. Влияние цеолита и органических удобрений на накопление подземной фитомассы озимой ржи и содержание гумуса в черноземе обыкновенном ($НСР_{05}=0,20\%$).

Внесение цеолита совместно с навозом привело к увеличению гумуса по сравнению с контролем на 0,63 %, цеолита с донником – на 0,57 %. По всей видимости, это связано, как отмечено в работе В.В. Степанова и В.П. Цыпленкова (1973), с формированием комплексных соединений при взаимодействии органических удобрений с цеолитами, благодаря которому органические соединения становятся устойчивыми к микробиологическому расщеплению и обеспечивают увеличение гумуса. Кроме того, повышение содержания гумуса также связано со значительным увеличением подземной фитомассы озимой ржи. Наибольшее накопление гумуса отмечается в варианте внесения навоза в дозе 30 т/га. Следует отметить, что достоверное увеличение

содержания гумуса отмечается во всех опытных вариантах кроме варианта с внесением цеолита в дозе 15 т/га. Между количеством подземной фитомассы и содержанием гумуса выявлена средняя корреляционная зависимость ($r=0,62$).

ГЛАВА 5. ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

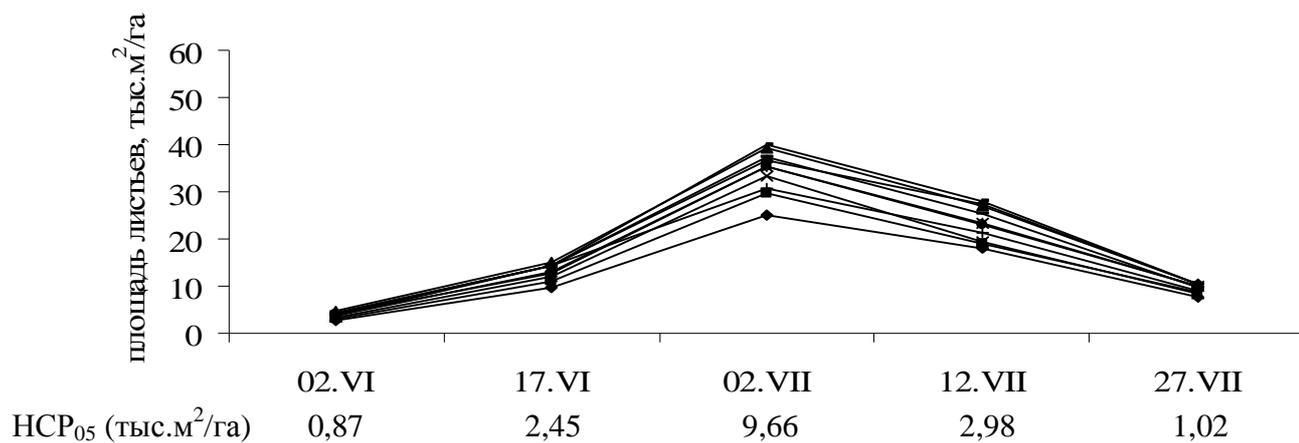
Влияние цеолита и удобрений на фотосинтетическую деятельность растений. Известно, что продуктивность фотосинтеза растений определяется двумя главными показателями – суммарной площадью листьев и интенсивностью фотосинтетических процессов на единицу листовой поверхности. Полученные данные свидетельствуют о существенном усилении фотосинтетической деятельности в агрофитоценозах под влиянием цеолитов и органических удобрений (рис. 5), что связано с улучшением условий питания, как отмечено в работе других исследователей (Бахтизин, Исмагилов, 1991; Кумаков и др., 2004; Серегина и др., 2004).

Из рисунка видно, что под влиянием цеолита и органических удобрений произошло увеличение площади листовой поверхности растений. В течение вегетации максимальное значение ассимиляционной поверхности растений отмечено в период трубкования – колошения. Наиболее высокой она была в варианте внесения цеолита совместно с навозом.

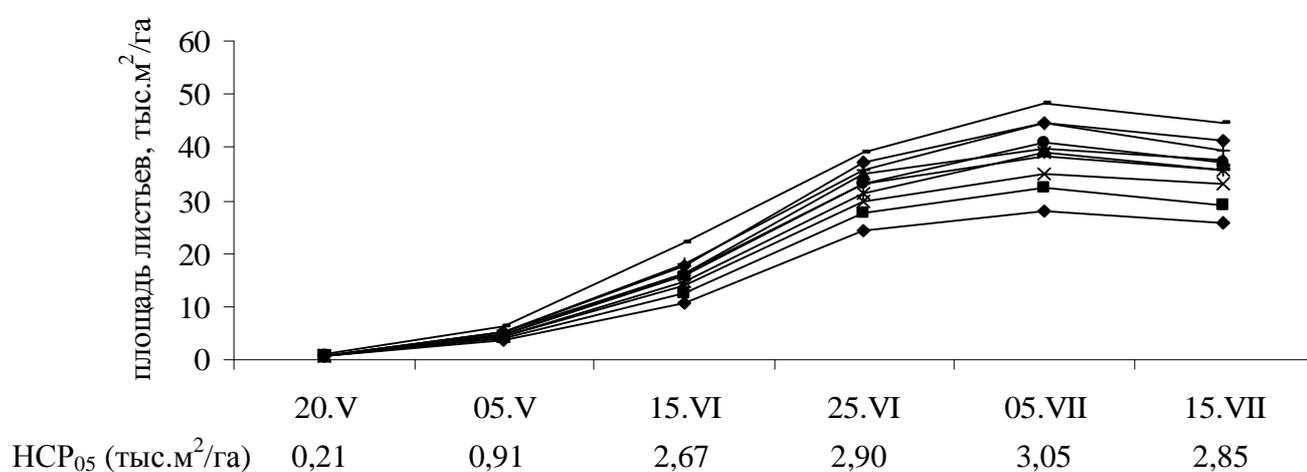
Итоговым показателем фотосинтетической деятельности посевов является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Наибольшее значение ЧПФ отмечено в контроле, в вариантах с удобрениями и цеолитом оно снижается, причем на вариантах совместного внесения цеолитов с органическими удобрениями в большей степени (рис. 6).

В изменении ЧПФ четко выраженной зависимости от органических удобрений и доз внесения цеолита нет.

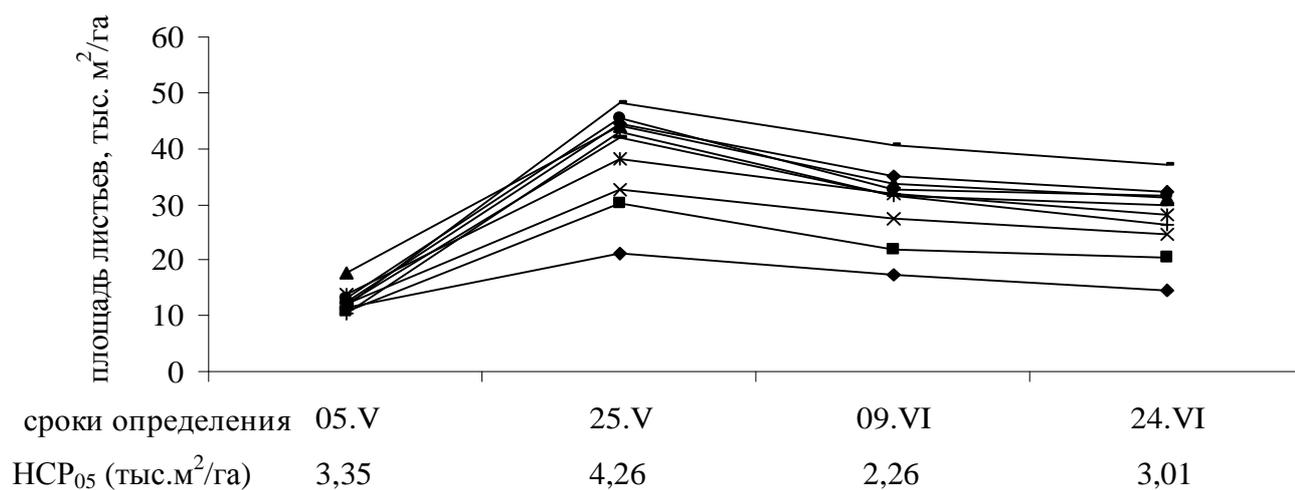
Оптимизация выше рассмотренных показателей объясняется улучшением агрофизических и агрохимических свойств почвы при внесении цеолитов и удобрений (Исламгулова и др., 2008).



А



Б



В

Рис. 5. Влияние цеолита и органических удобрений на динамику формирования листовой поверхности: А – яровой пшеницы, Б – викоовсяной смеси, В – озимой ржи. Условные обозначения: см. рис.1.

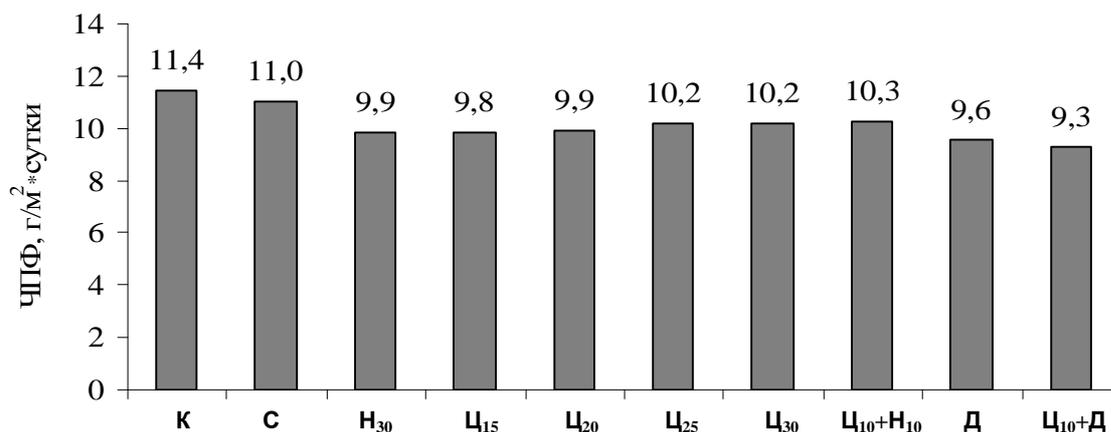


Рис. 6. Изменение показателя ЧПФ ячменя в зависимости от внесения цеолита и органических удобрений.

Применение цеолитов, как в отдельности, так и совместно с органическими удобрениями можно рассматривать как важнейший элемент экологизации адаптивно-ландшафтной системы земледелия степного Зауралья РБ, способствующий усилению фотосинтетической активности растений, приводящей к повышению продуктивности агрофитоценозов.

Влияние цеолитов на особенности органообразовательных процессов.

На примере растений яровой пшеницы показано, что преимущество вариантов с внесением цеолитов проявляется уже на ранних этапах органогенеза. Так, на III этапе органогенеза конус нарастания пшеницы значительно увеличивается в размерах. При этом в опытных вариантах его длина на 0,6–0,8 мм была больше контроля, кроме того, он дифференцирован на сегменты. Формирование конуса нарастания растений на III этапе органогенеза показано на рисунке 7.

Ускорение органообразовательных процессов в I-VII этапах органогенеза на опытных вариантах под влиянием природных цеолитов привело к некоторому ускорению и более раннему наступлению фенологических фаз развития яровой пшеницы (табл. 1.).

Из таблицы видно, что растения пшеницы на опытных вариантах на ранних фазах опережали контроль в развитии на 1-2 дня, к фазе полной спелости – на 2-5 дней. Раннее созревание зерновых культур в условиях степного Зауралья РБ с суровыми осенними условиями представляет большое

практическое значение, так как снижается риск поражения растений осенними заморозками, появляется возможность раньше начинать уборочные работы, а, следовательно, и обработку почвы под последующие культуры и т.п.

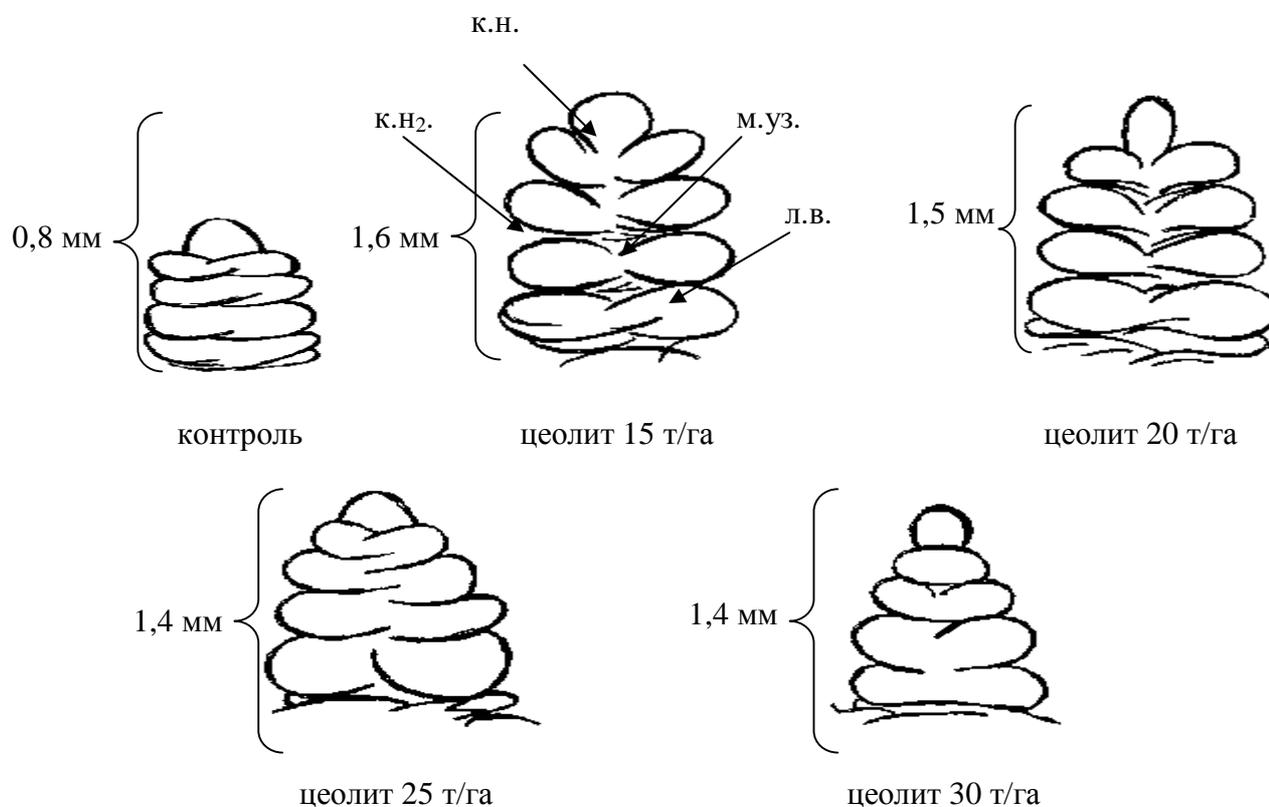


Рис. 7. Конус нарастания растений пшеницы на III этапе органогенеза.

Усл. обозн.: к.н. – конус нарастания, л.в. – зачаточные кроющие листья, м.уз. – междоузлия зачаточного соцветия, к.н.₂ – конус нарастания осей 2-го порядка.

Таблица 1. Даты наступления фаз развития

варианты	всходы	3-й лист	кущение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость	восковая спелость	полная спелость
К	26.05	7.06	19.06	27.06	8.07	15.07	02.08	19.08	27.08
Ц ₁₀	25.05	7.06	18.06	26.06	7.07	14.07	31.07	17.08	24.08
Ц ₁₅	24.05	6.06	17.06	25.06	6.07	13.07	29.07	15.08	22.08
Ц ₂₀	25.05	6.06	17.06	25.06	5.07	12.07	29.07	15.08	22.08
Ц ₂₅	26.05	7.06	18.06	27.06	7.07	14.07	31.07	18.08	25.08

Продуктивность культурных растений и ее структура. В агрофитоценозе важное значение имеет объем формирования биологической продуктивности (урожай) культурными растениями. Основными элементами продуктивности

злаковых культур являются число продуктивных стеблей на единице площади, число зерен в колосе, масса 1000 зерен. Результаты исследований показали, что цеолиты и органические удобрения оказали положительное влияние на показатели продуктивности (табл. 2). Из таблицы видно, что по вариантам опыта у всех злаковых культур наблюдается значительное их увеличение.

Таблица 2. Элементы продуктивности растений

Варианты	Озимая рожь			Яровая пшеница			Ячмень		
	Густота продук. стебл., шт/м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Густота продук. стебл., шт/м ²	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, г	Густота продук. стебл., шт/м ²	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, г
К	430,0	19,63	24,17	321,6	14,00	22,8	306	13,6	31,4
С	460,0	23,33	26,87	337,5	18,12	25,2	337	15,9	32,5
Н ₃₀	496,7	31,37	33,40	352,6	27,12	28,2	356	17,8	34,3
Ц ₁₅	485,0	27,03	30,53	337,9	21,53	27,1	362	19,3	35,8
Ц ₂₀	495,0	29,37	31,73	342,6	23,00	27,5	361	19,1	36,3
Ц ₂₅	506,7	30,70	32,10	347,3	22,87	26,8	358	19,1	36,1
Ц ₃₀	500,0	29,93	32,03	328,5	20,87	26,3	357	19,3	37,2
Ц ₁₀ +Н ₁₀	520,0	32,07	33,93	358,9	27,87	27,9	368	19,8	38,2
Д	493,0	29,8	32,0	365,7	25,47	27,8	370	17,3	35,1
Ц ₁₀ +Д	503,7	30,1	32,8	356,2	26,20	28,7	371	17,8	35,8
НСР ₀₅	24,3	1,18	1,71	7,45	6,3	3,5	11,6	3,58	2,3

Положительное влияние цеолита и удобрений на продукционный процесс в течение вегетационного периода, в конечном счете, проявилось и в величине биологической продуктивности культур (табл. 3). Внесение цеолита и органических удобрений привело к достоверному повышению урожая зерна у озимой ржи на 3,9 - 35,5 ц/га, яровой пшеницы – на 1,2 - 25,2 ц/га, ячменя – на 2,8 - 10,1 ц/га, сена викоовсяной смеси на 2,1 - 35,3 ц/га. При этом с увеличением дозы цеолита наблюдается закономерный рост урожая.

Эффективность цеолитов повысилась при совместном внесении их с органическими удобрениями, что связано с повышением коэффициента использования питательных элементов, уменьшением дефицита азота и калия, созданием положительного баланса фосфора и более благоприятных условий для их потребления.

Корреляционный анализ зависимости урожайности яровой пшеницы от величины фитомассы показал прямую тесную связь. Так, коэффициенты

корреляции (r) зависимости урожая яровой пшеницы от надземной и подземной фитомассы составили соответственно 0,91 и 0,92, от общей фитомассы – 0,93.

Таблица 3. Биологическая продуктивность культурных растений, ц/га

Варианты	Озимая рожь		Викоовсяная смесь (сено)		Яровая пшеница			Ячмень
	2006 г.	2008 г.	2006 г.	2008 г.	по озимой ржи	по вико-овсяной смеси	по чистому пару	
К	20,4	37,8	25,6	43,5	19,4	19,1	19,4	20,3
С	28,9	41,7	35,5	43,6	24,5	22,6	20,6	23,1
Н ₃₀	52,0	49,2	53,3	55,7	33,6	26,1	32,2	25,4
Ц ₁₅	40,0	44,6	43,3	53,4	35,9	25,7	23,5	25,8
Ц ₂₀	46,1	45,7	48,1	57,5	38,0	28,0	25,4	26,3
Ц ₂₅	49,9	47,4	47,8	59,4	39,5	29,8	26,2	29,5
Ц ₃₀	47,9	43,9	51,9	63,7	36,4	28,7	22,5	29,6
Ц ₁₀ +Н ₁₀	56,5	49,6	60,9	64,5	44,6	33,5	33,5	30,4
Д	46,6	47,6	Не опр.	45,5	36,1	29,0	31,1	28,4
Ц ₁₀ +Д	49,6	50,7	Не опр.	46,0	40,7	32,1	33,2	28,6
НСР ₀₅	4,0	3,3	5,2	6,9	3,0	2,6	3,6	2,8

Водопотребление яровой пшеницы. Исследование влияния цеолитов на влажность почвы выявило, что внесение их оказало положительное влияние на водоудерживающую способность чернозема обыкновенного (табл.4).

Таблица 4. Влияние цеолита и органических удобрений на запасы влаги в черноземе обыкновенном и водопотребление яровой пшеницы

Варианты	К	С	Н ₃₀	Ц ₁₅	Ц ₂₀	Ц ₂₅	Ц ₃₀	Ц ₁₀ +Н ₁₀	Д	Ц ₁₀ +Д
W ₀	175,8	225,0	261,6	262,4	263,6	262,5	250,6	276,2	258,1	262,7
W _к	96,97	93,88	93,69	101,9	101,0	99,3	100,1	100,7	103,1	101,1
∑В, мм	240,1	291,4	328,1	320,7	322,8	323,4	310,7	334,6	315,2	321,8
K _в , мм/ц	12,38	11,91	9,75	8,94	8,50	8,20	8,50	7,50	8,70	7,90

Как видно из таблицы, цеолиты и удобрения способствовали значительному повышению весенних запасов влаги (W₀). За вегетационный период пшеницы выпало 160,2 мм атмосферных осадков. В осенний (W_к) период запасы влаги в почве по вариантам опыта почти выравниваются. При этом суммарное водопотребление (∑В) в опытных вариантах увеличивается, что связано с повышением биологической продуктивности культуры. В то же время в расчете на единицу продукции в опытных вариантах расход воды значительно ниже, что отражается в величине коэффициента водопотребления

(K_B): с увеличением урожая он снижается. Минимальное значение K_B отмечено в варианте внесения цеолита с навозом. Таким образом, внесение цеолитов и органических удобрений способствовало сохранению и экономному расходованию почвенной влаги. Улучшение водных свойств почвы при внесении мелиорантов объясняется их сорбционными свойствами, а также улучшением структурного состояния почвы.

ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

При внесении разных доз цеолита максимальный чистый доход в обоих звеньях севооборота отмечен в варианте с внесением цеолита в дозе 25 т/га (в 1-м и 2-м звеньях севооборота). Внесение донника привело к устойчивому росту прибыли, затраты от внесения соломы ячменя полностью окупались доходами от реализации продукции. Вариант внесения навоза в дозе 30 т/га был наиболее расходным (затраты превышали доходы на 12359,5 и 4914,75 руб. соответственно в 1-м и 2-м звеньях севооборота). Максимальный чистый доход отмечен в варианте с внесением цеолита (10 т/га) совместно с навозом (10 т/га): 31863,5 и 37172,5 руб. соответственно в 1-м и 2-м звеньях севооборота. Во втором звене севооборота величина прибыли была выше показателей первого севооборота, что обусловлено возделыванием культурных растений с более высокой реализационной стоимостью продукции.

Таким образом, как внесение цеолита в чистом виде, так и в смеси с органическими удобрениями является экономически рентабельным. Наиболее экономически выгодным вариантом является внесение цеолита совместно с навозом в равных дозах (по 10 т/га).

ВЫВОДЫ

1. Цеолиты способствовали существенному повышению темпов роста, увеличению надземной и подземной фитомассы культурных растений. Наибольший эффект, который имеет длительное положительное последствие, отмечен в варианте внесения цеолита совместно с навозом. Цеолиты и органические удобрения привели к повышению содержания гумуса в почве,

которое достигало под озимой рожью при внесении цеолита до 0,27, при совместном внесении цеолита с навозом 0,63%.

2. Цеолиты, органические удобрения и их совместное внесение способствовали оптимизации фотосинтетической деятельности, водопотребления растений, элементов продуктивности зерновых культур. В итоге их биологическая продуктивность увеличилась на 1,2-36,1 ц/га, продуктивность (сено) викоовсяной смеси – на 17,7-30,2 ц/га.

4. Внесение цеолита оказало положительное влияние на органообразовательные процессы яровой пшеницы, что нашло отражение в ускорении развития и созревания растений.

5. Внесение природного цеолита является экономически рентабельным. Экологическая и экономическая эффективность цеолитов повышается при внесении их совместно с органическими удобрениями. Это позволяет рассматривать природные цеолиты в качестве одного из важных элементов адаптивного земледелия степного Зауралья РБ и резерва повышения продуктивности агрофитоценозов.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Мухаметдинова Г.А., Суюндукова М.Б., Исламгулова Г.Е. Природные цеолиты в земледелии Зауралья Башкортостана // Материалы Всероссийской науч.-практ. конференции. Уфа – Москва, 2005. С. 91–92.
2. Мухаметдинова Г.А., Исламгулова Г.Е., Суюндукова М.Б. Роль природных цеолитов в степном земледелии Башкирского Зауралья // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. Материалы X Всероссийской науч.-практ. конференции. Пенза, 2006. С. 155 - 156.
3. Суюндукова М.Б., Мухаметдинова Г.А., Исламгулова Г.Е. Природные цеолиты как элемент ресурсосбережения при экологически ориентированном земледелии в Зауралье Башкортостана // Башкирский экологический вестник. 2006. №2. С. 49 - 51.
4. Суюндукова М.Б., Мухаметдинова Г.А., Суюндуков Я.Т. Агроэкологические аспекты использования посевов однолетних трав в степном Зауралье Республики Башкортостан // Башкирский экологический вестник. 2007. №2. С. 40-42.
- 5. Мухаметдинова Г.А., Суюндукова М.Б. Влияние внесения различных доз природного цеолита на структурно-агрегатный состав чернозема обыкновенного // Вестник Оренбургского государственного университета. Проблемы Южного Урала. Часть 2. Специальный выпуск (75). Октябрь, 2007. С. 231–233.**
6. Мухаметдинова Г.А., Суюндукова М.Б., Атанов Т.С. Влияние цеолитов Тузбекского месторождения на урожайность озимой ржи в Зауралье Республики Башкортостан // Актуальные проблемы науки в России. Материалы

Международной науч.-практ. конференции. Вып. IV. Том III. Кузнецк, 2007. С. 24–26.

7. Мухаметдинова Г.А., Суюндукова М.Б., Суюндуков Я.Т. Природные цеолиты и продуктивность озимой ржи // Аграрная наука. 2007. №9. С.17-19.

8. Исламгулова Г.Е., Суюндукова М.Б., Суюндуков Я.Т., Мухаметдинова Г.А. Влияние природных цеолитов на некоторые агрохимические свойства чернозема обыкновенного // Научные доклады региональной конференции «Неделя науки – 2007». В 3-х частях. Ч.1. Уфа, РИЦ БашГУ, 2007. С. 29–32.

9. Мухаметдинова Г.А. Влияние цеолитов Тузбекского месторождения на урожайность яровой пшеницы // Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования. Ч.2. Матер. II Всероссийской науч.-практ. конференции. Нижний Тагил, 2008. С. 73–74.

10. Суюндуков Я.Т., Суюндукова М.Б., Мухаметдинова Г.А. Эффективность природных цеолитов в земледелии степного Зауралья // Агроэкологическая роль плодородия почв и современные агротехнологии. Матер. Междунар. науч.-практ. конференции. Уфа: БГАУ, 2008. С.98–100.

11. Исламгулова Г.Е., Суюндукова М.Б., Суюндуков Я.Т., Мухаметдинова Г.А. Влияние природных цеолитов на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур // Аграрная наука. №7. 2008. С. 21–23.

12. Мухаметдинова Г.А., Исламгулова Г.Е., Суюндукова М.Б. Влияние Тузбекских цеолитов на продуктивность викоовсяной смеси в Башкирском Зауралье // Актуальные проблемы науки в России. Материалы Международной науч.-практ. конф. Вып. V. Т. III. Кузнецк, 2008. С. 47–48.

13. Мухаметдинова Г.А., Суюндукова М.Б., Атанов Т.С. Влияние органических удобрений и цеолита Тузбекского месторождения на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях степного Зауралья Республики Башкортостан // современная экология – наука XXI века. Матер. международ. науч.-практ. конф. Рязань: РГУ, 2008. С. 287 – 289.

14. Мухаметдинова Г.А., Суюндукова М.Б. Роль природных цеолитов в повышении урожайности озимой ржи и яровой пшеницы в Зауралье РБ // Проблемы и перспективы конкурентоспособного воспроизводства в Башкирском Зауралье. Матер. респ. науч.-практ. конф. Ч. III. Уфа, РИЦ БашГУ, 2008. С. 182 – 184.

15. Суюндукова М.Б., Мухаметдинова Г.А., Атанов Т.С. Эффективность природных цеолитов в земледелии степного Зауралья // Проблемы и перспективы конкурентоспособного воспроизводства в Башкирском Зауралье. Матер. респ. науч.-практ. конф. Ч. III. Уфа, РИЦ БашГУ, 2008. С. 131–133.

16. Исламгулова Г.Е., Суюндукова М.Б., Мухаметдинова Г.А. Влияние цеолитов на некоторые агрохимические свойства чернозема обыкновенного и продуктивность сельскохозяйственных культур // Проблемы и перспективы конкурентоспособного воспроизводства в Башкирском Зауралье. Матер. респ. науч.-практ. конф. Ч. III. Уфа, РИЦ БашГУ, 2008. С. 101 – 103.

17. Мухаметдинова Г.А., Исламгулова Г.Е., Суюндукова М.Б. Эффективность цеолита в качестве удобрения на черноземе обыкновенном в Зауралье // Башкирский экологический вестник. 2008. №1 (19). С. 11-14.

Мухаметдинова Гульшат Авхадиевна

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ В
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ
СТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ БАШКОРТОСТАНА**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

*Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 021319 от 05.01.99 г.*

Подписано в печать 08.04.2009 г.
Формат 60x84/16. Уч.-изд. л. 1,6. Усл. печ. л. 1,4.
Тираж 120 экз. Заказ №

*Редакционно-издательский центр
Башкирского государственного университета
450074, РБ, г. Уфа, ул. Фрунзе, 32.
Отпечатано на множительном участке РИЦ
Сибайского института (филиала) БашГУ
453833, РБ, г. Сибай, ул. Маяковского, 5. Тел. 3-53-26.*