

УДК 631.836

Д.С. Корецкий, А.Ю. Игнатова

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕОЛИТА ПЕГАССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА РОСТ РАСТЕНИЙ

Цеолиты (в переводе с греческого «кипящие» или «вспыхивающие» камни) известны более 200 лет. Эти природные минералы пористой структуры обладают уникальным комплексом качеств, полезных для человека, животных и растений, таких как большая поглотительная способность, адсорбционные, ионообменные свойства, пролонгирующий эффект, сыпучесть, гигроскопичность, высокая биологическая активность, термическая, химическая, механическая устойчивость и др.

Цеолиты – минералы из группы водных алюмосиликатов щелочных и щелочноземельных элементов с тетраэдрическим структурным каркасом, включающим полости (пустоты), занятые катионами и молекулами воды. Цеолиты поглощают и выделяют не только воду, но и другие молекулы без изменения кристаллической структуры. Поглощение цеолитами, в отличие от координационного связывания в кристаллогидратах, связано с явлением адсорбции.

Первые испытания свойств природных цеолитов в России проводились в 1913 году с целью умягчения водопроводной воды и воды из артезианских скважин. В 70-х годах прошлого века на территории России были открыты новые месторождения цеолитов, проводились поисковые, разведочные и оценочные работы, организованы опытные, полупромышленные и крупнотоннажные производства цеолитов, развернута широкая научно-исследовательская работа. К середине 90-х годов стало возможным подвести определенные итоги научно-исследовательских и научно-практических работ, в т.ч. по санитарно-гигиеническим аспектам.

Уникальные свойства цеолитов определяют сферы их применения: это животноводство и растениеводство, очистка сточных вод, медицина, детоксикация загрязненных почв и нейтрализация радиоактивного заражения, подготовка и уход за спортивными газонами и площадками и т. д.

В многочисленных исследованиях установлена эффективность совместного внесения в почву цеолита и значительно сниженных норм минеральных и органических удобрений. Так, при использовании цеолита в дозе 3 т/га можно снизить нормы внесения навоза крупного рогатого скота до 10 т/га. Внесение клиноптиолита в почву из расчета 0,5-2 т/га приводит к повышению урожайности моркови на 63 %, баклажанов – на 55 %, пшеницы – на 15 %, яблок – на 28%, кукурузы – на 10 %, риса – на 35 % [1].

Многие результаты исследований с цеолитами внедрены в животноводстве. Цеолиты используют

при производстве комбикормов и концентратов, скармливаются скоту и птице как добавка к корму [2].

Цеолиты являются сырьем для производства субстратов, используемых в растениеводстве. Так, в Болгарии выпускается минеральный цеолитовый субстрат «Балканин» нескольких модификаций, в которых изменяется содержание азота и фосфора (Б-1/0,5, Б-1/1, Б-1/2) [6].

В настоящее время не доказано какое-либо вредное воздействие цеолитов на здоровье людей [5].

В последние 15 лет в связи с происходившими изменениями в промышленности и сельском хозяйстве интерес к этой проблеме снизился. Работы по изучению цеолитов резко сократились, выполнившиеся ранее научно-практические программы «Цеолиты России», «Цеолиты Сибири», «Цеолиты Кузбасса» приостановлены.

Вместе с тем, повышение качества и увеличение объема отечественной продовольственной и промышленной продукции, снижение ее себестоимости особенно важны в период развития новых экономических отношений и модернизации технологий. Весьма перспективными сырьевыми материалами, в которых сочетаются технологическая целесообразность, высокая экономическая эффективность и экологическая безопасность являются природные цеолиты.

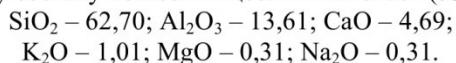
Настоящей публикацией мы пытаемся привлечь внимание исследователей к этой уникальной проблеме, имеющей важное значение для развития экономики нашего региона.

В Кемеровской области находится Пегасское месторождение природных цеолитов, расположено в Крапивинском районе на правом берегу р. Томь, в пределах южного склона Салтымаковского хребта, в бассейнах рек Мутная и Пегас. Сегодня это заброшенный карьер по добыче цеолитов. Администрация Крапивинского района ищет инвесторов с целью разработки Пегасского месторождения природных цеолитов.

Месторождение цеолитов приурочено к вулканогенно-осадочной толще сосновской свиты нижнего триаса. Вулканогенно-осадочная толща мощностью 250-400 м сложена мелкозернистыми алевролитами, туфоалевролитами, витрокластическими базальтовыми туфами, туфопесчаниками, разнозернистыми полимиктовыми песчаниками, аргиллитами, пластами цеолитов, реже конгломератами. Для пород характерна темно-серая, грязно-зеленая и серая окраска. На месторождении выделено 11 пластов и пропластков цеолитов. Це-

олитовые породы образовались в результате метаморфизма алевролитовых, реже пепловых витрокластических туфов, а также туфоалевролитов и туфопесчаников.

Цеолит Пегасского месторождения (пегасин) представлен минералами гейландит-клиноптилолитовой формы, их процентное содержание в породе составляет 64%. По химическому составу пегасский цеолит включает (%):



Как видим, эти цеолиты обогащены преимущественно щелочно-земельными ионами и представлены в основном кальциевой формой. Содержание цеолитов в породах достаточно высокое (45–64%) и позволяет использовать их в качестве минеральных добавок при подготовке органоминеральных удобрений [3].

Цеолит Пегасского месторождения относится к высококремнистым, что определяет его хорошие ионообменные свойства, термическую и химическую устойчивость. Пегасский цеолит показывает повышенную селективность к ионам Ca^{2+} и Mg^{2+} , это ведет к увеличению емкости катионного обмена почв. Отмечено положительное влияние цеолита Пегасского месторождения на свойства дерново-подзолистой почвы, выраженное в повышении степени насыщенности почв основаниями, понижении гидролитической кислотности, а также в нормализации кислотного режима [5].

По мнению специалистов-аграриев, при использовании пегасских цеолитов в тепличном овощеводстве оптимальным субстратом для выращивания растений является искусственная почвомесь, состоящая из эквивалентных количеств торфа и цеолита и размещенная в теплице в виде гряды с толщиной «пахотного» слоя 0,3 м [3,4].

Несмотря на широкие исследования применения цеолитов в растениеводстве, цветоводстве, овощеводстве, мало экспериментов с использованием цеолитов в условиях садовых участков, приусадебных хозяйств.

Целью данной работы явилось изучение цеолитов Пегасского месторождения и оценка эффективности их использования при выращивании сельскохозяйственных культур.

Количественные характеристики, полученные в результате экспериментов, были обработаны статистически.

На первом этапе работы нами изучены микроструктура пегасина и его радиоактивность.

Исследования микроструктуры, проведенные с помощью бинокулярного микроскопа, позволили рассмотреть кристаллы пегасских цеолитов. Хорошо различаются сростки неделимых кристаллов, в структуре пегасина видны своеобразные каналы. Благодаря этим каналам цеолиты обладают способностью выделять и вновь впитывать воду, а также обменивать катионы металлов. Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что

у цеолитов Пегасского месторождения отсутствует ярко выраженная игольчатая структура, и цеолиты можно использовать как добавку в корм животным без нанесения вреда желудочно-кишечному тракту.

Поскольку в состав природных цеолитов могут входить радиоактивные элементы и их изотопы, актуальна проблема радиационной безопасности цеолитов. Нами проведены исследования цеолитов Пегасского месторождения на радиоактивность. Радиоактивность цеолитов определялась дозиметром РОДОН-901. Было установлено, что радиоактивность Пегасских цеолитов составила 18 мкР/ч. Известно, что естественный радиационный фон составляет от 15 до 90 мкР/ч в зависимости от уровня моря, подстилающих пород. Таким образом, показатели радиоактивности цеолитов Пегасского месторождения не превышают естественный радиационный фон местности, и Пегасские цеолиты являются безопасными.

На втором этапе исследований мы изучили возможность и эффективность применения Пегасских цеолитов при выращивании кукурузы и томатов в условиях садового участка.

Кукуруза является теплолюбивым и светолюбивым растением и не успевает вызревать в средней полосе России. В Кемеровской области выращивают кормовые сорта кукурузы, а также зеленую массу. Однако садоводы-мичуринцы проводят эксперименты по выращиванию сладкой кукурузы, используя метод ранней рассады и внесения в почву различных удобрений, в том числе минеральных.

Нами была поставлена задача повысить урожайность кукурузы, достичь ее вызревания, улучшить качество путем внесения в почву цеолитов.

Для эксперимента был взят сорт суперсладкой кукурузы. Рассада выращивалась в домашних условиях. Зерна контрольной группы высадили в обычную почву, а зерна экспериментальной группы – в почву с добавлением цеолитов в соотношении 2:1. Условия выращивания рассады были одинаковыми. Через месяц перед посадкой кукурузы в грунт произвели замеры рассады. Высота рассады экспериментальной группы составила в среднем $46,5 \pm 3,03$ см, а контрольной – $34,4 \pm 2,94$ см. При этом у растений экспериментальной группы наблюдалось по 4 листика, а контрольной – только по 3.

При высадке экспериментальной рассады в каждую лунку добавляли по 0,5 стакана цеолитов, контрольную высаживали без цеолитов. В течение летнего периода производили промежуточные замеры высоты кукурузы. Через 2 месяца после высадки рассады в открытый грунт высота кукурузы экспериментальной группы составила в среднем $114,9 \pm 5,98$ см, а высота кукурузы контрольной группы – $94,0 \pm 4,66$ см. Разница в 21 см является достоверной, статистически значимой

($p<0,001$).

На экспериментальном участке первый урожай был получен в конце августа, на втором, контрольном участке, вызревание урожая отставало. В целом, с первого участка с одного растения было получено 3-5 початков высокого качества, а со второго – по 2-3 початка, не считая мелких и не вызревших. Общий урожай с экспериментального

кг;

– общий вес урожая – 23,6 кг.

Результаты сведены в табл. 2.

Различия экспериментальной и контрольной групп обнаружены на высоком уровне статистической значимости ($p<0,001$).

Учитывая общий вес урожая экспериментальной и контрольной групп, вычислили прирост

Таблица 1. Сравнительная характеристика прироста кукурузы с применением цеолита

Тип культуры	Высота рассады перед высаждкой в грунт, см		Промежуточный замер высоты растений, см		Прирост урожая, %
	с цеолитом	без цеолита	с цеолитом	без цеолита	
	$46,5 \pm 3,03$	$34,4 \pm 2,94$	$114,9 \pm 5,98$	$94,0 \pm 4,66$	
кукуруза					7,7

Таблица 2. Сравнительная характеристика прироста томатов с применением цеолита

Тип культуры	Количество помидоров на кусте, кг			Вес помидоров на одном кусте, кг		
	с цеолитом	без цеолита	прирост, %	с цеолитом	без цеолита	прирост, %
	$44,2 \pm 3,55$	$38,0 \pm 3,06$	14	$3,13 \pm 0,33$	$2,36 \pm 0,22$	25
томаты						

участка составил 52 початка, с контрольного – 31 початок. Таким образом, прирост урожая кукурузы при использовании цеолитов составил 67,7%.

Результаты исследований представлены в табл. 1.

Нами также была поставлена задача повышения урожайности томатов, улучшения их качества внесением в почву цеолитов.

Для эксперимента были взяты сорта томатов: Ракета, Буйян и Белый налив.

Для выращивания рассады использовалась смесь чернозем:компост:песок:зола в соотношении 2:1:1:0,5 для контрольной группы и чернозем:компост:цеолиты: песок:зола в соотношении 2:1:1:1:0,5 для экспериментальной группы. При высадке рассады в открытый грунт на экспериментальную площадку было внесено 10 кг цеолитов.

Цветение томатов на экспериментальной грядке началось на 10 дней раньше, чем на контрольной. Получены следующие данные, характеризующие урожайность томатов на экспериментальной грядке:

- среднее количество помидоров на кусте – $44,2 \pm 3,55$;
- общий вес помидоров с одного куста – $3,13 \pm 0,33$ кг;
- средний вес одного помидора – $0,07 \pm 0,006$ кг;
- общий вес урожая – 31,5 кг.

Для контрольной группы получены следующие результаты:

- среднее количество помидоров на кусте – $38,0 \pm 3,06$;
- общий вес помидоров с одного куста – $2,36 \pm 0,22$ кг;
- средний вес одного помидора – $0,06 \pm 0,004$

урожая, который составил 33,5 %. Прирост урожая в пересчете на внесенные удобрения [7] составил 0,8 кг томатов на 1 кг внесенных цеолитов.

Следует отметить, что погодные условия для проведения эксперимента были крайне неблагоприятными, так как лето было холодное и дождливое. Очевидно, можно ожидать более высокий прирост урожая в условиях жаркого и сухого лета.

Таким образом, проведенные исследования показали, что цеолиты Пегасского месторождения перспективны для использования в качестве добавки в корм животных, так как у них отсутствует игольчатая структура в строении, их радиоактивность не превышает естественный радиационный фон, что делает их безопасными при использовании в животноводстве и растениеводстве.

Внесение цеолитов в почву способствует более раннему созреванию кукурузы и томатов, улучшению их качества, приросту урожая, что является важным в условиях Сибири.

Нами разработаны рекомендации по применению цеолитов Пегасского месторождения в садоводстве.

1. Природный цеолит с размером фракций 0,1-3 мм эффективно использовать в качестве компонента почвенной смеси для выращивания рассады садовых растений в открытом и защищенном грунте. Рекомендуемый состав смеси чернозем:компост:цеолиты:песок:зола в соотношении 2:1:1:1:0,5.

2. При высадке рассады кукурузы в открытый грунт следует в каждую лунку добавлять 0,5 стакана цеолитов. Цеолиты смешивают с компостом в соотношении 1:1.

3. При высадке рассады томатов в открытый грунт или парник внесут 1 кг цеолитов на 1 m^2 грунта. Цеолиты смешивают с компостом в соот-

ношении 1:1.

4. При использовании цеолитов в смеси с компостом подкормка растений не производится, так как запаса питательных веществ достаточно на весь период выращивания культур.

5. Поскольку цеолиты обладают способностью удерживать влагу, важно не переувлажнять садовый участок, сократив поливы в 2 раза по отношению к тем, что используются без внесения цеолитов в открытый грунт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулебакин В.Г. Исследование физико-химических свойств цеолитов и некоторые аспекты их комплексного использования / В.Г. Кулебакин, О.А. Ульянова, Т.И. Бугаева и др. // Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв. Красноярск, 2001. С. 105–109.
2. Макаренко Л.Я. Эффективность использования цеолита Пегасского месторождения в кормлении крупного рогатого скота: Дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.02: Кемерово, 2003. 289 с. РГБ ОД, 71:04-6/108
3. Рекомендации Ростовского НИИ Академии коммунального хозяйства по применению цеолита Пегасского месторождения в цветоводстве.
4. Рязанова О.А. Качество плодоовощной продукции, выращиваемой с применением ресурсосберегающих технологий. Монография / О.А. Рязанова, М.А. Николаева. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 1996. – 226 с.
5. Савченко М.Ф. Цеолиты Сибири и Дальнего Востока: эколого-гигиенические аспекты / Сибирский медицинский журнал, 2009. – № 2. – С. 15-18.
6. Середина В.П. Агроэкологические аспекты использования цеолитов как почвоулучшителей сорбционного типа и источника калия для растений / Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 3. – С. 56-60.
7. Экология. М.: «Первое сентября», 2002. – С. 177.

□ Авторы статьи:

Корецкий Дмитрий Сергеевич – студент гр. ГК-072 КузГТУ Тел. 8-908-955-05-29	Игнатова Алла Юрьевна – канд. биол. наук, до.каф. хим. технологии твердого топлива и экологии, тел. 8-903-071-50-36.
--	--