

УДК 631.81+633.34

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕОЛИТА, В ТОМ ЧИСЛЕ ОБОГАЩЕННОГО АМИНОКИСЛОТАМИ И КАРБАМИДОМ, В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ СОИ

*Н.Г. Захаров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
тел. 8(8422)55-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru*

*А.Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
тел. 8(8422)55-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru*

*Н.А. Хайртдинова, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, тел. 8(8422)55-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru*

*А.В. Карпов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
тел. 8(8422)55-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru*

ФБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, цеолит, аминокислоты, карбамид, соя, урожайность.

В работе представлены результаты испытания в полевых условиях удобрений на основе цеолитов, обогащенных аминокислотами и карбамидом, на опытном поле Ульяновского аграрного университета. Почва опытного поля чернозем выщелоченный средне-суглинистый. Установлено, что обогащенный аминокислотами цеолит способствует значительному усилению работы симбиотического аппарата сои и, следовательно, связывания атмосферного азота. Урожайность сои при этом повышалась на 0,30 т/га. Цеолит, обогащенный карбамидом, в этом отношении уступает предыдущему варианту: прибавка урожайности составила 0,24 т/га.

Введение. Природные цеолиты, нетрадиционный, чрезвычайно перспективный тип нерудных полезных ископаемых, использование которых в промышленности, в том числе в сельском хозяйстве началось еще в 60-е годы прошлого столетия [1]. Цеолиты представляют из себя водные алюмосиликаты кальция, натрия, калия, бария и некоторых других элементов. Кремнекислородные и алюмокислородные тетраэдры цеолитов, обладающие общими ионами кислорода, слагают трехмерную решетку, образующую каркасную структуру – систему тончайших микрополостей, соединенных между собой достаточно широкими каналами. Каналы заполнены катионами щелочных и щелочземельных металлов и молекулами воды, имеющими значительную свободу движения. В связи с этим цеолиты обладают высокой ионообменной спо-

способностью, свойствами адсорбента и донора, возможностью впитывать и отдавать влагу, продлевать действие веществ, с которыми он смешан, отдавать почве и живым организмам необходимые им элементы. Эти же уникальные особенности цеолитов позволяют создавать на их основе новые высокоэффективные и экологически безопасные удобрения нового поколения. Совместные работы Ульяновского государственного аграрного университета под руководством профессора Куликовой А.Х. и научно-производственного комплекса ООО «ИнБиоТех» (Инновационные Биотехнологии) (генеральный директор А.И.Уханов и главный технолог Е.В.Панкратова) позволили впервые создать уникальный продукт на основе модифицированного цеолита, обогащенного аминокислотами. Технология производства позволяет создавать удобрения с заданным составом элементов для отдельных групп культур. Первые испытания органоминерального удобрения на основе цеолита Юшанского месторождения, названного ВитаБент-Агро были проведены на опытном поле Ульяновского государственного аграрного университета в 2019 году. Ниже приводятся результаты исследований удобрения на основе модифицированного цеолита обогащением его аминокислотами и карбамидом. Следует отметить, технология производства удобрения предусматривает предварительную модификацию цеолитов, то есть механическую, термическую и ультразвуковую активацию, с тем, чтобы усилить их полезные свойства.

Условия и методы исследования. Как уже отмечалось, исследования проведены на опытном поле Ульяновского аграрного университета в 2019 году путем закладки мелкоделяночных полевых опытов с использованием в качестве удобрения сои цеолита, обогащенного аминокислотами цеолита, а также обогащено и карбамидом цеолита с дозой по 500 кг/га соответственно.

Схема опыта состояла из 4-х вариантов:

1. Контроль (без внесения удобрений);
2. Внесение в почву цеолита 500 кг/га;
3. Внесение в почву обогащенного аминокислотами цеолита 500 кг/га;
4. Внесение в почву обогащенного карбамидом цеолита 500 кг/га (доза азота 40 кг д.в./га).

Доза цеолита 500 кг/га, как наиболее агрономически и экономически целесообразная, установлена нами в предыдущих исследованиях.

Площадь учетной делянки 60 м², размещение их рендамезированное, повторность опыта четырехкратная.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 4,73 %, P_2O_5 – 265 мг/кг и K_2O – 184 мг/кг, $pH_{ксл}$ – 6,4.

Состав цеолита Юшанского месторождения Ульяновской области: $SiO_{2общ}$ – 56,6 %, $SiO_{2аморф}$ – 26,7 %, CaO – 13,3 %, Mg – 17,3 %, K_2O – 1,25 %, P_2O_5 – 0,23 %, SO_3 – 0,5 %.

Сорт сои УСХИ 6. Выведен в Ульяновской ГСХА методом индивидуального отбора из гибридной популяции (F_2), полученной от скрещивания УСХИ 2 с канадским образцом коллекции ВИРа (к-7126) кандидатом сельскохозяйственных наук доцентом Я.Ф. Дырда. Включен в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 1994 года по Средневолжскому региону РФ. Сохранен в производстве доктором сельскохозяйственных наук профессором А.В. Дозоровым.

Результаты и их обсуждение. Изучение возможности применения высококремнистых пород, в том числе цеолита, в системе удобрения сельскохозяйственных культур, проводится нами, начиная с начала нашего века [2]. Результаты исследований показали их высокую эффективность как кремниевого удобрения. Однако эксперименты по изучению влияния высококремнистых пород на формирование урожайности сои нами не проводились. В связи с этим большой интерес представлял для нас изучение возможности применения цеолита и его модификации при возделывании сои, которая обладает уникальной способностью усваивать атмосферный азот. При этом очень важно создание необходимых условий для формирования симбиотического аппарата для максимального продуктивного функционирования клубеньковых бактерий. Прежде всего, это хорошие условия аэрации и присутствие в почвенном растворе достаточного количества фосфора, калия, микроэлементов. Обязательным условием также является нейтральная и близкая к нейтральной реакция среды: оптимальной для нее является $pH_{ксл}$ в интервале 6,5-7,5 единиц.

Наблюдение за изменениями, которые происходили в почвенной среде при внесении цеолита, показали улучшение ряда показателей, характеризующих плодородие почвы. Так, наблюдали достоверное усиление деятельности почвенных микроорганизмов: если общая биологическая активность, определяемая методом аппликации (льняных полотен), на контроле (без удобрений) составляла 43%, то при внесении в почву 500 кг/га цеолита в чистом виде повысилось на 23% (относительных), обогащенного аминокислотами цеолита в той же дозе на

– 37%. Последнее, несомненно, обусловлено улучшением структурного состояния почвы. Поликремневые кислоты, присутствующие в цеолите, способны связывать почвенные частицы в структурные отдельности и таким образом улучшить условия аэрации почвы [3].

Вследствие повышения биогенности почвы улучшились агрохимические ее показатели. Несмотря на усиленное потребление растениями элементов питания на формирование урожая, при использовании в качестве удобрения цеолита как в чистом виде, так и обогащенного аминокислотами, в течение всей вегетации культуры в пахотном слое почвы поддерживался более благоприятный питательный режим. Заметное преимущество при этом наблюдали на варианте с применением обогащенного аминокислотами цеолита. Так, к концу вегетации сои содержание доступного фосфора в пахотном слое было больше на 22 мг/кг, калия – на 24 мг/кг, цинка – на 0,18 мг/кг (на контроле 0,74 мг/кг), марганца – на 2,8 мг/кг. Появилась достоверная тенденция нейтрализации кислотности: сдвиг кислотности в сторону снижения ее составляла 0,06 единиц. Последнее, несомненно, обязано высокому содержанию в цеолите Юшанского месторождения Ульяновской области кальция и магния (17%).

Происшедшие благоприятные изменения почвенной среды положительно сказались на формировании симбиотического аппарата сои (таблица 1).

Величина симбиотического аппарата достаточно полно характеризуется количеством и массой клубеньков на одном гектаре. Результа-

Таблица 1 – Динамика количества и сырой массы активных клубеньков на корнях сои (в числителе – количество, млн.шт/га; в знаменателе – масса, кг/га)

Вариант	Фазы развития растений		
	Стеблевание – третий настоящий лист	Бутонизация – цветение	Начало налива семян
Контроль	9/53	17/264	38/243
Целит 500 кг/га	10/55	19/552	40/224
Цеолит, обогащенный аминокислотами, 500 кг/га	10/61	20/536	48/446
Цеолит, обогащенный карбамидом, 500 кг/га	10/55	10/564	51/349

ты исследований показали, что формирование активных клубеньков на корнях растений сои начинается с начала фазы третьего листа и достигает максимальных значений по массе в фазе «бутонизация-цветение», где количество активных клубеньков на контроле составляло 17 млн. шт/га с сырой массой 264 кг/га.

При внесении цеолита в чистом виде увеличилось как количество, и очень сильно – масса клубеньков (более 2-х раз). Однако к началу налива семян масса клубеньков в почве данного варианта уменьшилась до контрольных значений. Внесение в почву обогащенного цеолита обеспечило более высокую активность и продолжительность работы клубеньковых бактерий. В этом отношении применение цеолита совместно с мочевиной заметно уступало.

Таким образом, внесение в почву обогащенного аминокислотами цеолита в дозе 500 кг/га способствовало значительному усилению работы симбиотического аппарата сои и, следовательно, связыванию атмосферного азота, улучшению питания растений и повышению урожайности культур.

Таблица 2 – Урожайность сои в зависимости от применения удобрений

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля, ±	
		т/га	%
Контроль	2,07	-	-
Цеолит, 500 кг/га	2,19	+0,12	6
Цеолит, обогащенный аминокислотами, 500 кг/га	2,36	+0,30	14
Цеолит, обогащенный карбамидом, 500 кг/га	2,31	+0,24	12
НСР ₀₅	0,28		

Приведенные в таблице 2 данные убедительно показывают, что обогащенный аминокислотами цеолит способствует формированию более высокой урожайности зерна сои и является эффективным удобрением в технологии ее возделывания.

Библиографический список:

1. Лобода Б.П. Применение цеолитсодержащего минерального сырья в растениеводстве // Агрохимия. 2000. № 6. С.78-91
2. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. Ульяновск, 2013. 176 с.
3. Norton L.D. Mineralogy of high calcium/sulfur-containing coal combustion by-products and their effect on soil surface sealing // Agriculture Utilization of Urban and Industrial By-products Proceed Sump. Sponsored by Division 6 and 5 Zn Cincinnati. Ohio, vol. 12. Nov. 1993. ASSA Special Publication Number 58. 1995. P. 87-106

EFFICIENCY OF ZEOLITE, INCLUDING THOSE ENRICHED WITH AMINO ACIDS AND UREA, IN THE SOY FERTILIZER SYSTEM

Zakharov N.G., Kulikova A.Kh., Khairtdinova N.A., Karpov A.V.

Keywords: *leached Chernozem, zeolite, amino acids, car-bamid, soy, yield.*

The paper presents the results of field testing of fertilizers based on zeolites enriched with amino acids and urea at the experimental field of Ulyanovsk agricultural University. The soil of the experimental field is leached medium-loamy Chernozem. It was found that zeolite enriched with amino acids contributes to a significant increase in the work of the soy symbiotic apparatus and, consequently, the binding of atmospheric nitrogen. At the same time, soybean yield increased by 0.30 t / ha. Zeolite enriched with urea, in this respect, is inferior to the previous version: the increase in yield was 0.24 t / ha.