

Кан В.М., Шахаров Р.Ж., Кусаинова А.А., Ултанбекова Г.Д.
БИОТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
им. У.У. Успанова, 050060, пр. аль-Фараби 75 В, Алматы, Казахстан,
e-mail: kangsoil@mail.ru*

Аннотация. В статье приведены технологии получения биоминеральных удобрений биотехнологическими приемами биоконверсии органических отходов и физико-химических способов их модификации. В лабораторных условиях были поставлены модельные опыты по модифицированию цеолита азотными, фосфорными удобрениями, новыми биоорганическими препаратами и микробиологическими штаммами способными повысить эффективность метаболизма и обменный процесс в растениях.

Ключевые слова: плодородие почв, гумус, цеолит, модифицированный цеолит, макроэлементы и микроэлементы питания, гуминовые и микробные препараты, эффективные микроорганизмы.

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно на предприятиях агропромышленного комплекса образуются миллионы тонн органического сырья (навоз сельскохозяйственных животных, птичий помет, солома, опилки и др.), которые используются в качестве удобрений сельскохозяйственных угодий. Большая доля этого сырья накапливается возле животноводческих и птицеводческих предприятий, что приводит к ухудшению его качественного состава и серьезному обострению проблемы окружающей среды. Эти отходы при определенной биотехнологической и химической переработке могут стать эффективными биоорганическим и биоминеральным удобрением.

Уникальность биоорганического удобрения с модифицированными минеральными элементами питания (макро-, микроэлементы) связана с современными тенденциями развития органического биологического земледелия в странах ЕС и США с приоритетностью экологической составляющей в агротехнологиях. Она также соответствует приоритетам научно-технической политики и стратегии развития АПК РК.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований и модельных опытов являлись, модифици-

рованные цеолиты (ЦМ) полученные по запатентованной физико-химической технологии и биотехнологии Казахского НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, органического сырья, биогумус - количество и качество [1,2]. Исследовались механизмы модифицирования – донасыщение цеолита эффективными микроорганизмами (ЭМ) Российского производства, гуминовыми удобрениями ГумиК (Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова), стимуляторами (разработки Института химии им. А. Бектурова), фитогармонами (Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина МОН РК).

Использованы приемы проведения экспериментов: физическое, химическое, микробиологическое моделирование на минеральных модифицированных цеолитных и почвенных колоннах [1-3].

Численность аммонификаторов в микробных препаратах учитывалась методом посева почвенной суспензии на твердую питательную среду МПА, КАА, Чапека; азотфиксаторы методом прорастания комочков на среде Эшби [3].

Целлюлозоразлагающая и протеазная активность аппликационным методом [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Физико-химическое и микробиологическое моделирование

В лабораторных условиях были поставлены модельные опыты по модифицированию цеолита азотными, фосфорными удобрениями, биоорганическими элементами, новыми препаратами и микробиологическими штаммами.

Идея модельных опытов – экспериментальный поиск матрицы для макро-, микроэлементов, биостимуляторов роста сельскохозяйственных растений, эффективных культур штаммов микроорганизмов, способных повысить эффективность метаболизма и обменных процессов в растениях, органно-минерального питания в почве.

Задачи – определение количества и качества, эффективности минеральной, органической и микробной составляющей биоматрицы на основе модифицированного цеолита:

- определение возможности и пределов закрепления элементов питания и культур микроорганизмов на цеолите методом физического моделирования.

Материалы, и компоненты модельного испытания.

1. Цеолит чистый (ЦЧ), цеолит модифицированный (ЦМ);
2. Удобрения – аммиачная селитра, нитроаммофосфат (НАФТ), карбамид, микроэлементы (Mn, Mo, Se);
3. Биостимулятор ГумиК;
4. ЦМ+ Синтетический стимулятор Каз-4;
5. ЦМ+ Фитогармон ГМ;
6. ЦМ+Эффективные Микроорганизмы (ЭМ) препарата РФ.

Физико-химическое моделирование

Исходные образцы чистого и модифицированного цеолита содержат соответственно 43,4 - 44,8 мг/кг и 3206-3520 мг/кг азота. Приведенные данные (таблица 1) показывают, что содержание легкогидролизуемого азота при модифицировании резко возрастает в 10 раз. Для разделения сорбированных и адсорбированных форм азота продукты модифицирования были подвергнуты 4-х кратной промывке дистиллированной водой. При этом в модифицированном цеолите остается только адсорбированная форма 1708-1624 мг подвижного азота. Его количество в чистом цеолите – 35,0-40,6 мг/кг азота, адсорбируется из воздуха.

Таблица 1 – Содержание легкогидролизуемого азота в модельных опытах с биологическими препаратами и удобрениями в 2012-2013 гг.

Варианты опыта, повторность	N, мг /кг
Ц исх.	43,4/44,8
МЦ исх	3206,0/3220,0
Цч контроль (1а/б)	40,6/35,0
Ц+Гуми К (2а/б)	64/56
Ц+ЭМ «Байкал» (3а/б)	72,8/64,4
Ц+Биогумус (4а/б)	70,0/126
Ц+Гуми К+ЭМ (5а/б)	128,8/128,8
ЦМ контроль (6а/б)	1624/1708
ЦМ+Гуми К (7а/б)	1568,0/1680
ЦМ+ЭМ «Байкал» (8а/б)	1866,6/1736,0
ЦМ+Биогумус (9а/б)	1372,0/1176,0
Ц+Гуми К+Байкал (10а/б)	1596,0/1439,2

При промывке вымывается только свободно сорбированная часть азота, а при его дальнейшем модифицировании (2-4 биотехнологический передел) свободная емкость ЦМ замещается биологическими соединениями и эффективными культурами-штаммами микроорганизмов из препарата ГумиК, Каз-4, фитогармоном ГМ, ЭМ. Анализами определены пределы содержания подвижного азота, в модифицированном цеолите, больше половины азота остаётся в жестко поглощённом адсорбированном состоянии.

Количество азота увеличивается в 2-3 раза на вариантах чистого цеолита (ЦЧ) + ЭМ «Байкал», биогумус и ГумиК + ЭМ «Байкал» в пределах 70,0-128,8 мг/кг;

а их максимум приходится на модифицированный цеолит (ЦМ)+ЭМ «Байкал» и ГумиК+ЭМ «Байкал» - 1866,6 мг/кг и 1596,0 мг/кг соответственно.

Как видно из данных, наиболее эффективным является вариант модифицирования цеолита (ЦМ) азотом удобрений + ЭМ препарата «Байкал» + ГумиК, а также сам модифицированный цеолит (рисунок 1).

Таким образом, при применении цеолита, модифицированного в производственных условиях, оптимизируется режим минерального питания сельскохозяйственных растений, что наиболее целесообразно, т.к. он сорбирует наибольшее количество азота, биоорганику и ЭМ препаратов.



Рисунок 1- Модифицированный цеолит азотом селитры, карбамидом с биорганикой и комбинацией препаратов ГумиК + ЭМ «Байкал»

Цеолит после физической обработки (термической, дегазация) модифицировали рабочими растворами концентрации 100 г/л аммиачной селитры, мочевины (карбамид) и нитроаммофосфатом в количестве 1кг/10 л, длитель-

ностью 2-3 суток. Для контроля качества модифицирования цеолита минеральными удобрениями в каждой партии определялись формы легкогидролизуемого азота (таблица 2).

Таблица 2- Содержание легкогидролизуемого азота в модифицированном цеолите (2012 г.)

Наименование	Цеолит, мг/кг
Ц+NH ₄ NO ₃	3220
Ц+NH ₄ NO ₃	3360
Ц+NH ₄ NO ₃	3080
Ц+(NH ₂) ₂ CO	2217,6
Ц+(NH ₂) ₂ CO	2364,0
Ц+НАФТ	3510,0
Ц+(NH ₂) ₂ CO	1993,6
Биогумус	742,0
ЦЧ	43,4

В цеолите, модифицированном аммиачной селитрой, определяется содержание подвижного азота на уровне 3220 и 3360 мг/кг, с нитроаммофосфатом 3510 мг/кг, с карбамидом (мочевина) снижается на 30-35 %. При одинаковых условиях насыщения содержание составляет от 1993,0 до 2364,4 мг/кг. В качестве контроля было определено содержание легкогидролизуемого азота в чистом цеолите - 43,4мг/кг. Определено содержание легкогидролизуемого азота в биогумусе - 742,0 мг/кг.

Проведена серия модельных исследований по определению степени изменения азотного режима при модифицировании биоорганическими удоб-

рениями и штаммами эффективных микроорганизмов (ЭМ). Они позволяют утверждать, что гуминовые препараты и нанобиостимуляторы органического и синтетического происхождения не воздействуют на процессы повышения содержания подвижного азота, т.е. существенного улучшения питания азотом растений не происходит. Эффективные штаммы микроорганизмов за счет процессов азотификации повышают потенциал обеспеченности цеолитного сырья за счет адсорбции азота воздуха. Эту способность микроорганизмов необходимо применять и совершенствовать в дальнейших исследованиях по модификации цеолитных удобрений (рисунки 2-6).

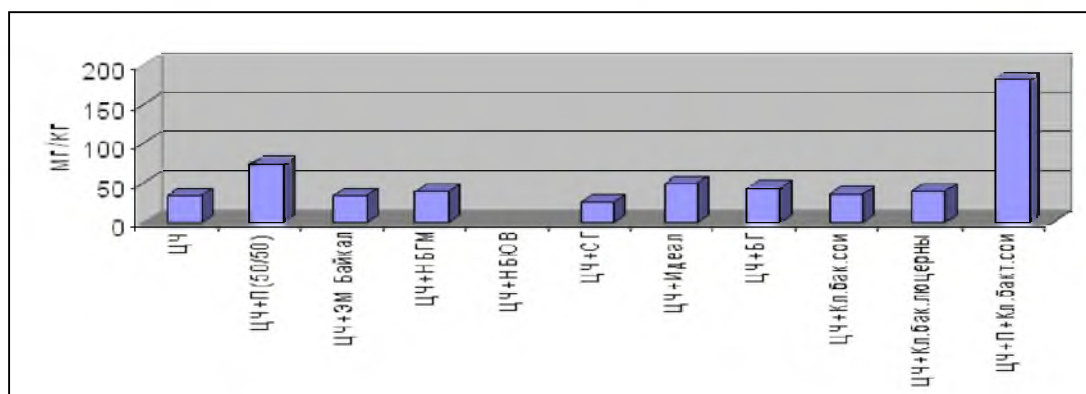


Рисунок 2 – Определение уровня обеспеченности азотным питанием при модифицировании цеолита чистого биоорганическими препаратами и штаммами ЭМ

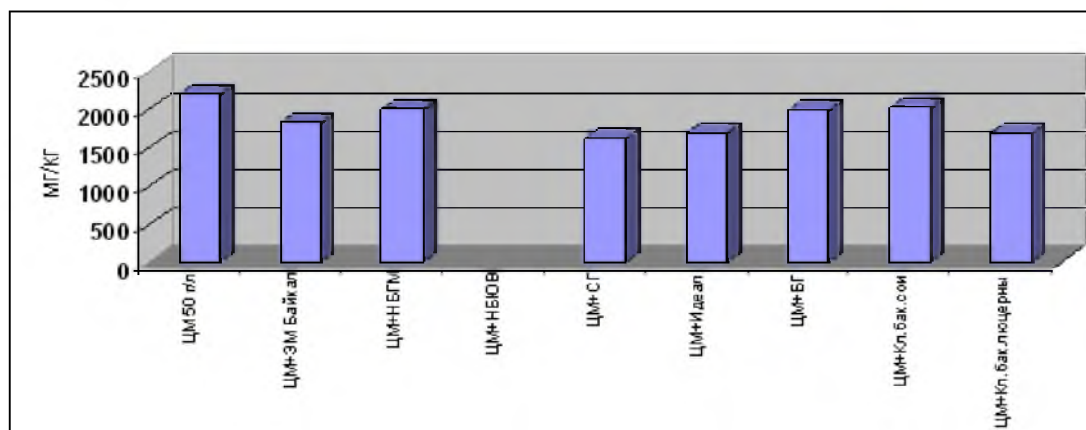


Рисунок 3 – Содержание подвижного гидролизуемого азота в модифицированном цеолите при 2-4 биотехнологическом переделе с рабочим раствором НАФТ 50 г/л

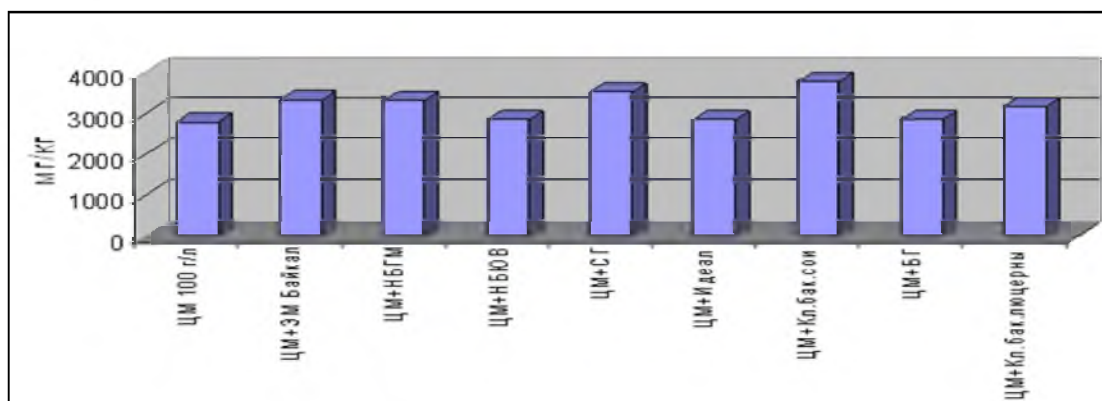


Рисунок 4 – Содержание подвижного гидролизующего азота в модифицированном цеолите при 2-4 биотехнологическом переделе с рабочим раствором НАФТ 100 г/л

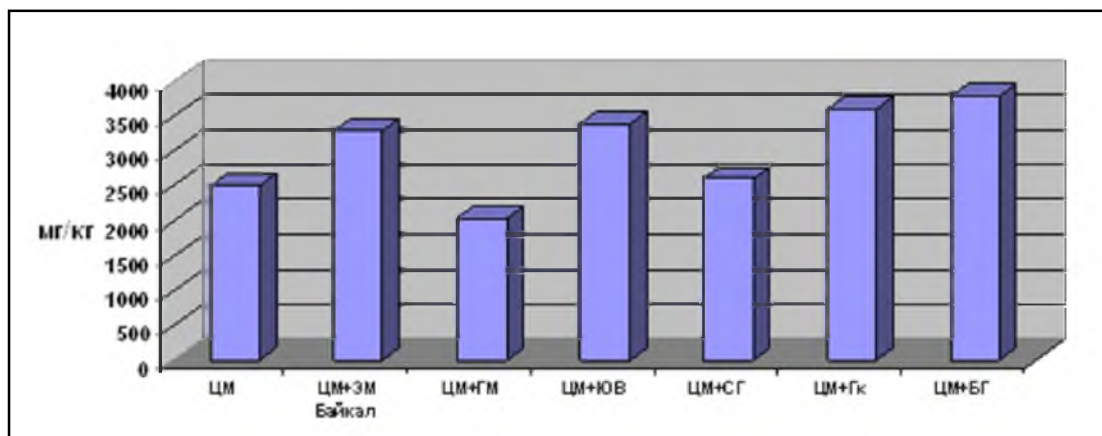


Рисунок 5 – Содержание подвижного гидролизующего азота в модифицированном цеолите при 2-4 биотехнологическом переделе с рабочим раствором НАФТ 150 г/л

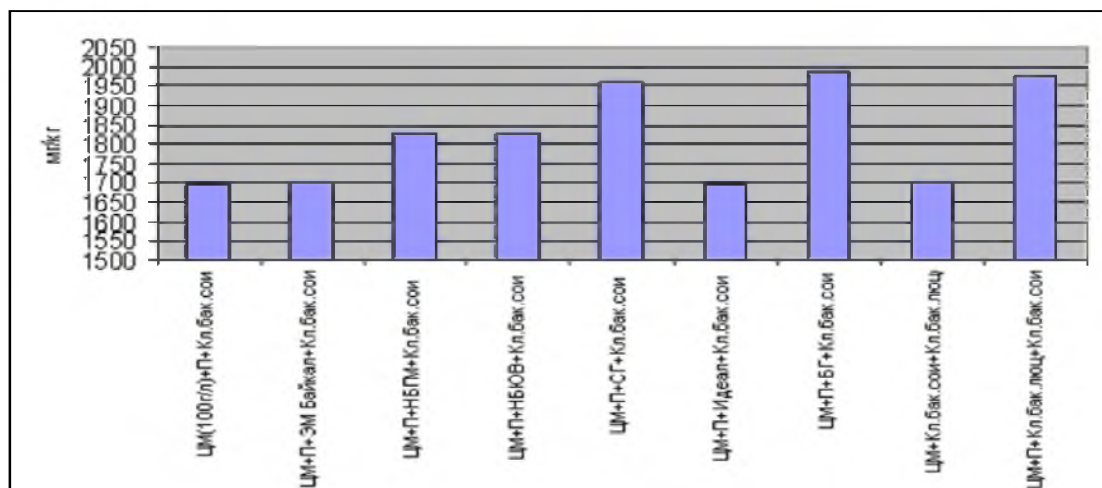


Рисунок 6 – Содержание подвижного гидролизующего азота в среде почва+цеолит (50+50) при модифицировании 2-4 биотехнологического передела с рабочим раствором НАФТ 100 г/л

По данным рисунка 7, наблюдается повышение содержания легкогидролизуемого азота по сравнению с контролем чистым цеолитом. Но следует отметить, что насыщение гранул цеолита происходит неодинаково, можно

наблюдать разные данные с одной партии исследуемого цеолита от 2604 до 4116 мг/кг азота. Исходные образцы контроля за счет сорбирования азота из воздуха содержат 43,4-44,8 мг/кг.

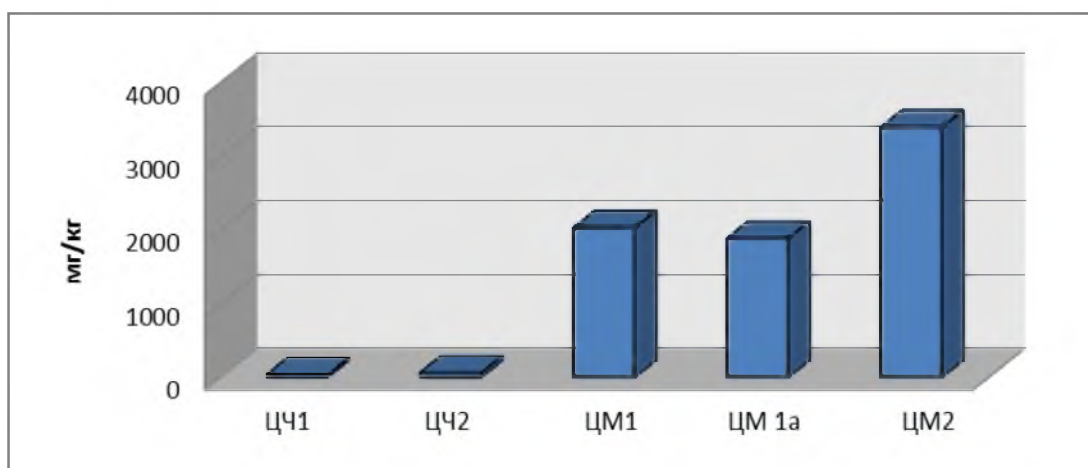


Рисунок 7 – Содержание легкогидролизуемого азота по Корнфилдугу при модифицировании 2-4 биотехнологического передела с рабочим раствором аммиачная селитра + карбамид в пропорции 50/50 в концентрации - 100 г/л

Из рисунка 8 видно, что количество легкогидролизуемого азота в цеолите зависит от термообработки удаления влаги и составляет 3131 мг/кг, по сравнению с цеолитом без термообра-

ботки, где она составляет в среднем 2454 мг/кг легкогидролизуемого азота. Прием термообработки может увеличить величину сорбции легкогидролизуемого азота на 30 %.

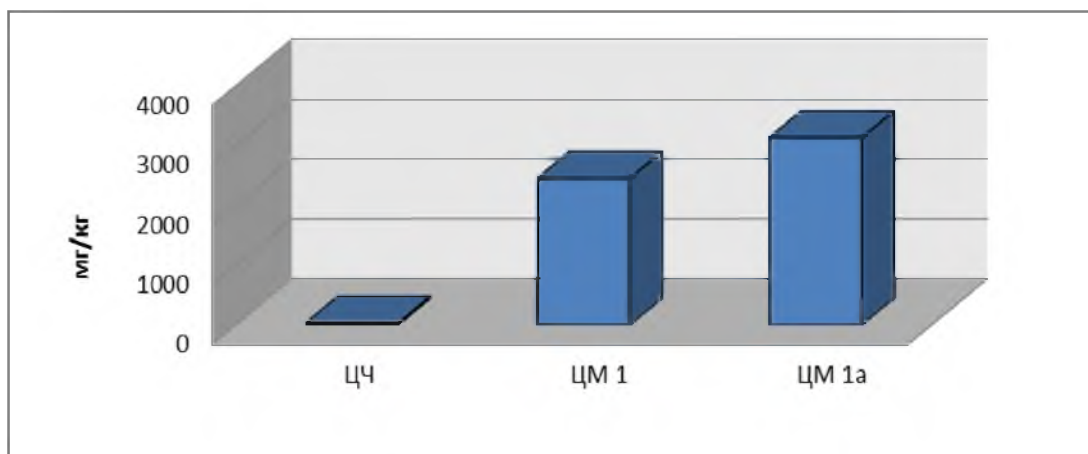


Рисунок 8 – Содержание легкогидролизуемого азота по Корнфилдугу при модифицировании 2-4 биотехнологического передела с рабочим раствором аммиачная селитра + карбамид в пропорции 50/50 в концентрации - 100 г/л

Из рисунка 9 видно, что содержание влаги в цеолите при герметичном хранении после термической обработки сохраняется в пределах 0,5 величины гигроскопичной влаги, при хранении в лабораторных условиях без гер-

метики количество сорбируемой влаги равно величине гигроскопичной влаги и может возрастать в зависимости от насыщенности и содержания влаги в воздухе в помещении.

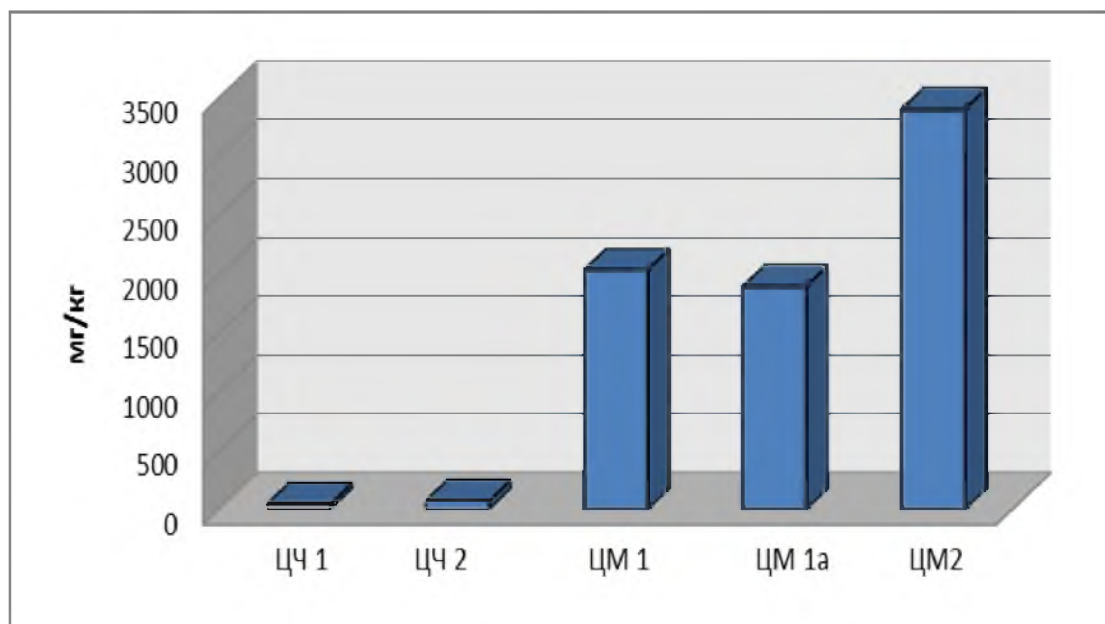


Рисунок 9 – Содержание влаги в цеолите при модифицировании 2-4 биотехнологического передела с рабочим раствором аммиачная селитра + карбамид в пропорции 50/50 в концентрации - 100 г/л

Микробиологическое моделирование

В модельных опытах изучалась возможность использования культур эффективных микроорганизмов (ЭМ) и гуминовых удобрений для повышения биологической продуктивности, гумусного состояния почв и оптимизации минерального питания сельскохозяйственных растений.

Схемы лабораторных опытов

Контроль, Ц (цеолит)+Г (гуминовый препарат ГумиК), Ц+Бг (биогумус), Ц+ЭМ (препарат с культурой эффективных микроорганизмов), Ц+Г+ЭМ.

1. Опыты по насыщению чистого цеолита биоорганикой и культурами-штаммами ЭМ.

2. Опыты по насыщению модифицированного цеолита (ЦМ) биоорганикой и культурами-штаммами ЭМ:

К, ЦМ+Г, ЦМ+Бг, ЦМ+ЭМ, ЦМ+Г+ЭМ.

Полученные данные микробиологического моделирования показывают, что матрица чистого цеолита содержит меньшее количество инокулированных азотфиксаторов, чем при их насыщении биоорганическими препаратами. Модифицированные цеолиты, как биоматрица более продуктивны по количеству выросших колоний (от 3 до 7,5 раз) и функциональны во времени для жизнедеятельности азотфиксирующих микроорганизмов, как оптимальная среда (по влагообеспеченности и питанию (таблица 3).

Таблица 3 – Количество выросших колоний азотфиксаторов из 50 комочков (цеолит 100 мг) на среде Эшби

Варианты	Число выросших колоний	
	Количество	Рост в единицах
1. ЦЧ –К	2	0
2. ЦЧ +Г	9	4,5
3. ЦЧ + ЭМ	15	7,5
4. ЦЧ + Биогумус	6	3
5. ЦЧ + Г+ЭМ «Байкал»	21	10,5
6. ЦМ	4	2
7. ЦМ + Г	12	6
8. ЦМ + ЭМ	23	11,5
9. ЦМ + Биогумус	10	5
10. ЦМ + Г + ЭМ	31	15,5

Модифицирование азотными удобрениями, физиологически активными препаратами синтетического (Каз-4) и природного происхождения (ГМ) не отражается на интенсивности микробиологических процессов по составу азотфиксирующих и аммонифицирующих микроорганизмов (рисунки 10-15). Микробиологическое воздей-

ствие и изменение состава на вариантах 2-го и 3-го передела ЦМ почвой, ГумиК, ЭМ, биогумусом, бактериальными штаммами сои, люцерны (по результатам физического моделирования) приведено на рисунках 16-19. Их морфологический анализ будет проведен позднее по специальной компьютерной программе методом сравнения.

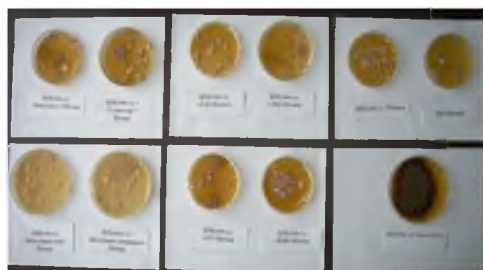


Рисунок 10– Общий микробный пейзаж вариантов модифицирования цеолита биоорганическими удобрениями



Рисунок 11 – Микробный пейзаж модифицирования цеолитных удобрений ЦМ биогумусом, гуминовыми препаратами с почвой

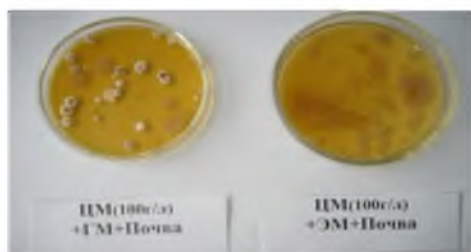


Рисунок 12 – Микробный пейзаж модифицирования цеолитных удобрений ЦМ гуминовыми, микробными препаратами с почвой

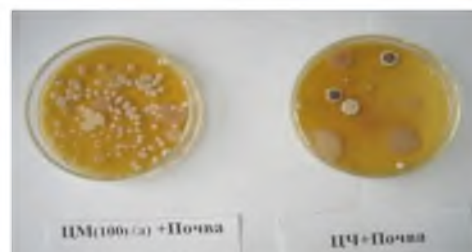


Рисунок 13 – Микробный пейзаж модифицированных цеолитов ЦМ с почвой



Рисунок 14 – Микробный пейзаж модифицирования цеолитов НАФТ (ЦМ) и штаммами бактерии сои и люцерны

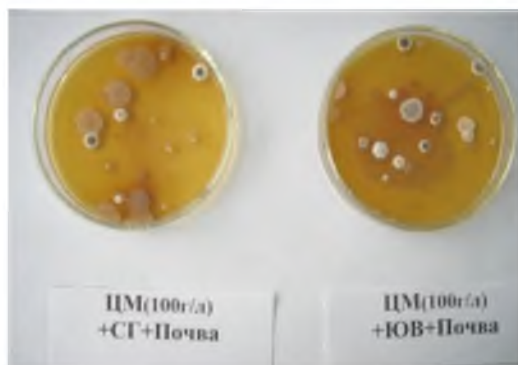


Рисунок 15 – Микробный пейзаж модифицирования цеолитных удобрении (ЦМ) Супергуматом (СГ) и Каз-4 (ЮВ)

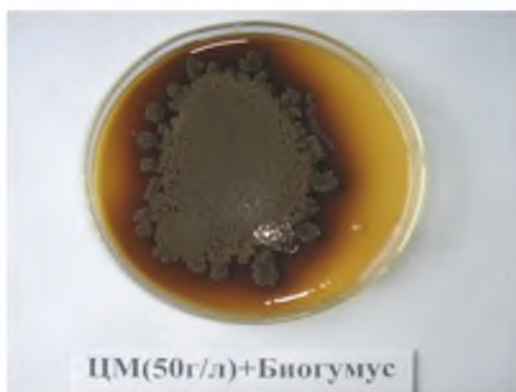


Рисунок 16 – Микробный пейзаж ЦМ+биогумусом (по результатам микробиологического моделирования)

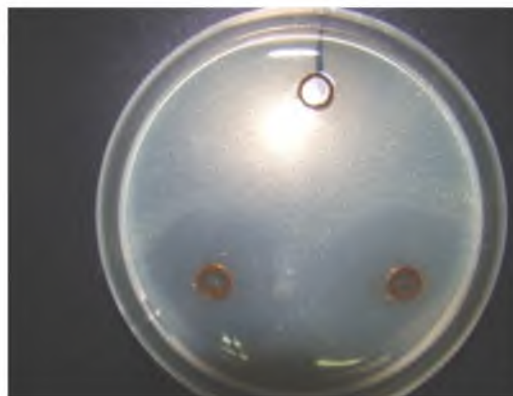


Рисунок 17 – Японский препарат «Алинсандес», не содержит культуры микроорганизмов, обладает средней антагонистической активностью

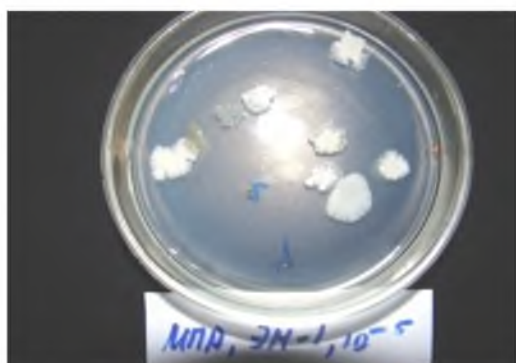


Рисунок 18 – Споры на среде МПА, биопрепарат ЭМ-1 (производства Россия, эффективные микроорганизмы)



Рисунок 19 – ОМЧ на среде МПА, биопрепарат Гуми-К 2012 г. (производство Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова)

ВЫВОДЫ

1. Модельные опыты по модификации со сложными удобрениями показали на перспективность создания биоминеральных и биоорганических удобрений на минеральной матрице цеолита, обладающих агрохимической эффективностью и воспроизводящих элементы плодородия почв. Она основана на технологии изменения поглотительной способности цеолита, разработанной автором. Его обменная сорбционная поглотительная способность при их дополнительном физическом воздействии (ноу-хау) возрастает в 10 раз и позволяет получать полифункциональные биоминеральные удобрения нового класса.

2. При модифицировании биоорганическими удобрениями на основе ЦМ (процессы 3 физико-химического передела) потери сорбированного легкого гидролизующего азота за счет его конкурентного вытеснения составляют

50 %. Наибольшее количество азота обнаружено в вариантах опыта модифицированного цеолита с ЭМ «Байкал», ГумиК+ЭМ «Байкал» - 1866,6 мг/кг и 1596,0 мг/кг соответственно.

3. Цеолит модифицированный, при 4-х кратной промывке оросительными нормами (дистиллированной водой) удерживает до 1708-1624 мг адсорбированного азота при его содержании в чистом цеолите – 35,0-40,6 мг/кг азота. Освобождающаяся емкость модифицированного цеолита позволяет компенсировать и усложнить схему модифицирования, замещением солями микроэлементов Mn, Zn, Mo, Se и биоорганическими соединениями (2 и 3 передел).

4. Модифицированный цеолит, как биоматрица более производителен (до 7,5 раз) и функционален во времени для жизнедеятельности азотфиксирующих микроорганизмов, как оптимальная среда по обеспеченности влагой и элементами питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Пред. пат. № 20621 Республика Казахстан, (19)KZ (13) А (11) 20621. Способ получения модифицированных цеолитных удобрений под культуру риса/Кан В.М.: заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени УУ Успанова», ТОО «Таза су». – 2007/0186.01; заявл. 08.02.2007; опубл. 15.01.2009, Бюл. №1. – 5 с.: 5 ил.

2 Пат. 27379 Республика Казахстан, (19) KZ (B) (11) 27379 Способ получения биоминеральных удобрений/ Кан В.М.: заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени УУ Успанова» – №2012/0499.1 заявл. 26. 04.2013, опубл. 16.09.2013, Бюл. №9. – 5с. : 5 ил.

3 Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С.49-55.

4 Теппер Е.З, Шильникова В.К. Практикум по микробиологии. – М.: Москнигоиздат, 1987. – С.239.

ТҮЙІН

Кан В.М., Шахаров Р.Ж., Кусаинова А.А., Ултанбекова Г.Д.

БИОМИНЕРАЛДЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУ БИОТЕХНОЛОГИЯСЫ

Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Алматы, Қазақстан, email: kangsoil@mail.ru

Мақалада органикалық қалдықтарды биоконверсия шараларын және оларды жетілдірудің физика-химиялық тәсілдерін қолдана отырып, биоминералдық

тыңайтқыштар алу технологиялары келтірілген. Зертханалық жағдайда өсімдіктердегі метобализм және алмасу үрдістерінің, топырақтағы органикалық-минералдық қоректенуі тиімділігін арттыруға қабілетті азотты, фосфорлы тыңайтқыштармен, жаңа биоорганикалық препараттармен және микробиологиялық штамдармен цеолитті жетілдіру бойынша моделдік тәжірибелер қойылды.

Түйінді сөздер: топырақ құнарлылығы, гумус, цеолит, жетілдірілген цеолит, қоректік макроэлементтер және микроэлементтер, гуминді және микробты препараттар, тиімді микроағзалар.

SUMMARY

Khan V.M., Shakharov R.J., Kusainova A.A., Ultanbekova G.D.

BIOTECHNOLOGY OF OBTAINING BIOMINERAL FERTILIZERS

Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry after U.U. Uspanov, 050060, ave. al-Farabi 75 B, Almaty, Kazakhstan, e-mail: kangsoil@mail.ru

The paper presents the technology for production of fertilizers Biomineral biotechnological techniques bioconversion of organic waste and physico-chemical methods of modification. Under laboratory conditions were set model experiments on modification of zeolite nitrogen, phosphate fertilizers, bio-organic elements of new drugs and microbial strains capable of increasing the efficiency of metabolism and metabolic processes in plants Organic and mineral nutrition in the soil. Model experiments on modification of complex fertilizers showed the promise of creating Biomineral and bio-organic fertilizer mineral zeolite matrix having agrochemical efficiency and reproducing elements of soil fertility. It is due to the change of technology absorptive capacity of the zeolite, developed by the author. His exchange sorption absorption capacity when additional physical impact (know-how) increases 10 times and enables multifunctional biomineral fertilizers new class.

Key words: soil fertility, humus, zeolite, modified zeolite, macronutrients and micronutrients nutrition, humic and microbial preparations, effective microorganisms.