

ВЛИЯНИЕ НОВОГО БИОУДОБРЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ОРОШАЕМОЙ ПОЧВЫ

Орынбасар Т.Ж.^{1*}, докторант 3-го курса образовательной программы 8D08612 «Мелиорация и орошаемое земледелие», o.temirlan@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-8292-9981>

Турсунбаев Х.И.¹, старший преподаватель
khambar2016@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-5541-3562>

Естаев К.А.¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор
estaev.06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2030-1666>

Омарова Г.Е.¹, доктор технических наук, профессор
galiyaomar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7776-6600>

Орынбаев С. А.¹, PhD, ассоциированный профессор
orunbaiev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5077-7219>

Шаянбекова Б.Р.², кандидат технических наук, ассоциированный профессор
shbakhyt_67@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0399-6387>

¹*Казахский национальный институт водного хозяйства и ирригации Таразского регионального университета имени М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан*

²*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан*

Аннотация. Данная технология получения и внесения биомелиоранта позволяет снизить потери азота, калия и органического вещества, одновременно повышая содержание фосфора и кальция. Это происходит благодаря связыванию аммиака гипсом и сохранению органического вещества в компосте, что уменьшает вымывание и испарение питательных элементов. Процесс получения нового вида биоудобрения отличается простотой и энергоэффективностью, а также позволяет в короткие сроки получить высокоэффективный продукт.

Проведённые исследования показали, что использование биоудобрения в качестве органического удобрения имеет ряд преимуществ. Применение нового биомелиоранта, созданного из навоза крупного рогатого скота с добавлением измельчённой верблюжьей колючки и фосфогипса, является источником азота и фосфора (из органической части), а также кальция и серы (за счёт добавленного фосфогипса).

Применение нового биомелиоранта уменьшает потери азота и органического вещества до 40% за счёт удержания азота в аммонийной форме и быстрого включения органики в почву. Кроме того, использование нового биомелиоранта способствует улучшению физико-химических и биологических (активность почвенной биоты) свойств серозёмных почв, что приводит к значительному повышению содержания гумуса, снижению засоленности и, в конечном итоге, к увеличению урожая сельскохозяйственных культур.

Экспериментальные исследования выявили значительное повышение урожайности сельскохозяйственных культур при применении данного биоудобрения. В частности, использование биоудобрения обусловило увеличение урожайности сорго на 18–22 % по сравнению с контрольными вариантами. Применение данного биоудобрения помогает в утилизации промышленных отходов, таких как фосфогипс, накопленных в Жамбылской области.

Ключевые слова: Фосфогипс, биоудобрения, засоления, деградация, почва.

Введение. В послании к народу Казахстана, адресованном Президентом Республики Казахстан К.К.Токаевым от 1 сентября 2023 года, было отмечено, что необходимо дополнительно освоить 40% земель, пришедших в негодность вследствие деградации орошаемых территорий, и довести общую площадь орошаемых земель до 3,0 млн гектаров [1].

При этом 180 млн гектаров, что составляет 60% от общей территории Казахстана, находятся под угрозой деградации. Это антропогенное и экологическое состояние требует поиска дополнительных мер по рациональному использованию и совершенствованию методов повышения рентабельности земельных ресурсов, что является актуальной проблемой современности. Кроме того, цены на удобрения в западных странах выросли на 100%, в России – на 30–50%. В Казахстане также наблюдается рост цен. Так, за последние месяцы аммофос подорожал на 17%, карбамид – на 10%, а аммиачная селитра – на 20% [2-3].

В мире для комплексной мелиорации деградированных почв широко используют гипс и фосфогипс. Эти вещества положительно влияют на минеральную часть почвы, но используются от случая к случаю. Например, фосфогипс эффективно применяют на почвах с высоким содержанием натрия для улучшения водонепроницаемости почвенного слоя [4-6].

Фосфогипс – это отход, образующийся в процессе производства фосфорных удобрений. Он представляет собой ценный источник кальция и серы, которые играют ключевую роль в поддержании плодородия почв. В настоящее время на территории ТОО «Казфосфат» накоплено значительное количество фосфогипса, и его объём ежегодно растёт примерно на один миллион тонн.

Исследования отвала фосфогипса показали, что лежалый материал имеет стабильный химический и фазовый состав. В его основе лежат оксиды кальция, серы и кремния, а также примеси оксидов железа, алюминия, магния, фосфора, натрия и других элементов.

Массовая доля основного вещества ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в пересчёте на сухой дигидрат составляет 97%. Содержание гигроскопической влаги достигает 16,4%, а водорастворимых фтористых соединений в пересчёте на фтор – 0,04–0,12%. Токсичных соединений кадмия, ртути и свинца в составе фосфогипса не обнаружено [7].

Для оценки возможности использования фосфогипса в сельском хозяйстве были проведены лабораторные исследования. Результаты показали, что фосфогипс, размещённый на отвале завода минеральных удобрений ТОО «Казфосфат», соответствует требованиям технических условий ТУ 113-08-418-94 «Фосфогипс для сельского хозяйства» и может быть использован для химической мелиорации почв. Также было проведено лабораторное исследование для определения удельной активности естественных радионуклидов. Результаты анализов подтвердили соответствие фосфогипса санитарно-эпидемиологическим нормам, что позволяет его использование в сельскохозяйственной деятельности без каких-либо ограничений. Фосфогипс представляет собой побочный продукт, образующийся в процессе производства фосфорных удобрений. Этот материал содержит в своём составе кальций, серу и ряд микроэлементов, что делает его ценным ресурсом для сельского хозяйства. Фосфогипс может быть эффективно использован для улучшения плодородия почв, особенно тех, которые страдают от засоления и деградации. Его применение в земледелии может оказать значительное влияние на структуру почвы, её водопроницаемость и аэрацию [8-11]. Существует несколько способов использования фосфогипса в сельском хозяйстве:

Гипсование солонцеватых и засоленных почв. Фосфогипс заменяет натрий в почвенном поглощающем комплексе на кальций, улучшая структуру почвы и способствуя лучшему проникновению воды и воздуха. Доза внесения составляет обычно 3–10 тонн на гектар, в зависимости от степени засоления.

Улучшение структуры глинистых и тяжёлых почв. Фосфогипс уменьшает уплотнение почвы, способствуя лучшему проникновению воды и воздуха. Доза внесения составляет 1–5 тонн на гектар, раз в несколько лет.

Источник серы и кальция для растений. Фосфогипс содержит серу, которая улучшает азотный обмен и способствует синтезу белков, а также кальций, который укрепляет клеточные стенки растений и снижает кислотность почвы. Доза внесения составляет 500–2000 килограммов на гектар, в зависимости от культуры.

Компостирование и создание биоудобрений. Фосфогипс может быть использован в сочетании с органическими отходами для создания гумусосодержащих удобрений. Также возможно использование биокомпостирования для повышения доступности питательных веществ.

Восстановление карбонатных и деградированных почв. Фосфогипс снижает щелочность, улучшает доступность фосфора и микроэлементов. Доза внесения составляет 2–8 тонн на гектар, в зависимости от состояния почвы [12].

Общепринятой фундаментальной схемой генезиса и эволюции засоленной почвы является предложенная К.К. Гедройцем секвенция «солончак-солонец-солодь». Из этой

схемы следует задача мелиорации солонцевой почвы – заменить содержащийся в почвенном поглощающем комплексе (ППК) иллювиального горизонта солонца (15-30 см: глубина расположения иллювиального горизонта варьирует для разных почвенных объектов) натрий на кальций. Это улучшает структуру, увеличивает водопроницаемость почвы, обеспечивает выщелачивание легкорастворимых солей, оптимизирует условия для развития корневой системы, питания растений и биоты почвы и, соответственно, повышает биологическую продуктивность сельскохозяйственных растений. По результатам ученых и исследователей при применении таких удобрений снижается потери азота и органического вещества по расчетам до 30% [13].

Также, исследования ученых России подтверждают, что применение фосфогипса в качестве мелиоранта снижает уровня засоленности, увеличило наличие в почве содержание азота и подвижного фосфора

Повышение свойства аэрации почвы, активизировала работу бактерий и микрофлоры, что способствовал разложению органического вещества. Они путем полевых исследований определяли дозу фосфогипса из расчета внесения в почву количества кальция, эквивалентного содержанию натрия в ППК в расчетном слое почвы [14]. Однако, фермеры применяют фосфогипс для повышения плодородия почв методом разбрасывания по поверхности земли. При этом происходит образования комков за счет влаги, влияет на агрегатное состояние почвы.

Материал и методы исследования. В ходе анализа и изучения различных систем земледелия, ориентированных на использование фосфогипса, а также с учётом современных технических достижений, нами была разработана уникальная технология создания биоудобрения. Это биоудобрение состоит из фосфогипса, навоза и растительных отходов. Его использование позволяет существенно сократить применение минеральных удобрений, что особенно актуально в условиях современного сельского хозяйства.

Серозёмные почвы характерны для засушливых регионов, в том числе для юга Казахстана. Они часто содержат мало гумуса, имеют слабую структуру и подвержены засолению при неправильном орошении. Фосфогипс может значительно повысить их плодородие, если применять его правильно. В состав биоудобрения входят кальций и сера, которые выполняют важные функции в жизни растений. Кальций укрепляет клеточные стенки и способствует корнеобразованию, а сера участвует в азотном обмене и синтезе белков, тем самым улучшая использование азота растениями.

Рекомендуемая норма внесения фосфогипса составляет 500–2000 кг на гектар. Удобрение можно вносить как отдельно, так и в сочетании с органическими или минеральными добавками [15]. Одним из эффективных способов применения является компостирование органических отходов с фосфогипсом. Этот метод особенно актуален для серозёмных почв, которые испытывают дефицит органических веществ. Фосфогипс ускоряет разложение навоза и растительных остатков, что способствует связыванию аммиака и созданию благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов. Технология применения фосфогипса на серозёмных почвах способствует улучшению структуры и влагоудерживающей способности. Серозёмы часто страдают от уплотнения и низкой водопроницаемости, ионы кальция из фосфогипса способствуют агрегации глинистых частиц, улучшают структуру почвы, благодаря чему повышается её рыхлость. Это приводит к лучшей водопроницаемости и предотвращает образование поверхностной корки.

Доза внесения составляет 1–3 тонны на гектар раз в 3–5 лет. Способ внесения – разбрасывание по поверхности с последующей заделкой на глубину 10–15 сантиметров. В сероземах часто встречается натриевый засоленный горизонт. На щелочных засоленных почвах внесение фосфогипса замещает натрий кальцием, в результате чего pH понижается с сильнощелочного ближе к нейтральному.

В зависимости от степени засоления, доза внесения фосфогипса может составлять от 3 до 10 тонн на гектар. Для приготовления компоста необходимо смешать 1 тонну фосфогипса с 10–15 тоннами навоза и 5 тоннами растительных остатков. При регулярном увлажнении

созревание компоста занимает от 3 до 6 месяцев [16-17].

Орошение может не только способствовать улучшению плодородия, но и привести к вымыванию питательных веществ и засолению почвы. Фосфогипс помогает снизить образование кальциевых корок и повысить водопроницаемость, что особенно актуально при первых признаках уплотнения почвы. Рекомендуемая доза внесения составляет 1–2 тонны на гектар. На основе проведенных исследований и разработок был получен патент № 5316 от 16 октября 2020 года на полезную модель «Способ получения биомелиоранта с использованием навоза, фосфогипса и верблюжьей колючки» [18].

Применение разработанного биомелиоранта на основе фосфогипса способствует решению проблемы, связанной с использованием промышленного отхода - фосфогипса, накопленного в Жамбылской области в количестве около 16 миллионов тонн, который загрязняет окружающую среду и наносит ущерб экологии. В лабораторных условиях проводится анализ химического состава фосфогипса, навоза и янтака (местное название верблюжьей колючки). На основе полученных результатов, а также с учётом исследований учёных мира по созданию органоминерального биоудобрения, авторы используют метод анаэробного брожения органических отходов – навоза – совместно с промышленным отходом – фосфогипсом и другими минеральными добавками, улучшающими свойства получаемого продукта (Таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав смеси "Навоз + фосфогипс"

Показатель	Ед. изм.	Навоз (Коровий)	Фосфогипс	Смесь (1:1 по массе)
Влага	%	75-80	10-15	~45-50
Органическое вещество	% СВ	60-70	-	~30-35
Азот (общий N)	%	0,4-0,6	0,01-0,02	0,2-0,3
Фосфор (P ₂ O ₅)	%	0,2-0,3	0,1-0,5	0,2-0,4
Калий (K ₂ O)	%	0,4-0,6	0,01-0,03	0,2-0,3
Кальций (Ca)	%	0,25-0,35	20-23	~10-12
Магний (Mg)	%	0,15-0,20	0,2-0,5	~0,2
Сера (S)	%	0,05-0,1	16-18	~8-9
pH (водная суспензия 1:5)	-	6,5-7,5	5,0-6,0	~6,0-6,5
Соотношение C: N	-	25-30:1	-	~15-20:1

Обоснование компонентов биоудобрений: фосфогипс обогащает смесь кальцием и серой, нейтрализует щелочные свойства солонцов, способствует разложению органики; навоз вносит органическое вещество и питательные элементы (азот, фосфор, калий); смесь оптимальна для восстановления структуры почвы, увеличения влагоудерживающей способности, снижения pH (в щелочных почвах) и активизации микрофлоры (табл.2-4). Рекомендуемое соотношение: 1:1 или 2:1 (навоз:фосфогипс) по массе, в зависимости от типа почвы и целей.

Таблица 2 – Исходные компоненты биоудобрений

Компонент	Доля в смеси (% по массе)	Примечания
Навоз (коровий)	40–50%	Источник органики и микрофлоры
Растительные остатки	20–30%	Янтак
Фосфогипс (Казфосфат)	20–30%	Источник Ca, S, улучшает структуру
Вода	по необходимости	Для влажности 60–65%

Также проводили исследования агроэкологических свойств фосфогипса, связанных с радиологической и санитарно-химической безопасностью, в лабораториях отделения коммунальной гигиены Филиала РГП на ПХВ «Национальный центр экспертизы» Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения Республики

Таблица 3 – Характеристика фосфогипса (Казфосфат)

Показатель	Значение
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	85-90%
pH	5,0-6,0
Примеси (P_2O_5 , F, органика)	незначительные (в пределах допустимого)

В рамках научного сотрудничества с кафедрой химии университета имени М.Х. Дулати были проведены исследования по спектрофотометрическому анализу содержания тяжелых металлов в составе фосфогипса. Результаты приведены в таблице 4.

Таблице 4 – Среднее значение содержания тяжелых металлов в составе фосфогипса, в %

Наименование элементов								Итого
Спектр	O	Al	Si	S	K	Ca	Zn	
Спектр 1	53,34	1,12	20,67	10,44	1,29	11,91	1,21	100,00
Спектр 2	53,62	0,00	10,47	13,62	0,00	18,18	4,10	100,00
Спектр 3	54,90	0,00	3,95	15,62	0,00	23,02	2,51	100,00
Среднее	53,95	0,37	11,70	13,23	0,43	17,70	2,61	100,00
Наименование оксидов								Итого
Спектр	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	K_2O	CaO	ZnO		
Спектр 1	2,28	47,65	28,53	1,70	18,20	1,64		100,00
Спектр 2	0,00	25,51	39,28	0,00	29,38	5,84		100,00
Спектр 3	0,00	10,09	47,00	0,00	39,15	3,76		100,00
Среднее	0,76	27,75	38,27	0,57	28,91	3,74		100,00

Для реализации этого метода были изготовлены образцы биоудобрения с различной долей фосфогипса (10%, 40% и 50%). Образцы изготовлены в ёмкостях объёмом 5 литров без доступа кислорода методом вакуума. Срок изготовления образца составляет 18–20 дней. На этих образцах был проведён агрохимический анализ с определением макро- и микроэлементов, а также фтора [18].

Условия проведения ферментации:

Тип ферментации: анаэробная (возможно частично аэробная на начальном этапе), температура- 32-36°C (мезофильная фаза), влажность- 55–65%, pH - начальное значение 6,5–7,5, длительность - 15–30 дней. Этапы ферментации: гомогенизация - все сырьё тщательно перемешивается; уплотнение/закрытие- смесь укладывается в ёмкость. Ферментация: 1-7 день – активная термофильная стадия (рост температуры, гибель патогенов); 8-14 день – мезофильная ферментация – активный рост полезной микрофлоры. 15-20 день – стабилизация, снижение температуры, образование гумусоподобных веществ.



Рисунок 1 – Готовые образцы биоудобрений с различными рецептурными составами

После получения нового биоудобрения подвергались к исследованию для акта подтверждения, т.е. подтверждение нового биоудобрения = аналитика + испытания + публикация + (при необходимости) регистрация. Подтверждение эффективности и безопасности нового биоудобрения (на основе фосфогипса, навоза, растительных остатков и воды) включает несколько этапов. Вот основные шаги, которые помогут научно подтвердить и документально оформить свойства удобрения:

1. Проведение лабораторных исследований с целью оценки химико-физических и биологических свойств удобрения.

- Определение содержания макро- и микроэлементов (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn и др.).
- Измерение pH, электропроводности, содержания органического вещества.
- Анализ микрофлоры (полезные и патогенные микроорганизмы).
- Проверка на наличие токсичных веществ (тяжёлые металлы, патогены, остатки антибиотиков и др.).

В рамках всестороннего исследования, проведенного в лабораториях отделения коммунальной гигиены Филиала Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Национальный центр экспертизы» Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения Республики Казахстан по Жамбылской области, были получены результаты, касающиеся биоудобрения и его агроэкологических характеристик, а также аспектов радиологической и санитарно-химической безопасности (табл.5). Комплексный подход к анализу позволил детально изучить влияние данного биоудобрения на экосистемы и здоровье человека, обеспечивая высокий уровень научной обоснованности и достоверности данных.

Таблица 5 – Результаты исследований

Наименование показателей	Единица измерения	Фактические результаты	Норма по НД	НД на методы испытаний
Эффективная удельная активность	Бк/кг	11,48	<4000	СТ РК 2.436-2017 МИ №KZ07.00.00304-2019
Ra-226	Бк/кг	24,68±8,64		
Tb-222	Бк/кг	31,25±6,55		
K-40	Бк/кг	288,0±85,3		
Нитраты (по NO ₃)	мг/кг	123	130	ГОСТ 26488-85
Водородный показатель (pH)	pH	7,6	-	ГОСТ 26423-85
Влажность	%	12,0	-	ГОСТ 28268-89
Бактериологические	нет			

На основании полученных результатов можно констатировать, что исследуемые биоудобрения полностью соответствуют установленным нормам и стандартам, что делает их пригодными для применения в сельскохозяйственном производстве. Данный вывод базируется на комплексном анализе физико-химических, биологических и агрономических характеристик продукции, что позволяет утверждать о ее высокой эффективности и безопасности для агроэкосистем. Из полученных результатов можно сделать вывод, что биоудобрения по нормам соответствует для использования производства.

Для исследования на основе почвенной карты Жамбылской области был выбран участок, где будут отобраны пробы почвы для проведения агрохимического анализа почвы с определением гранулометрического состава, количества макро- и микроэлементов, а также органических веществ почвы, влияющих на плодородие грунта при выращивании культур.

Место проведения полевых опытов предгорная зона Жуалинский район пос Костобе, Жамбылская область. Почвы: сероземы лёгкого и среднесуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в пределах 1,41% –1,79 %, pH 7,4–7,8. почва слабозасоленная (0,207%), по химизму засоления – гидрокарбонатно-сульфатные.

Наблюдается повышенное содержание катионов Mg^{+} (0,008%) и Na^{+} (0,0037%).

Водородный показатель $pH=7,8-8,1$ – почва слабощелочная. Группировка почвы в данных рассматриваемых точках по степени среднесолонцеватые - слабосолонцеватые магниально-натриевые, так как содержание поглощенного Mg^{2+} и Na^{+} в почвенном горизонте повышенное. По механическому составу – суглинки, с высоким содержанием каменистых агрегатов (до 50%). Качественный состав показывает, что в процентном содержании сумма токсичных солей в проба -1 (70,2%) и проба -3 (76,2%) превышает суммы нетоксичных солей (табл. 6). Отмечено высокое содержание солей $NaHCO_3$, Na_2SO_4 (крайне токсичные соли) $MgSO_4$ и $MgCl_2$ (сульфат и хлорид магния), которые очень сильно влияют на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Таблица 6 – Качественный состав солей почв массива орошения, %/% от суммы

Место и дата отбора	Горизонты, см	Нетоксичные соли			Токсичные соли						Сумма солей
		$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	сумма	$NaHCO_3$	Na_2SO_4	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$NaCl$	сумма	
Т 1 06.04. 2023	0-20	<u>0,065</u> 36,7	-	<u>0,065</u> 36,7	<u>0,030</u> 16,9	<u>0,042</u> 23,7	<u>0,016</u> 9,1	<u>0,024</u> 13,6	-	<u>0,112</u> 63,3	<u>0,177</u> 100
	20-40	<u>0,049</u> 31,2	-	<u>0,049</u> 31,2	<u>0,050</u> 31,8	<u>0,028</u> 17,8	<u>0,009</u> 5,8	<u>0,021</u> 13,4	-	<u>0,108</u> 68,8	<u>0,157</u> 100
	40-60	<u>0,048</u> 23,1	-	<u>0,048</u> 23,1	<u>0,060</u> 28,8	<u>0,071</u> 34,1	<u>0,009</u> 4,3	<u>0,020</u> 9,6	-	<u>0,160</u> 76,9	<u>0,208</u> 100
	0-60	<u>0,054</u> 29,8	-	<u>0,054</u> 29,8	<u>0,047</u> 26,0	<u>0,047</u> 26,0	<u>0,011</u> 6,1	<u>0,022</u> 12,1	-	<u>0,127</u> 70,2	<u>0,181</u> 100
Т 2 06.04. 2023	0-20	<u>0,065</u> 34,6	-	<u>0,065</u> 34,6	<u>0,023</u> 12,2	<u>0,071</u> 37,8	<u>0,009</u> 4,8	<u>0,020</u> 10,6	-	<u>0,123</u> 65,4	<u>0,188</u> 100
	20-40	<u>0,065</u> 30,5	-	<u>0,065</u> 30,5	<u>0,053</u> 24,9	<u>0,042</u> 19,7	<u>0,033</u> 15,5	<u>0,020</u> 9,4	-	<u>0,148</u> 69,5	<u>0,213</u> 100
	40-60	<u>0,064</u> 40,5	-	<u>0,064</u> 40,5	<u>0,040</u> 25,3	<u>0,014</u> 8,9	<u>0,014</u> 8,9	<u>0,026</u> 16,4	-	<u>0,094</u> 59,5	<u>0,158</u> 100
	0-60	<u>0,064</u> 34,4	-	<u>0,064</u> 34,4	<u>0,039</u> 20,9	<u>0,042</u> 22,6	<u>0,019</u> 20,2	<u>0,022</u> 11,8	-	<u>0,122</u> 65,6	<u>0,186</u> 100
Т 3 06.04. 2023	0-20	<u>0,049</u> 17,6	-	<u>0,049</u> 17,6	<u>0,077</u> 27,6	<u>0,113</u> 40,5	<u>0,010</u> 3,6	<u>0,030</u> 10,7	-	<u>0,230</u> 82,4	<u>0,279</u> 100
	20-40	<u>0,049</u> 28,5	-	<u>0,049</u> 28,5	<u>0,040</u> 23,3	<u>0,042</u> 24,4	<u>0,017</u> 9,9	<u>0,024</u> 13,9	-	<u>0,123</u> 71,5	<u>0,172</u> 100
	40-60	<u>0,049</u> 28,7	-	<u>0,049</u> 28,7	<u>0,050</u> 29,2	<u>0,042</u> 24,5	<u>0,012</u> 7,0	<u>0,018</u> 10,5	-	<u>0,122</u> 71,3	<u>0,171</u> 100
	0-60	<u>0,049</u> 23,8	-	<u>0,049</u> 23,8	<u>0,055</u> 26,7	<u>0,066</u> 32,0	<u>0,013</u> 6,3	<u>0,024</u> 11,6	-	<u>0,157</u> 76,2	<u>0,206</u> 100

Примечание: в числителе - % от массы сухой почвы; в знаменателе - % от суммы соли.

В рамках данного исследования был проведен посев сорта сахарного сорго Казахстан-20, известного своей высокой жароустойчивостью и засухоустойчивостью. Экспериментальный участок имел площадь 50 квадратных метров, организованный в виде делянок размером 5 на 10 метров. Для проведения исследования была разработана и применена схема опыта, направленная на детальное изучение агрономических характеристик данного сорта сорго в условиях, типичных для аридных и полупустынных регионов.

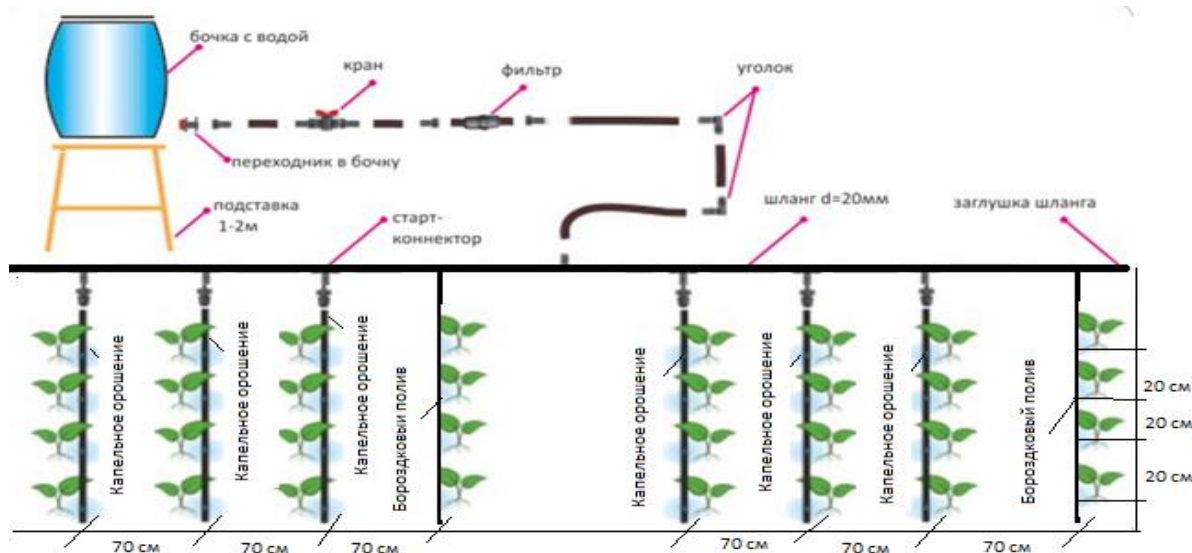


Рисунок 1 – Схема распределительных труб с привязкой со схемой посадки сорго

- ✓ Капельное орошение + органические удобрения в составе фосфогипс 30%, навоз – 40%, янтак – 20% и подземная вода 10% считается оптимальным составом
- ✓ Капельное орошение + NPK (60:40:40).
- ✓ Капельное орошение без удобрений (контроль).
- ✓ Бороздковый полив без удобрений (традиционный контроль).

Использовали следующую агротехнику :

Посев – в конце апреля, ширина междурядий 70 см, норма высева – 16 кг/га.

Полив капельное орошение через капельной ленты, шаг капельниц 20 см, расход воды на каждый саженец сорго – 1,6 л/ч. Режим полива установили таким образом, чтобы поддержание влажности - 70–80 % НВ в 0–60 см слое почвы.

Поливная норма за сезон составил 4 800 – 5 200 м³/га при капле, 6 800 – 7 000 м³/га при бороздах. Учитывали урожайность зелёной массы (т/га), Урожайность зерна (т/га), Сахаристость сока (%), Водопотребление (м³/га), коэффициент водопользования (WUE, кг/м³). В рамках настоящего исследования был применён метод К.К.Гедройца, представляющий собой комплексный подход к изучению закономерностей ионнообменных процессов в почвенном растворе, классификации почв, методов мелиорации и взаимодействия почвенного покрова с культурными растениями. Данный метод, обладающий высокой степенью информативности, позволяет детализировать химические и физико-химические характеристики почвы, что является ключевым фактором для разработки эффективных агротехнических мероприятий.

Метод водной вытяжки, основанный на экстракции растворимых веществ дистиллированной водой, является фундаментальным инструментом для анализа химического состава почвы. Этот метод позволяет с высокой точностью определить содержание различных элементов и соединений, таких как ионы металлов, соли, органические вещества, а также другие компоненты, что способствует комплексному пониманию свойств почвы. Определение органического вещества, в частности гумуса, проводилось в соответствии с методом Тюрина, обеспечивающим высокую точность и воспроизводимость результатов. Подвижные формы фосфора и калия в некарбонатных почвах анализировались методом Чирикова, что позволяет оценить их доступность для растений. Легкогидролизуемый азот определялся методом Тюрина и Кононовой в модификации ЦИНАО, соответствующей ГОСТ 26213–91.

Дополнительно были измерены удельная электропроводность, pH солевого раствора и плотный остаток водной вытяжки в соответствии с ГОСТ 26423–85, что позволяет получить целостное представление о физико-химических свойствах почвы.

Литологическое исследование выявило наличие слоя на глубине от 20 до 40 сантиметров, содержащего не более 1,79% гумуса, что классифицирует почву как малогумусовую. Этот факт имеет важное значение для определения агрономических характеристик почвы и разработки соответствующих агротехнических рекомендаций.

Для улучшения качества серозёмных почв предлагается использовать предложенное биоудобрение. Оно поможет предотвратить засоление почвы.

Таблица 7 – Результаты анализов образцов почвы с определением содержание гумуса. Отбор проб (06.04.24)

№ п / п	№ раз рез а	Горизонт глубина образцов	в %%			в мг-экв					
			гумус	азот	Валовой фосфат	Ем-кость погло ш.	Mg	Поглош натрий	Под-виж Фос-фор	Под-виж калий	Ph
1	23	0-14	1,59	0,094	0,455	13,6	1,6	0,427	3,82	64,3	7,24
		14-46	0,51	0,054	0,432	16,0	1,2	0,394	3,41	44,2	7,0
		46-66	0,46	0,044		55,2	14,0	0,341			7,2
		66-91				64,4	10,0	0,353			7,1
		91-120				22,8	6,8	0,267			7,2

В таблице 8 представлены результаты исследования водной вытяжки, полученной до внесения биоудобрения. Целью этого анализа было определение содержания токсичных и нетоксичных элементов в почве. На основе полученных данных были сделаны выводы о химическом составе почвы и её свойствах.

Результаты анализа были использованы для оценки плодородия почвы, а также для определения и внесения оптимальных доз биоудобрений (табл.8).

Таблица 8 – Результаты анализа водной вытяжки

№	Глубина взятия образцов в см	Ед. Изм.	Общая HCO_3	Cl	NO_4	Ca^-	Mg^-	Na^-	K	Сухой Остаток в %%
23	0-14	мг-экв	0,45	0,26	4,83	4,70	0,50	0,67	-	0,355
		%%	0,024	0,010	0,207	0,074	0,006	0,014	-	
	14-44	мг-экв	0,38	0,69	8,76	7,09	1,20	0,89	-	0,638
		%%	0,022	0,024	0,418	0,140	0,015	0,019	-	
	46-66	мг-экв	0,30	2,08	21,68	12,29	5,20	5,12	-	1,445
		%%	0,017	0,071	1,037	0,244	0,064	0,012	-	
	66-91	мг-экв	0,28	1,58	17,58	12,26	3,10	2,26	-	1,221
		%%	0,015	0,054	0,82	0,244	0,038	0,050	-	
	91-120	мг-экв	0,26	0,87	8,39	5,58	1,50	1,85	-	0,615
		%%	0,015	0,030	0,401	0,018	0,018	0,041	-	

Результаты и их обсуждение. Для исследования на основе почвенной карты Жамбылской области был выбран участок, где будут отобраны пробы почвы для проведения агрохимического анализа почвы с определением катионов и содержание гумуса, количества макро- и микроэлементов, влияющих на плодородие грунта при выращивании культур (табл. 9-10). Для решения проблемы улучшения плодородия и снижения степени засоленности серозёмных почв авторами была разработана технология получения и внесения органоминерального удобрения на основе навоза крупного рогатого скота, верблюжьей колючки и фосфогипса. Это удобрение производится на малой установке по производству биоудобрений и позволяет снизить потери азота и органического вещества, а также повысить содержание азота, калия, фосфора и кальция.

Таблица 9 – Результаты анализов образцов почвы после внесения биоудобрения с определением катионов и содержание гумуса

№ п/п	№ раз-реза	Горизонт глубина образцов	В %%			В МГ-ЭКВ					
			гумус	азот	Валовой фосфат	Ем-кость погло-щ.	Mg	Пог-лош Нат-рий	Под-виж Фос-фор	Под-виж Ка-лий	Ph
1	23	0-14	1,79	0,114	0,655	14,8	1,68	0,52	4,82	84,3	7,44
	30.09.24	14-46	1,41	0,074	0,732	17,0	1,29	0,44	5,41	64,2	7,08
		46-66	0,46	0,054		65,3	14,09	0,41			7,82
		66-91				74,5	10,09	0,453			7,13
		91-120				32,9	6,87	0,367			7,28

Таблица 10 – Результаты анализа водной вытяжки (после внесения биоудобрения)

№ п/п	Глубина взятия образцов в см	Ед. изм.	Общая HCO_3	Cl	NO_4	Ca^-	Mg^-	Na^-	Сухой остаток в %%
30.09.24	0-14	МГ-ЭКВ	0,34	0,22	4,8	4,80	0,40	0,6	0,455
		%%	0,021	0,010	0,201	0,1	0,001	0,01	
	14-44	МГ-ЭКВ	0,32	0,59	8,7	8,09	1,25	0,8	0,738
		%%	0,022	0,024	0,418	0,140	0,015	0,029	
	46-66	МГ-ЭКВ	0,30	2,08	21,68	13,29	5,24	4,12	1,845
		%%	0,017	0,071	1,037	0,244	0,064	0,016	
	66-91	МГ-ЭКВ	0,28	1,58	17,58	13,26	3,18	1,26	1,621
		%%	0,015	0,054	0,82	0,244	0,04	0,060	
	91-120	МГ-ЭКВ	0,26	0,87	8,39	6,58	1,59	0,85	0,715
		%%	0,015	0,030	0,401	0,018	0,028	0,04	

Результаты полевых испытаний приведены в таблице 11. Полученные данные согласуются с зарубежными исследованиями: повышение урожайности при капельном поливе на 20–30 % и сокращение водопотребления на 25–35 %. Сахаристость повышалась на 1,5–2,0 % за счёт равномерного водообеспечения. Экономический анализ показал, что при стоимости капельной системы 350 000 тг/га и сроке службы 5 лет её окупаемость составляет 2,2 года за счёт дополнительного урожая и экономии воды. В предгорьях Жамбылской области капельное орошение сахарного сорго даёт впечатляющие результаты:

- ✓ Урожайность зелёной массы возрастает на 20–30 %.
- ✓ Сахаристость увеличивается на 1,5–2,0 %.
- ✓ Расход воды снижается на 1 800–2 000 м³/га.
- ✓ Коэффициент водопользования достигает 5 кг/м³.

Эта технология особенно эффективна в засушливых районах Южного Казахстана.

Таблица 11 – Урожайность и водопользование при выращивании сорго сорта «Казахстан»

Вариант	Урожайность зелёной массы, т/га	Зерно, т/га	Сахаристость, %	Водопотребление, м³/га	WUE, кг/м³
1	2	3	4	5	6
Капельное орошение + органика	75,2	6,8	16,8	5 000	5,04

1	2	3	4	5	6
Капельное орошение + NPK	70,4	6,5	16,4	5 050	4,85
Капельное орошение без удобрений	62,1	5,9	15,7	5 100	4,35
Борозды без удобрений	54,8	5,1	14,9	6 900	3,25

Выводы. Полевые и лабораторные исследования нового органического биоудобрения на основе фосфогипса, навоза, растительных остатков и воды проводились в агроэкологических условиях Жамбылской области на сероземных и каштановых почвах. Результаты показали следующее:

✓ Технология анаэробного компостирования с использованием фосфогипса и местных ресурсов (навоз, янтак, вода) позволяет создавать эффективное органическое удобрение для сероземных и каштановых почв. Это направление перспективно для биологизации земледелия в Казахстане и устойчивого использования агроэкосистем.

✓ Биоудобрение улучшает агрохимические свойства почвы: содержание гумуса увеличивается на 1,79%, структура почвы улучшается, водоудерживающая способность повышается, микробиологическая активность растет, особенно в верхнем горизонте. Почва становится менее соленой — содержание солей снижается на 15–22%.

✓ Удобрение не содержит токсичных или патогенных компонентов, что подтверждено санитарно-биологическим анализом.

✓ Фосфогипс в составе биоудобрения снижает остаточную солёность сероземов.

✓ Биоудобрение повышает урожайность сельскохозяйственных культур: сорго дает прибавку до 18–22% по сравнению с контролем.

✓ Экономическая оценка показала снижение затрат на минеральные удобрения и рентабельность применения на уровне 30–40%.

✓ Органическое земледелие в Казахстане имеет высокий потенциал, особенно в условиях растущего спроса на экологически чистые продукты.

✓ Внесение биоудобрения значительно улучшает структуру и физические свойства почвы. pH почвы становится нейтральным (7,13–7,4). Гумат в составе удобрения находится в устойчивой кальциевой форме, в отличие от преимущественно натриевых гуматов содержащихся в почвенной среде. Это способствует закреплению органического вещества в почве и улучшению тем самым почвенной структуры.

✓ Улучшение водно-физических и агрохимических свойств почвы в значительной мере происходит в результате структурообразования фракции ила в присутствии фосфогипса-дигидрата и в свою очередь насыщения почвенного поглощающего комплекса фосфогипсом и дополнительного внесения биоудобрение обеспечивает повышение ценных питательных биогенных элементов, таких как азота, фосфора, калия и кальция и других тяжелых металлов.

Финансирования. Данное исследование проведено в рамках Программно-целевого финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 2024–2026 годы по проекту «BR24992867 — Разработка ресурсосберегающих технологий для развития и управления водным хозяйством и перерабатывающей промышленностью Казахстана, создание инновационного инжинирингового центра».

Литература:

[1] Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 2 сентября, 2024 года «Справедливый Казахстан: закон и порядок, экономический рост, народный оптимизм» Республика Казахстан, город Астана, резиденция Президента – «Акорда»

[2] **Khodzhanov, N.N., Tursunbaev Kh.I., Masatbaev M.K., Khodzhanova G.N.,** Evaluation of empirical links between humus formation and energy factors in the arid zone of Kazakhstan. News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of agricultural sciences, 2019 N1,

Almaty.

[3] Agromart, Increase in fertilizer prices in Kazakhstan, Agromart.kz News, 14 Feb, 2022 agromart.kz.

[4] **Hossain, A.**, et al., Agricultural land degradation: processes and problems undermining future food security. In *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth* (pp. 17–61). Springer, Chamnature.com.

[5] **Karpenko, N.P.**, et al., Technology of restoration of degraded soils using a phosphogypsum-based bioremediant. Environmental Management N1 Published, 2019, Moscow

[6] **Калиниченко, В.П.**, Минкина Т.М., Безуглова О.С., Зармаев А.А., Романов О.В., Ким В.Ч.–Д. Концепция внутрипочвенной дискретной импульсной ирригации // Природообустройство, 2013. – №2. – С. 6-11.

[7] **Blum, S.C.**, Fávero, C., & Alleoni, L.R.F. (2013). Lime and phosphogypsum application and sulfate retention in subtropical no-till soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(2), 279–300.

[8] **Gao, L.**, Li, R., Yang, D., Bao, L., & Zhang, N. (2025). Phosphogypsum improves soil and benefits crop growth: an effective measure for utilizing solid waste resources. *Scientific Reports*, 15, 11827 nature.comnature.com.

[9] **Kovda, P.V.** (1973). Loss of soil organic matter in arid regions. Nauka, Moscow. (In Russian).

[10] **Kovda, P.V.** (1988). Problems of desertification and soil degradation. Leningrad: Nauka. (In Russian).

[11] **Outbakat, M.B.**, El Mejahed, K., El Gharous, M., El Omari, K., & Beniaich, A, (2022). Effect of phosphogypsum on soil physical properties in Moroccan salt-affected soils. *Sustainability*, 14(20), 13087 mdpi.commdpi.com.

[12] **Pankova, E.I.** (2013). Salinization and solonetz formation in arid lands of Central Asia. *Eurasian Soil Science*, 46(8), 781–793.

[13] **Prochnow, L.I.**, Kiehl, J.C., Pismel, F.S., & Corrente, J.E. (1995). Controlling ammonia losses during manure composting with the addition of phosphogypsum and simple superphosphate. *Scientia Agricola*, 52(2), 346–351 scielo.br.

[14] **Semendyaeva, L.A.**, & Goss, M.J. (1984). Reclamation of Solonchic Soils with Phosphogypsum: Field Experiments in USSR. *Sov. Soil Science* (Engl. Transl.), 16, 35–42.

[15] **Смагин, А.** Настоящее и будущее самой плодородной почвы // Наука в России, 2013. – №1. – С. 23-30.

[16] **Шеуджен, А.Х.**, Онищенко Л.М., Добрынев Е.П., Локтионов М.Ю. Агроэкологическая эффективность фосфогипса на посевах кукурузы и сои в условиях Северо-Западного Кавказа на черноземе выщелоченном // Плодородие, 2013. – №1. – С. 16-20.

[17] **Барсегян, А.Г.**, Гендугов В.М., Глазунов Г.П., Горбатов В.С. и др. Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель / С.А. Шоба, А.С. Яковлев, Н.Г. Рыбальский (ред.). Москва, 2013.

[18] **Tursunbaev, X.I.**, Patent N5316 dated October 16, 2020 for a utility model "Method for obtaining a bioremediant using manure, phosphogypsum and camel thorn".

[19] **Годунова, Е.И.**, Шкабарда С.Н., Патюта М.Б. Роль экологического каркаса в агроландшафтном земледелии // В сб.: Эволюция и деградация почвенного покрова. Сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции, 2015. – С. 207-211.

[20] **Endovitsky, A.P.**, Kalinichenko V.P., Minkina T.M. Carbonate Calcium Equilibrium in Soil Solution as a Driver of Heavy Metals Mobility // *International Journal of Environmental Problems*, 2015 a. – Vol. (2). – Is. 2. – P. 136-153.

References:

[1] Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana ot 2 sentjabrja, 2024 goda «Spravedlivyj Kazahstan: zakon i porjadok, jekonomicheskij rost, narodnyj optimizm» Respublika Kazahstan, gorod Astana, rezidencija Prezidenta – «Akorda» [in Russian]7

[2] **Khozhanov, N.N.**, Tursunbaev Kh.I., Masatbaev M.K., Khozhainova G.N., Evaluation of empirical links between humus formation and energy factors in the arid zone of Kazakhstan. News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of agricultural sciences, 2019 N1, Almaty.

[3] Agromart, Increase in fertilizer prices in Kazakhstan, Agromart.kz News, 14 Feb 2022 agromart.kz.

- [4] **Hossain, A.**, et al., Agricultural land degradation: processes and problems undermining future food security. In *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth* (pp. 17–61). Springer, Chamnature.com.
- [5] **Karpenko, N.P.**, et al., Technology of restoration of degraded soils using a phosphogypsum-based bioremediant. Environmental Management N1 Published, 2019, Moscow
- [6] **Kalinichenko, V.P.**, Minkina T.M., Bezuglova O.S., Zarmaev A.A., Romanov O.V., Kim V.Ch.-D. Koncepcija vnutripochvennoj diskretnoj impul'snoj irrigacii // Prirodoobustrojstvo, 2013. – №2. – S. 6-11.
- [7] **Blum, S.C.**, Fávero, C., & Alleoni, L.R.F. (2013). Lime and phosphogypsum application and sulfate retention in subtropical no-till soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(2), 279–300.
- [8] **Gao, L.**, Li, R., Yang, D., Bao, L., & Zhang, N, (2025). Phosphogypsum improves soil and benefits crop growth: an effective measure for utilizing solid waste resources. *Scientific Reports*, 15, 11827 nature.com/nature.com.
- [9] **Kovda, P.V.** (1973). Loss of soil organic matter in arid regions. Nauka, Moscow. (In Russian).
- [10] **Kovda, P.V.** (1988). Problems of desertification and soil degradation. Leningrad: Nauka. (In Russian).
- [11] **Outbakat, M.B.**, El Mejahed, K., El Gharous, M., El Omari, K., & Beniaich, A. (2022). Effect of phosphogypsum on soil physical properties in Moroccan salt-affected soils. *Sustainability*, 14(20), 13087 mdpi.com/mdpi.com.
- [12] **Pankova, E.I.** (2013). Salinization and solonetz formation in arid lands of Central Asia. *Eurasian Soil Science*, 46(8), 781–793.
- [13] **Prochnow, L.I.**, Kiehl, J.C., Pismel, F.S., & Corrente, J.E. (1995). Controlling ammonia losses during manure composting with the addition of phosphogypsum and simple superphosphate. *Scientia Agricola*, 52(2), 346–351 scielo.br.
- [14] **Semendyaeva, L.A.**, & Goss, M.J. (1984). Reclamation of Solonchaks Soils with Phosphogypsum: Field Experiments in USSR. *Sov. Soil Science (Engl. Transl.)*, 16, 35–42.
- [15] **Smagin, A.**, Nastojashchee i budushhee samoj plodorodnoj pochvy // Nauka v Rossii, – 2013. – №1. – S. 23-30. [in Russian]
- [16] **Sheudzhen, A.H.**, Onishchenko L.M., Dobrynev E.P., Loktionov M.Ju. Agrojekologicheskaja jeffektivnost' fosfogipsa na posevakh kukuruzy i soi v usloviyah Severo-Zapadnogo Kavkaza na chernozeme vyshhelochennom // Plodorodie, 2013. – №1. – S. 16-20. [in Russian]
- [17] **Barsegian, A.G.**, Gendugov V.M., Glazunov G.P., Gorbato V.S. i dr. Jekologicheskoe normirovanie i upravlenie kachestvom pochv i zemel' / S.A. Shoba, A.S. Jakovlev, N.G. Rybal'skij (red.). Moskva, 2013. [in Russian]
- [18] **Tursunbaev, X.I.**, Patent N5316 dated October 16, 2020 for a utility model "Method for obtaining a bioremediant using manure, phosphogypsum and camel thorn".
- [19] **Godunova, E.I.**, Shkabarda S.N., Patjuta M.B. Rol' jekologicheskogo karkasa v agrolandshaftnom zemledelii // V sb.: Jevoľucija i degradacija pochvennogo pokrova. Sbornik nauchnyh statej po materialam IV Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, 2015. – S. 207-211. [in Russian]
- [20] **Endovitsky, A.P.**, Kalinichenko V.P., Minkina T.M. Carbonate Calcium Equilibrium in Soil Solution as a Driver of Heavy Metals Mobility // *International Journal of Environmental Problems*, 2015a. – Vol. (2). – Is. 2. – P. 136-153.

ЖАҢА БИОТЫҢАЙТҚЫШТЫҢ СУАРМАЛЫ ТОПЫРАҚТЫҢ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫНА ӘСЕРІ

Орынбасар Т.Ж.^{1*}, 8D08612 «Мелиорация және суармалы егіншілік» білім беру бағдарламасы бойынша 3-курс докторанты

Турсунбаев Х.И.¹, аға оқытушы

Естаев К.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

Омарова Г.Е.¹, техника ғылымдарының докторы, профессор

Орынбаев С. А.¹, PhD, қауымдастырылған профессор

Шаянбекова Б.Р.², техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация институты, Тараз қ., Қазақстан,

²Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Аңдатпа. Аталмыш жұмыстағы технология аммиакты гипспен байланыстырудың және компосттағы органикалық заттардың сақталуының арқасында пайда болады, бұл қоректік заттардың шайылуы мен булануын азайтады. Биотыңайтқыштың жаңа түрін алу процесі қарапайым және энергия тиімділігімен ерекшеленеді, сонымен қатар қысқа мерзімде тиімді өнімді алуға мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер биотыңайтқышты органикалық тыңайтқыш ретінде пайдаланудың бірқатар артықшылықтары бар екенін көрсетті. Ұсақталған түйе тікенегі мен фосфогипс қосылған ірі қара малдың көңінен жасалған жаңа биомелиорантты қолдану азот пен фосфордың (органикалық бөліктен), сондай-ақ кальций мен күкірттің (қосылған фосфогипс есебінен) көзі болып табылады.

Жаңа биомелиорантты қолдану азотты аммоний түрінде ұстап, органикалық заттарды топыраққа жылдам енгізу арқылы азот пен органикалық заттардың жоғалуын 40% - ға дейін төмендетеді. Сонымен қатар, жаңа биомелиорантты қолдану топырақтың физика-химиялық және биологиялық (топырақ биотасының белсенділігі) қасиеттерін жақсартуға ықпал етеді, бұл гумустың едәуір жоғарылауына, тұздылықтың төмендеуіне және нәтижесінде, дақылдардың өнімділігінің артуына әкеледі.

Эксперименттік зерттеулер осы биотыңайтқышты қолдану кезінде дақылдардың өнімділігінің едәуір артқанын анықтады. Атап айтқанда, биотыңайтқышты қолдану бақылау нұсқаларымен салыстырғанда құмай өнімділігінің 18-22% өсуіне әкелді. Бұл биотыңайтқышты қолдану Жамбыл облысында жинақталған фосфогипс сияқты өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жаратуға көмектеседі.

Тірек сөздер: Фосфогипс, биотыңайтқыштар, тұздану, деградация, топырақ.

THE EFFECT OF NEW BIOFERTILIZER ON THE FERTILITY OF IRRIGATED SOIL

Orynbasar T.Zh.^{1*}, 3rd-year doctoral student in the educational program 8D08612 “Land Reclamation and Irrigated Agriculture”

Tursunbaev H. I.¹, Senior Lecturer

Estaev K.A.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Omarova G.E.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

Orynbaev S.A.¹, PhD, Associate Professor

Shayanbekova B.R.², Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹*Kazakh National Institute of Water Management and Irrigation*

Taraz Regional University named after M. Kh. Dulati

²*Korkyt Ata Kyzylorda University*

Annotation. This technology of obtaining and applying biomeliorant reduces the loss of nitrogen, potassium and organic matter, while increasing the content of phosphorus and calcium. This is due to the binding of ammonia by gypsum and the preservation of organic matter in the compost, which reduces the leaching and evaporation of nutrients. The process of obtaining a new type of biofertilizer is characterized by simplicity and energy efficiency, and also allows you to obtain a highly effective product in a short time.

The conducted studies have shown that the use of biofertilizer as an organic fertilizer has a number of advantages. The use of a new biomeliorant created from cattle manure with the addition of crushed camel thorn and phosphogypsum is a source of nitrogen and phosphorus (from the organic part), as well as calcium and sulfur (due to the added phosphogypsum).

The use of the new biomeliorant reduces nitrogen and organic matter losses by up to 40% due to nitrogen retention in ammonium form and rapid incorporation of organic matter into the soil. In addition, the use of a new biomeliorant helps to improve the physico-chemical and biological (activity of soil biota) properties of gray-earth soils, which leads to a significant increase in humus content, a decrease in salinity and, ultimately, to an increase in crop yields.

Experimental studies have revealed a significant increase in crop yields when using this biofertilizer. In particular, the use of biofertilizer resulted in an increase in sorghum yield by 18-22% compared to the control variants. The use of this biofertilizer helps in the disposal of industrial waste such as phosphogypsum accumulated in the Zhambyl region.

Keywords: Phosphogypsum, biofertilizers, salinization, degradation, soil.