

МРНТИ 62.13.53

**М.К. Алдабергенов<sup>1</sup>, Г.Т. Рамазанова<sup>2</sup>, Н.М. Орынбаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «НПЦ агроинженерии», г Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный университет, г Алматы, Казахстан

## **ПУТИ РЕШЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ПЛОДОРОДИИ ПАХОТНЫХ И ПАСТБИЦНЫХ ЗЕМЕЛЬ КАЗАХСТАНА**

### *Аннотация*

*В статье приведен анализ экологического состояния пахотных и пастбищных земель Казахстана. Рассмотрены пути решения экологических проблем сельской местности. Приведены результаты предварительных исследований для решения проблем, существующие технические средства и технологии восстановления плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства, а также описание рекомендуемой комплексной технологии восстановления плодородия деградированных пастбищ.*

***Ключевые слова:** деградация пахотных и пастбищных земель, технические средства, биореактор, технология производства, органические удобрения, технология восстановления плодородия, подпочвенное внесение*

### **Введение**

Почвенный покров Республики Казахстан занимает по площади 9-е место в мире и отличается от почв других стран низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам, подверженным процессам деградации и опустынивания.

В настоящее время в Казахстане наблюдается устойчивая тенденция деградации пастбищных земель, что связано с нерегулируемым выпасом скота, сокращением площадей обводненных пастбищ, отсутствием контроля за состоянием и использованием пастбищ и несоблюдением земельного законодательства. За последние 50 лет из-за сверхнормативного использования пастбищ, большая часть пастбищных экосистем серьезно нарушена, потери гумуса в них достигают до 50-70% [1].

По данным Института мировых ресурсов на 2016 год, пастбищные земли в Казахстане занимают 188 млн. га или 70% всей площади. Более 48 млн. га или 26% от общей площади составляют деградированные почвы, из них 23,0 млн. га составляют пастбища, где изменения приобрели необратимый характер, то есть их самовосстановление невозможно или требует крупных вложений и длительного периода заповедного режима [2].

Результаты, полученные при реализации научно-технической программы «По борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005-2015 гг.», свидетельствуют о том, что около 75% территории страны подвержены повышенному экологическому риску. При этом установлено, что наибольшей

деградации подверглись пастбища, прилегающие к сельским населенным пунктам и колодцам [3].

В отдельных районах Юго-востока Казахстана изменения приобрели необратимый характер, то есть самовосстановление пастбищ невозможно или для этого требуются крупные вложения. Такое состояние пастбищных земель выдвигает насущную проблему – восстановление плодородия деградированных пастбищ.

Большая часть пастбищных экосистем серьезно нарушена, ряд ценных видов кормовых трав исчезли или стали редкими, почвы сильно истощены. Потери гумуса в них составляют 25-30% и они не восполняются. Ветровой эрозии подвержены 60% пастбищных земель, более 50% почв в той или иной степени засолены. Все эти негативные процессы вызвали обеднение биоразнообразия, снижение продуктивности природных пастбищных экосистем и, как следствие, ухудшение кормовой базы пастбищного животноводства и качества жизни населения.

По данным Казахского НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У.Успанова [4], процесс дегумификации почв зафиксирован практически на всех пахотных почвах и кормовых угодьях. В настоящее время в Казахстане на больших территориях плодородие почвы заметно снизилось, при этом содержание гумуса в почве в условиях не орошаемой зоны снизилось на одну треть от исходного содержания, а на орошении – до 60%. Более значительные потери гумуса наблюдаются на орошаемых почвах. Из 1,6 млн. га орошаемых земель на долю дегумифицированных приходится 0,7 млн. га.

Такое неудовлетворительное состояние пастбищных экосистем выдвигает насущную проблему для Казахстана – восстановление деградированных пахотных и пастбищных почв и повышение их продуктивности, как основы устойчивого развития агропромышленного комплекса (АПК) Казахстана. В этой связи проблема имеет высокую актуальность, поскольку направлена на разработку и внедрение комплекса мероприятий по восстановлению продуктивности деградированных пахотных и пастбищных земель.

### **Материалы и методы исследования**

Во всем мире существует огромное количество деградированных пастбищных земель, их восстановление поможет решить важные проблемы: устранить из атмосферы тонны углерода, повысить устойчивость к последствиям изменения климата и поднять благосостояние всего человечества. Концептуальной основой борьбы с деградацией земель является сбалансированное воздействие природных и антропогенных факторов на систему «почва – вода – растение». Многими учеными, особенно таких стран как Китай, Пакистан, Индия, Иран, Россия, Украина и Беларусь проводятся исследования по восстановлению нарушенных пастбищных земель, разработке мер по рациональному управлению земельными ресурсами и по предоставлению экологических услуг для сохранения их биоразнообразия [6].

Для восстановления деградированных пастбищных земель в основном задействованы три основных направления мелиорации: гидротехнические, химические и фитомелиоративные [7]. Рядом авторов предложен дифференцированный подход к восстановлению пастбищ [8]. Разработана стройная система мелиорации и организации травянисто-кустарниковых пастбищ [9]. Проблемам самовосстановления современных деградированных пастбищных экосистем посвящены многочисленные исследования, в которых разработаны и приведены основные принципы самовосстановления нарушенных пастбищных экосистем [10].

Долгое время ФАО занимает ведущую роль по внедрению почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ), заключающегося в уменьшении количества обработки до минимума и их применения на больших площадях путем демонстрации, обучения и убеждения фермеров, специалистов сельского хозяйства и служб внедрения, а также в оказании помощи странам в разработке национальных стратегий по внедрению ПРЗ и привлечению инвестиций. Примером успешного сотрудничества СИММИТ, ФАО, Всемирного банка и Правительства Республики Казахстан является внедрение ПРЗ в стране. В результате за 15 лет совместных усилий с ФАО (2002-2017 гг.) в Казахстане площади под ПРЗ выросли с 0 до 2,2 млн. гектаров и страна вошла в первую десятку стран по площади внедрения ПРЗ [6].

Восстановление плодородия пахотных и пастбищных почв, является основой развития Национальной системы производства и оборота органической продукции и должно быть совместимым с международными требованиями, при этом учитывать специфику сельского хозяйства Казахстана.

Формирование системы ведения органического сельского хозяйства не означает отказ от индустриального сельскохозяйственного производства: и органическая, и индустриальная системы ведения сельскохозяйственного производства могут эффективно функционировать параллельно друг другу, постепенно трансформируясь в такую аграрную технологию, которая сможет удовлетворить текущие и возможные потребности в органических продуктах на внутреннем и международном рынках.

Официальная статистика по состоянию на 2017 год не ведет учета предприятий, осуществляющих производство органической продукции. По данным Казахского научно-исследовательского института экономики АПК и развития сельских территорий, на территории республики действуют 29 производителей органической продукции и 19 компаний, сертифицированных на переработку, хранение, транспортировку и другие операции с органическими продуктами. В 2018 году производство органической продукции составило около 300 тыс. тонн, из которых 62 тыс. тонн на сумму около 10 млн. долларов США были экспортированы в Великобританию, Италию, Германию, Францию, Бельгию, Нидерланды, Польшу, Россию, Украину и другие страны.

Площадь внесения органических удобрений в 2018 году составила порядка 69 тыс. га, что ниже уровня 2010 года на 29,1%. Ежегодная потребность

республики в органических удобрениях при площади пашни 21-22 млн. га составляет порядка 100-110 млн. тонн при научно-обоснованной норме внесения 5 тонн/га.

В период с 2010 по 2018 годы наблюдается рост внесения органических удобрений. Если в 2010 году общий объем внесения органических удобрений составлял 180 тыс. тонн, то в 2018 году общий объем внесения органических удобрений составил 415 тыс. тонн, что свидетельствует о заинтересованности сельхоз товаропроизводителей в большем производстве органической продукции.

Наиважнейшим условием плодородия почв является применение органических удобрений, прежде всего навоза, который обеспечивает не только пищевой режим растений, но и регулирует интенсивность и объем малого круговорота энергии в Агро экосистемах. Еще академик Д.Н. Прянишников указывал, что «как бы ни велико было производство минеральных удобрений, навоз никогда не потеряет своего значения, как одно из главнейших удобрений в сельском хозяйстве».

Чрезвычайно важная их роль в поддержании уровня гумуса. К сожалению, за прошедшие 70-100 лет количество гумуса в почве сократилось на 40-69% [4]. За этот период в дерново-подзолистых почвах содержание гумуса упало с 3,4-4,3 до 2,0% и менее, а за последние 50 лет его убыль составила более 50% [3].

Расширение деятельности сельхозпроизводителей животноводческого направления, рост поголовья скота и птицы в Казахстане привели к осложнению экологической обстановки в стране. Известно, что отходы животноводческого производства являются источником развития патогенной микрофлоры и представляют опасность для человека и окружающей среды. Навоз КРС, МРС и куриный помет являются сильным источником загрязнения окружающей среды (почва, грунтовые воды, флора и фауна) и отрицательно воздействуют на здоровье и генофонд населения. Поэтому его обычный выброс, захоронение, использование без переработки невозможно. Средний выход в сутки с 1 головы КРС около 8 кг, МРС – 3 кг и птиц 0,6 кг.

Переход к ведению интенсивного сельского хозяйства, широкое использование генетически-модифицированных организмов (далее – ГМО), ядохимикатов, минеральных удобрений, антибиотиков и стимуляторов продуктивности животных оказывают негативное влияние не только на окружающую среду и здоровье людей, но также на экономическую и социальную устойчивость общества в целом.

Восстановление плодородия и повышение продуктивности деградированных пахотных и пастбищных земель является актуальной проблемой для АПК республики. Для решения данной проблемы нами рекомендуется комплексный подход, предполагающий сочетание различных направлений научных исследований: применение агрономических ценных микроорганизмов (ЭМ-технологий) и механизацию процессов переработки отходов, производство жидкого удобрения, подпочвенное внесение с

микроорганизмами и пастбищное водоснабжение для восстановления плодородия деградированных пастбищ.

Механизация процессов восстановления деградированных пахотных и пастбищных земель, осуществляемая с применением систем водоснабжения, производство жидких удобрений, внедрение технологии подпочвенного внесения удобрений с микроорганизмами, является актуальной проблемой.

С помощью максимального использования биопотенциала почвы, растений, животных органическое сельское хозяйство способно минимизировать экологические, социальные и экономические риски, а также предоставить возможность сельским жителям повысить уровень своих доходов, улучшить качество жизни.

Рекомендуемая нами технология производства жидких органических удобрений и их внесение направлена на решение вышеназванных проблем с автоматизацией процессов производства и внесения органических удобрений.

По приблизительной оценке [1] почти 60% всех животноводческих производств не имеют системы очистки навозных стоков. С учетом реализации национального проекта по развитию животноводства количество навозных стоков, подлежащих переработке и утилизации, должно увеличиться в 1,5 раза.

В этой связи разработка низко затратных, высокоэффективных технологий, обеспечивающих гарантированное производство обеззараженных и обезвреженных органических удобрений на основе бес подстилочного навоза/помета, приобретает важное значение в вопросах повышения плодородия почвы, охраны природы, сохранения здоровья животных, повышения безопасности труда обслуживающего персонала, здоровья населения и рентабельности производства.

Жидкое органическое удобрение, помимо азота содержит большое количество калия и может быть использовано как высокоэффективная азотно-калийная корневая подкормка. Этот вид подкормки полезен в первую очередь требовательным к азоту крестоцветным, в том числе всем видам капусты, большинству корнеплодов, зелени, луку, пасленовым культурам, высокобелковым кормовым травам [6].

В этой связи нами разработана технология производства и применения жидких органических удобрений из отходов животноводства. Это органическое удобрение экологически чистое, не содержит химических соединений, загрязняющих окружающую среду. Полученное органическое удобрение совместно с ЭМ-ассоциациями будет внесено в подпочвенный слой пахотного горизонта с применением специальных технических средств.

Для получения органических удобрений планируется применение специальных биореакторных установок. Проведя системный анализ развития мировой практики, установлено, что аналогичные исследования проводятся в странах дальнего зарубежья - Китай, Индия, Германия («Ubitec GmbH», «Eltaga laisensing GmbH», «Brachthfluser GmbH», «Agri.capital GmbH»), Дания, Великобритания (ANOX), США и Япония [11, 13].

Разработкой такой технологии занимаются в Израиле, где запатентована технология «AgrowBio», позволяющая производить из бытовых отходов биогаз, который может использоваться в силовых установках. Данная технология была одобрена специалистами США и других стран, как наиболее эффективная и экономичная для переработки твердых бытовых отходов (ТБО) по сравнению с традиционными технологиями, используемыми в настоящее время [11].

На сегодняшний день существуют два основных вида устройств, предназначенных для биотехнологической переработки концентрированных органических субстратов с влажностью 92-96%. Их технологическая схема наиболее близка к предлагаемой нами биореакторной установке [14].

Для субстратов с быстрым расщеплением, которые из-за этого имеют склонность к окислению, рекомендуется для гидролиза и окисления предусмотреть отдельный резервуар, чтобы из него продукты разложения дозировано подавать в ферментатор (двухступенчатая технология).

В большинстве биогазовых установок процессы расщепления протекают параллельно, то есть они не разделены ни территориально, ни во времени. Такие технологии называют одноступенчатыми (рисунок 1).

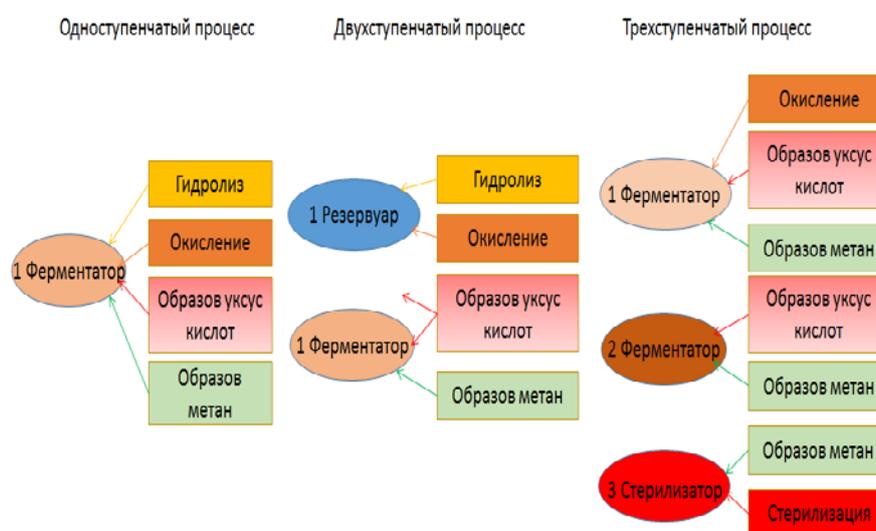


Рисунок 1 – Одно-, двух- и трехступенчатые процессы

Преимуществом является выдерживание эффективности работы бактерий через создание оптимальных условий жизнедеятельности (в первую очередь уровень pH).

С точки зрения ускорения процессов анаэробного брожения и стерилизации вредных микробов в биореакторах, модель трехступенчатого биореактора является самой эффективной (Алдабергенов М.К., 2017). В отличие от двухступенчатых, в трехступенчатом биореакторе вместо стадии гидролиза предусмотрена емкость для подготовки субстрата и далее 2 ферментатора с температурой нагрева до 70°C, обеспечивающей термофильный режим, а также стерилизатор для сверх термофильного режима, обеспечивающего стерилизацию микробов [14].

Трехступенчатый биореактор снабжен системой автоматики для контроля процесса производства жидких удобрений и подкормок из навоза и помета. При подаче смеси в первую ёмкость происходит последовательный перелив приготовляемой продукции в последовательно соединенные емкости сбраживания, в которых автоматически поддерживается постоянная температура. Источником тепла является отопительный котел на газе.

Производство отечественной системы автоматизации переработки отходов в животноводстве обеспечит необходимый уровень продовольственной безопасности страны, создаст новые рабочие места в регионах, позволит развивать экспорт выпускаемой продукции животноводства, повысить качество продукции растениеводства и ее конкурентоспособность. Применение трёхступенчатого биореактора позволит ускорить процесс анаэробного сбраживания и обеспечит непрерывность процесса; последующее экструдирование с применением шнекового пресса стерилизует отходы, и в конце микроволновая сушилка с ультрафиолетом позволяет произвести утилизацию отходов с большой энергетической эффективностью и в короткие сроки, обеспечит обеззараживание субстрата и уничтожение семян растений.

Технология управляемого трехступенчатого анаэробного сбраживания и термическая нейтрализация позволяют сократить затраты, а комплекс автоматического контроля и управления, сводит к минимуму участие персонала и позволяет получать стабильное качество жидких удобрений.

Суточная расчетная производительность по биогазу составляет 6,5...11,5 м<sup>3</sup>/сут, по жидкому удобрению – 2 т/сут, сухому удобрению 0,2 т/сут, себестоимость жидких удобрений 7 тенге/кг, сухих удобрений 77 тенге/кг, срок окупаемости по жидкому удобрению 0,3 год, по сухому удобрению 1,1 год.

Температура субстрата в биореакторах соответствует термофильному режиму и свехтермофильному режиму – 40...95°C, расход биогаза на нагрев – 6,2 м<sup>3</sup>/сут, доза загрузки – 10%, плотность полученного удобрения – 864,9 кг/м<sup>3</sup>, массовая доля сухого вещества – 10,7%, эффективность обеззараживания навоза 98%.

Результат химического анализа органического удобрения, проведённого в аттестованной лаборатории «Химических анализов» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова», показал следующий состав: общий гумус – 32,8%; валовый фосфор – 2300 мг/л; общий азот – 1,456 мг/л; валовый калий – 1500 мг/л.

Подпочвенное внесение жидкого удобрения осуществляется с помощью специального оборудования с системой перекачивающего и нагнетательного насосов, трубопроводами, цистерной перевозки, перекачиваются насосом, и с помощью рукавов подаются в рабочие распределительные органы машины.

В исследованиях доктора Клаудия Вагнер-Риддле из Университета Гульф г.Антарио (Канада) [15] (рисунок 2) предложено четыре способа внесения субстрата в почву.

Результаты анализа существующих технологий и машин для внесения жидких удобрений на лугах и пастбищах говорят о том, что они оснащены

сошниками, нарезают в почве бороздку, в которую и подается жидкое органическое удобрение.



Рисунок 2 – Четыре способа внесения субстрата в почву: нанесение на поверхность с разбрызгиванием (а), подпочвенное внесение (б), с розливом из шлангов (с) и прицепного сошника (д)

### Результаты и их обсуждения

Учитывая слабую оснащенность крестьянских хозяйств региона, рекомендовать оборудование с такими техническими средствами невозможно. Поэтому рекомендуем технологический процесс подпочвенного внесения жидких удобрений осуществить с помощью агрегата, состоящего из прицепного бака с насосом нагнетания давления и распределителя по стойкам рабочих органов, агрегируемый с тракторами Т-40 и МТЗ-80, имеющихся в наличии у крестьянских хозяйств.

В результате анализа и систематизации научно-технической литературы по различным технологиям и техническим средствам биологической, термической и химической переработки концентрированных органических субстратов с влажностью 92-96%, установлено, что предлагаемая нами биотермическая комплексная технология позволяет ускорить процесс переработки, обеззараживания и производства сухого органического удобрения.

Обработывая полученные результаты подсчетов, ежемесячные усредненные значения количества и видов растений, построили графики, описывающие динамику изменения показателей на опустыненных опытных участках пастбищ по календарным срокам.

Повременное изменение показателей на деградированных участках пастбищ за март-ноябрь приведено на рисунке 3.

Как видно из рисунка, динамика изменений, усредненное количество растений прямо зависит от изменений естественной влаги на пастбище.

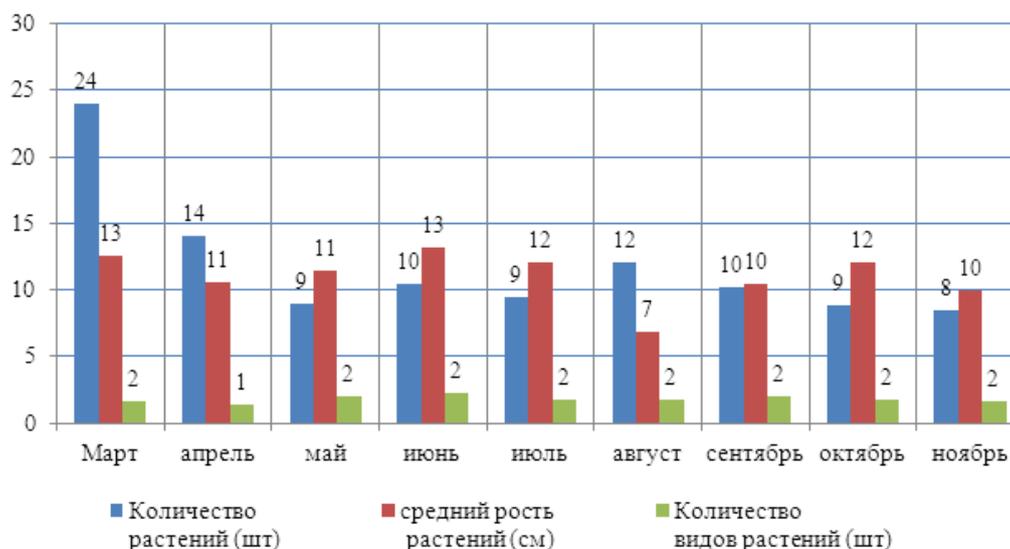


Рисунок 3 – Повременное изменение показателей на деградированных участках пастбищ (март-ноябрь 2016)

Обработывая полученные результаты подсчетов, ежемесячные усреднённые значения количества и видов растений, построили графики, описывающие динамику изменения показателей на средне-нормальных (контрольных) участках по календарным срокам.

Повременное изменение показателей на средне-нормальных (контрольных) участках пастбищ, за март-ноябрь приведено на рисунке 4.

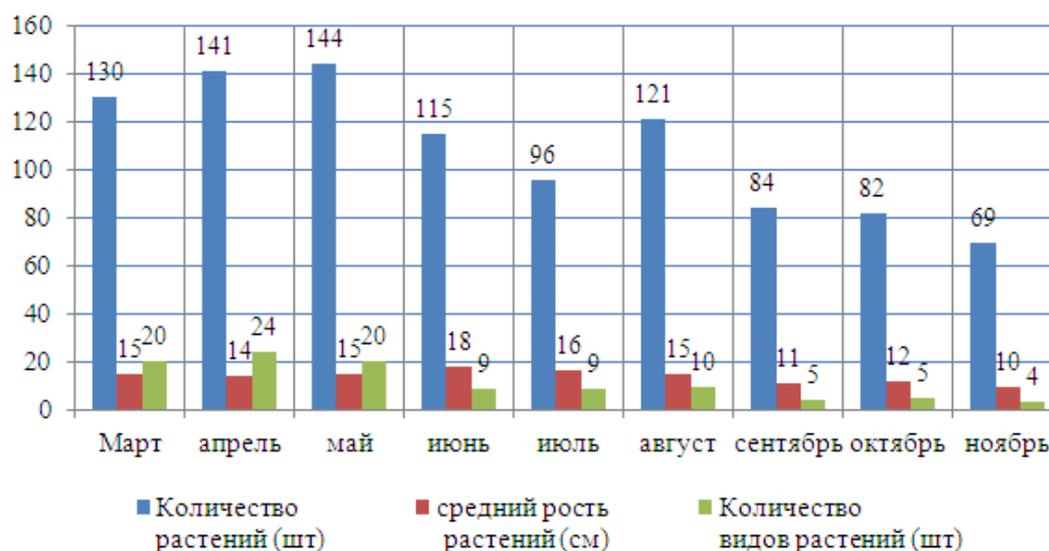


Рисунок 4 – Повременное изменение показателей на средне-нормальных участках пастбищ (март-ноябрь 2016)

Динамика изменений, усредненное количество растений на средне-нормальных участках пастбища прямо зависит от количества осадков в течение года. Установленные закономерности позволят в дальнейшем определять

оптимальные сроки обработки поверхности пастбищ для восстановления плодородия.

Результаты подсчетов количества видов растений (биоразнообразие) (шт/м<sup>2</sup>) на опытных (опустыненных) участках указывают на 10 кратное уменьшение (от 20 до 2 шт/м<sup>2</sup>), что является показателем более 10 кратной деградированности зеленого покрова относительно средне-нормального (контрольного) участка пастбищ.

Комплексная технология восстановления плодородия деградированных пастбищ (Алдабергенов М.К., Саданов А.К., 2017) предусматривает производство в хозяйственных условиях жидкого органического удобрения со стерилизацией отходов с помощью трехступенчатой биореакторной установки и подпочвенное внесение ЭМ-препарата путем заделывания культуральной суспензии препарата ститр  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл совместно с жидким органическим удобрением, с использованием специального оборудования с рыхлящими рабочими органами, обеспечивающими одновременно внесение и заделку препарата в почву, а также проведение полива поверхности пастбищ [16].

В результате проведенных испытаний установлено повышение плодородия почв, при этом содержание азота в почвах увеличилось в 2,0-2,5 раза, засоленность почвенного фильтрата снизилась от рН 8,15 до нейтрального значения (рН 6,12), что обеспечивает восстановление плодородия и повышение продуктивности деградированных пастбищных и пахотных земель Юго-востока Казахстана и всей Центральной Азии.

### Выводы

Разработанная технология производства и применения органических удобрений и ЭМ-ассоциаций для восстановления плодородия деградированных почв позволяет ускорить процессы внедрения ПРЗ для поливных площадей южных регионов Казахстана.

Комплексность этих мероприятий заключается в использовании ЭМ-ассоциаций агрономической ценных микроорганизмов для создания «здоровой» почвенной микрофлоры (ЭФ-технология), разработки и внедрении процессов механизации получения жидких удобрений на основе отходов животноводства и проведении гидромелиоративных мероприятий для оптимизации водоснабжения.

Внедрение этой технологии приведет к восстановлению плодородия пастбищных земель, повышению производительности труда в крестьянских хозяйствах на 20-30% и снижению экологической напряженности в сельской местности.

### Список литературы

1. Wessels K.J., Prince S.D., Carroll M., Malherbe J. Relevance of rangeland degradation in semiarid northeastern South Africa to the nonequilibrium theory // Ecological Application. - 2007. - Issue 3 (April). - Vol. 17.

2. Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы // Вестник Каспия. – 2004. -№ 1. -С. 24-44.

3. Кузьмин Т.В., Трешкин С. Е., Мамутов Н.К. Результаты опытного формирования естественной растительности на засоленных землях обсыхающего дна Аральского моря // Аридные экосистемы. - 2006. Т. 12., № 29. - С 27-40.

4. Государственная программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005-2015 гг. [Электронный ресурс]. URL: <http://savesteppe.org/ru/archives/2774> 19.09.2005.

5. Щетников А.И. Динамика и устойчивость степных геосистем / А.И. Щетников, О.А. Зайченко // Аридные экосистемы. - 2000. - Т.6. - №3. - С. 65-74.

6. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие: теория и методика исследований //Русский вариант публикации подготовлен под общей редакцией доктора сельскохозяйственных наук, профессора Хафиза Муминджанова (2015). – Субрегиональное отделение Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций по Центральной Азии. – Анкара, 2015 «Myriad Pro». – 188 с.

7. Саданов А.К., Смирнова И.Э., Сабденова А.А., Султанова А.Ж., Нурмуханбетова А.М. Создание ЭМ-ассоциаций, изучение их влияния на пастбищные культуры и биологическую активность деградированных почв //Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2016. – №2 (67). – С. 160-166.

8. Саданов А.К., Алдабергенов М.К., Смирнова И.Э., Орынбаев Н.М. Разработка технологии производства и применения органических удобрений и ЭМ-ассоциаций для восстановления плодородия деградированных пастбищ //Сб. трудов Междун. научн.-практ. конф. «Вклад микробиологии и вирусологии в современную биоиндустрию», посвященной 60-летию Ин-та микробиологии и вирусологии (3 июня 2016). – Алматы. – С. 206-211 .

9. Verhulst, N., Kienle, F., Syare, K.D., Deckers, J., Raes, D., Limon-Ortega, A., Tijerina-Chavez, L., Govaerts, B., 2010. Soil quality as affected by tillage-residue management in a wheat-maize irrigated bed planting system. Plant Soil. 340. – P. 453-466.

10. Neave, M., Rayburg, S., 2007. A field investigation into the effects of progressive rainfall-induced soil seal and crust development on runoff and erosion rates: The impact of surface cover. Geomorphology 87. – P. 378-390.

11. Werner H. et. al. Economical and Environmental analysis of a biogas plant within a context of a real farm //The Royal Veterinary and Agricultural University Denmark. – 2004. – 456 p.

12. «Biomass Energy Systems», ACRE, the Australian CRS for Renewable Energy Ltd, [http:// wwwphys.murdoch.edu.au/acre/](http://wwwphys.murdoch.edu.au/acre/).

13 How small bio-digesters can improve nutrient recycling in agriculture, reduce emissions of greenhouse gases and improve local energy services. Prepared for IAC by ETC Energy. – 2000. –234 p.

14. Алдабергенов М.К., Бекбосынов С.Б., Орынбаев Н.М., Рамазанова Г.Т. Рекомендации по технологиям производства сухого органического удобрения с

использованием отходов животноводческого комплекса. – Алматы: Инжу-Маржан, 2017. – 90 с.

15. Wagner-Riddle C, Thurtell GW, Kidd GE, Beauchamp EG, Sweetman R. Estimates of nitrous oxide emissions from agricultural fields over 28 months. *Can J Soil Sci* 77:135–144. doi:10.4141/S96-103 <http://www.uoguelph.ca/research/>.

16. Алдабергенов М.К., Саданов А.К., Смирнова И.Э., Орынбаев Н.М. Рекомендации по внедрению и адаптации комплексной технологии восстановления плодородия деградированных пастбищ для Юго-востока Казахстана. – Алматы: Инжу-Маржан, 2017. – 48 с.

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЕГІСТІК ЖӘНЕ ЖАЙЫЛЫМДЫҚ ЖЕРЛЕРІНІҢ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУМЕН, АУЫЛДЫҚ ЖЕРДІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫН ШЕШУ ЖОЛДАРЫ

### *Аннотация*

*Мақалада Қазақстанның егістік және жайылымдық жерлерінің экологиялық жағдайына талдау келтірілген. Ауылдық жердің экологиялық мәселелерін шешу жолдары қарастырылған. Проблемаларды шешу үшін алдын ала зерттеулердің нәтижелері, қолда бар техникалық құралдар мен топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру және ауыл шаруашылығы өндірісінің өнімділігін арттыру технологиялары, сондай-ақ тозған жайылымдардың құнарлылығын қалпына келтірудің ұсынылатын кешенді технологиясының сипаттамасы келтірілген.*

*Түйінді сөздер:* егістік және жайылымдық жерлердің тозуы, техникалық құралдар, биореактор, өндіріс технологиясы, Органикалық тыңайтқыштар, құнарлылықты қалпына келтіру технологиясы, жер асты енгізу

## SOLUTIONS TO ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN RURAL AREAS WITH THE RESTORATION OF FERTILITY OF ARABLE AND PASTURE LANDS OF KAZAKHSTAN

### *Annotation*

*The article presents the analysis of the ecological state of arable and pasture lands of Kazakhstan. The ways of solving environmental problems in rural areas are considered. The results of preliminary studies to solve the problems, the existing technical means and technologies of restoration of soil fertility and increase the productivity of agricultural production, as well as a description of the recommended integrated technology for restoring the fertility of degraded pastures.*

*Key words:* degradation of arable and pasture lands, technical means, bioreactor, production technology, organic fertilizers, technology of fertility restoration, subsurface application