

МРНТИ 68.35.47

М.К. Алдабергенов¹, Н.М. Орынбаев²

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩНЫХ И ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Аннотация

В статье приведены результаты исследования показателей технических средств производства и внесения органических удобрений на пастбищных и пахотных землях для восстановления плодородия. Показатели восстановления плодородия деградированных пастбищных и пахотных земель и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства, а также описание рекомендуемой комплексной технологии восстановления плодородия деградированных пастбищных и пахотных земель, существующих технических средств и технологий

***Ключевые слова:** деградация пастбищ, технические средства, биореакторы, технология производства, органические удобрения, технология восстановления плодородия, подпочвенное внесение*

Введение

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 (48 млн. га) пастбищных экосистем серьезно нарушена, потери гумуса в них достигают до 50-70% [1].

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 [2].

Восстановление плодородия и повышение продуктивности деградированных пастбищных и пахотных земель является актуальной проблемой повышения продуктивности производства продуктов растениеводства и животноводства республики. Для решения данной проблемы нами рекомендуется комплексный подход, предполагающий сочетание различных направлений научных исследований: применение агрономически 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 пастбищ и пахотных земель, осуществляемая с применением систем водоснабжения, производства жидких удобрений, внедрением технологии подпочвенного внесения удобрений с микроорганизмами, является актуальной проблемой.

Комплексная технология восстановления плодородия деградированных пастбищ 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 1×10^9 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.

Материалы и методы исследования

Фирма MT- Biomethan GmbH (Германия) применяет технологию 3-х стадийного сбраживания для увеличения выделения биогаза: основное анаэробное сбраживание в метантенке, дображивание в «холодном» резервуаре и остаточное газовыделение в резервуаре-накопителе готового удобрения [4].

В качестве другого варианта такой технологии фирмой «Ubitec GmbH» (Германия) предложена технология сбраживания, которая состоит из 2-х стадий: кислотная стадия протекает в предварительном биореакторе, а щелочная стадия протекает в основном реакторе [4].

Анализ технологий анаэробного сбраживания позволил выявить тенденции их развития и пути повышения эффективности биогазовых установок. Это позволит получить исходные данные для разработки технологического оборудования для метанового сбраживания органических отходов и создавать инновационные конструктивно-технологические схемы высокопроизводительного оборудования на базе дальнейшего развития разработанных технологий.

Для поддержания в биореакторах температурного режима на уровне 30-91°C с оптимальным условием технологии получения жидких удобрений, а также для экономии потери энергии рекомендуется усилить теплоизоляцию реакторов с установкой их углублением в почву, что позволит существенно повысить эффективность производства жидких удобрений за счет снижения потерь теплоотдачи и использования тепла земли.

С точки зрения ускорения процессов анаэробного брожения и стерилизации вредных микробов в биореакторах модель трехступенчатого биореактора является самой эффективной. 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 стерилизатора для сверхтермофильного режима с температурой нагрева до 100°C, обеспечивающего стерилизацию микробов [5].

Трехступенчатый биореактор снабжен системой автоматики для контроля процесса производства жидких удобрений и подкормок из навоза и помета. В бункер загрузки помещается от 0,1 м³ сырья (помёт/навоз) и добавляется до 0,4 м³ воды (рисунок 1). Смесь автоматически перемешивается до однородной консистенции и настаивается в течение 2-4 часов. Загрузка установки и отбор готовой продукции происходит каждые 6 часов.



Рисунок 1 – Общий вид трехступенчатого биореактора для производства жидкого органического удобрения

При подаче смеси в первую ёмкость происходит последовательный перелив приготавливаемой продукции в последовательно соединенные емкости сбраживания, в которых автоматически поддерживается постоянная температура. Источником тепла является отопительный котел на газе собственного производства [5].

Преимущество деления процесса анаэробной переработки на отдельные фазы или стадии проявляется в том, что в каждой фазе создаются оптимальные условия для развития и жизнедеятельности той популяции микроорганизмов, которая необходима для повышения эффективности брожения биомассы.

Устойчивость и интенсивность процесса метанового сбраживания в биореакторе зависит от сбалансированности всех стадий процесса, оптимального взаимодействия всех групп микроорганизмов в каждой фазе переработки.

Количество бактерий в 1 мл субстрата при любом микробиологическом процессе, протекающем непрерывно, обуславливается скоростью разбавления культуры, т.е. дозой загрузки в биореактор. Эту зависимость можно выразить уравнением

$$\frac{dx}{d\tau} = (V_{\text{рост}} - V_{\text{разб}})x, \quad (1)$$

где x – количество бактерий в 1 мл субстрата; τ – время протекания процесса; $V_{\text{рост}}$ – удельная скорость роста культуры; $V_{\text{разб}}$ – скорость разбавления культуры, зависящая от дозы загрузки.

Если $V_{разб} = V_{рост}$, то $\frac{dx}{d\tau} = 0$, т.е. количество бактерий в субстрате остается постоянным.

Анаэробное брожение наиболее эффективно протекает при постоянном росте количества микроорганизмов, таким образом, условие интенсификации процесса имеет вид:

$$V_{разб} < V_{рост}, \text{ тогда } \frac{dx}{d\tau} \geq 0. \quad (2)$$

Ускорить выход метантенка на рабочий режим можно также, используя новые эффективные ассоциации микроорганизмов путем внесения их в виде засевного материала одновременно с подготовленным навозом.

В щелочной стадии сбраживания субстрата интенсификация процесса производится введением через дозатор штаммов эффективных микроорганизмов, содержащих, например, метаногенирующие культуры *Methanobacterium omelianskii* и *Methanococcus mazei*.

Представляет интерес использование технологии эффективных микроорганизмов (ТЭМ), разработанной профессором Хига из университета г. Окинава (Япония). Скорость биохимических реакций возрастает пропорционально увеличению температуры, для биохимических реакций такая зависимость наблюдается до некоторого предела. Как известно, при сбраживании навоза выделение биогаза идет в 2,5...3 раза быстрее в термофильных условиях (40...55 °С), чем в мезофильных (25...35°С).

Однако выделение биогаза зависит не только от дозы загрузки, но и от метода внесения сырья в метантенк. При прочих равных условиях дискретная подача навоза более эффективна, чем разовая, при этом количество разложившегося органического вещества и выход биогаза выше на 38...50%.

Многоуровневое перемешивание и принудительная дегазация ускоряют процесс. При перемешивании можно добиться равномерного распределения загружаемого навоза и микроорганизмов в реакторе, а с помощью принудительной дегазации воспрепятствовать накоплению промежуточных и конечных продуктов метаболизма [7...16].

Результаты теоретического расчета выхода биогаза в психрофильном, мезофильном и термофильном режимах, а также при комбинированном сбраживании субстрата в термофильном и мезофильном режимах приведены в таблице 1.

Эффективность работы биогазовой установки во многом зависит от теплового режима работы ее биореактора. Биореактор является основным элементом конструкции биогазовых установок, в котором протекают процессы биохимического превращения отходов животноводства. Основным критерием процесса брожения в биореакторе является температура субстрата, а также интенсивность выделения биогаза и время переработки субстрата.

Таблица 1 – Выход биогаза в психрофильном, термофильном, мезофильном и комбинированном режимах

Температурный режим	Скорость роста микроорганизмов, μ_m , сут-1	Предельный выход биогаза, ВПРЕД, м ³ /кг	Содержание органического вещества, COB, %	Выход биогаза с 1 м ³ биореактора, В, м ³ /м ³
Психрофильный	0,13	0,09...0,18	8,4	0,6...1,2
Мезофильный	0,26	0,18...0,4	8,4	1,2...2,16
Термофильный	0,58	0,32...0,6	8,4	2,16...4,13
Термофильный и мезофильный	0,26...0,58	0,18...0,6	8,4	3,36*...6,26**

* - при продолжительности сбраживания 10...15 сут;

** - при продолжительности сбраживания до 30 сут;

Для трёхступенчатого биореактора задаётся температура субстрата t_p , необходимая для осуществления технологического процесса, тогда в качестве неизвестной величины принимается тепловая мощность Q_{TK} , а температура t_p представляет собой входную независимую.

Решение задачи в такой постановке может осуществляться в рамках как стационарного, так и нестационарного теплового режима. В первом случае оно сводится к определению расчётной тепловой мощности топливного котла P_{TK} , во втором – находится закон изменения во времени температур теплоносителей, в системе t_i и трёхступенчатого биореактора t_p .

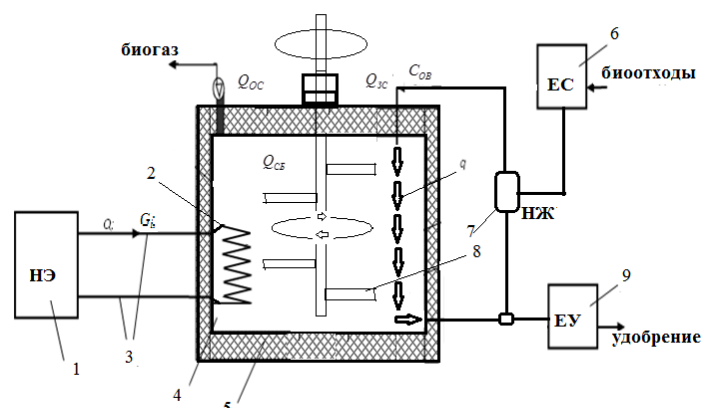
Исходя из теории теплообменных аппаратов, принимаются следующие допущения: температура потока теплоносителя принимается одинаковой по всему сечению труб, внутренние источники тепла в теплоносителях отсутствуют, аккумулирующей способностью стенок теплообменников можно пренебречь, теплоемкость всех элементов и теплоносителей постоянна, теплообмен между элементами системы характеризуется средними значениями коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи [4].

Тепловые потоки биогазовой установки показаны на принципиальной схеме теплообмена ее элементов (рисунок 2). На основе вышесказанного формируются уравнения аналитической модели биогазовой установки. Решая (2), получаем описание динамики нагрева в отдельных элементах. Уравнение динамики нагрева теплоносителя в топливном котле НЭ:

$$t_{i\text{вых}} = t_{i0} e^{-\tau/T_1} + t_{i\text{уст}} \left[1 - e^{-\tau/T_1} \right], \quad (3)$$

$$T_1 = \frac{G_i c}{K_{TO} F_{TO}}, \quad (4)$$

где T_1 – постоянная времени; $t_{i\text{уст}}$ – установившаяся температура.



1 – нагревательный элемент (НЭ); 2 – теплообменник биореактора (ТО); 3 – технологические трубопроводы (ТТ); 4 – биореактор; 5 – тепловая изоляция; 6 – емкость для приготовления субстрата (ЕС); 7 – электронасос-измельчитель субстрата (НЖ); 8 – лопасть смесителя субстрата; 9 – емкость для накопления готового удобрения (ЕУ)

Рисунок 2 – Структурная схема биореакторной установки

Приравнявая уравнения теплоотдачи от ТО и изменение энтальпии биомассы в биореакторе, определяем температуру t_l''

$$t_l'' = \frac{t_l' - t_n (B+1)}{B}, \quad B = e^{\frac{K_{TO} F_{TO}}{G_l c}} \quad (5)$$

где $t_l'; t_l''$ – начальная и конечная температуры теплоносителя в ТО.

На основе вышесказанного формируются уравнения аналитической модели биогазовой установки.

$$\left. \begin{aligned} P_{TK} d\tau &= G_i c dt_i + K_{TO} F_{TO} (t_i - t_n) d\tau - G_q c (t_{exq} - t_{выхq}) d\tau \\ K_{TO} F_{TO} (t_i - t_n) d\tau + K_{TY} F_{TY} (t_q - t_n) d\tau &= \\ = G_{BY} c dt_n + M_K c dt_n + K_{BY} F_{BY} (t_n - t_0) d\tau \\ C_l \frac{dt_l}{d\tau} + K_{TO} F_{TO} (t_i - t_n) &= G_l c (t_{exl} - t_{выхl}) \\ C_q \frac{dt_q}{d\tau} + K_{TY} F_{TY} (t_q - t_n) &= G_q c (t_{exq} - t_{выхq}) \\ t_i &= \frac{t_{выхi} + t_{exi}}{2}; \quad p = i, l, n, q; \quad t_p (\tau = 0) = t_{pn} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где P_{TK} – тепловая мощность топливного котла; $t_{ex}, t_{вых}$ – температуры теплоносителей на входе и выходе соответствующих элементов; t_0 – температура окружающей среды; t_i, t_l, t_q, t_n – соответственно температуры теплоносителей в ТК, ТО, ТУ, биогазовой установки; K_{TO}, K_{TY} –

соответственно коэффициенты теплопередачи ТО и ТУ; $K_{БВ}$ – коэффициент теплопередачи в окружающую среду биогазовой установки; $F_{ТО}, F_{ТУ}$ – соответственно поверхности теплообмена ТО, ТУ; $F_{БВ}$ – поверхности теплоотдачи в окружающую среду биогазовой установки; $G_i; G_b; G_q$ – соответственно расходы теплоносителей в ТК, ТО, ТУ; τ – время, с; $c; c_B, c_c$ – соответственно удельные теплоемкости воды, биомассы ($C_B = 4,06$ кДж/кг °С) и стали; $G_{БВ}, M_K$ – масса субстрата и корпуса биогазовой установки; $C_l; C_q$ – полные теплоемкости соответствующих элементов.

Решая (7), получаем описание динамики нагрева в отдельных элементах. Уравнение динамики нагрева теплоносителя в топливном котле ТК

Время нагрева биомассы до заданной температуры t_n'' равно [4, 5]

$$\tau_{БВ} = T_2 \ln \frac{t_n'' - t_l' \left[\frac{(B-1)}{(B+1)} \right]}{t_n' - t_l' \left[\frac{(B-1)}{(B+1)} \right]}, \quad (7)$$

$$T_2 = \frac{B(G_{БВ} c_B + M_K c_c + Q_{OC})}{G_l c(B+1)}, \quad (8)$$

где $t_n'; t_n''$ – температура биомассы в начале и конце нагрева; T_2 – постоянная времени биореактора биогазовой установки; Q_{OC} – удельные тепловые потери.

Тепловая мощность нагревательного элемента (НЭ), необходимая для разогрева биореактора [4]

$$P_{TK}^1 = \frac{(C_{БМ} G_2 + C_{БГ} G_3 + C_c M_K) \cdot (t_p'' - t_p^1)}{\eta_T \eta_{mo} \tau_P}, \text{ кДж}, \quad (9)$$

где G_2 – количество биомассы, кг; $C_{БГ}$ – удельная теплоемкость биогаза, $C_{БГ} = 2,34$ кДж/кг ч; C_c – удельная теплоемкость стали корпуса, $C_c = 0,46$ кДж/кг ч; M_K – масса корпуса, кг; G_3 – масса биогаза в газгольдере; $G_{БГ} = V\rho$, кг; V – объем газгольдера, м³; ρ – плотность биогаза, нормальная, $\rho = 1,2$ г/л; τ_P – время нагрева биомассы в биореакторе, ч; η_{mo} – к. п. д теплообменника, $\eta_{mo} = 0,92$; t_p' ; t_p'' – начальная и конечная температуры биомассы в биореакторе, °С. Начальная и конечная температуры биомассы в реакторах, соответственно, $t_2' = 20^\circ\text{C}$; $t_2'' = 49^\circ\text{C}$, $t_3' = 69^\circ\text{C}$, входе и выходе теплообменника $t_2' = 30^\circ\text{C}$; $t_2'' = 69^\circ\text{C}$, $t_3' = 89^\circ\text{C}$.

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных говорит о том, что время нагрева биомассы с учетом интенсивности циркуляции в трёхступенчатых биореакторах до

термофильной температуры 80°C составляет 120 ч, установленная суммарная тепловая мощность НЭ составляет 5,9 кВт.

На основании полученных данных разработана усовершенствованная технология комбинированного сбраживания сельскохозяйственных отходов с помощью трехступенчатого биореактора [5], с реакторами объемом 3 м³. Результаты исследования приведены на рисунке 3, где показана зависимость интенсивности процесса сбраживания биомассы от дозы загрузки в мезофильном и термофильном режимах.

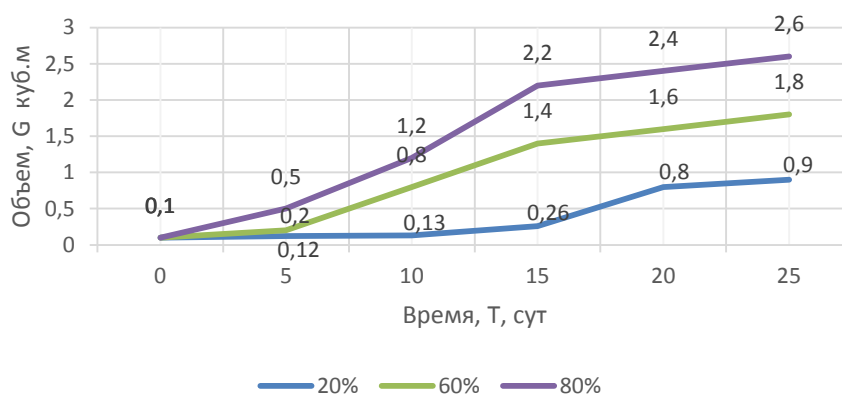


Рисунок 3 – Зависимость продолжительности стадий кислотного и щелочного сбраживания и выхода биогаза от дозы загрузки биомассы в биореакторах с объемом реактора 3 м³ в мезофильном режиме – 20 % (200 л/сут); 40 % (400 л/сут); 60 % (600 л/сут) и 80 % (800 л/сут).

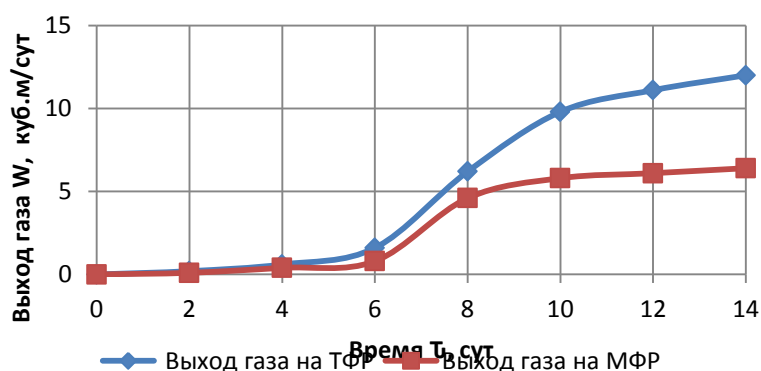


Рисунок 4 – Выход биогаза в мезофильном и термофильном режимах в первом и втором ступенях сбраживания

Анализ полученных данных говорит о том, что при изменении дозы загрузки биомассы от 20 до 80% удельный выход биогаза составляет для мезофильного режима 0,2...1,2 м³/м³ в сутки и для термофильного режима 0,4...2,16 м³/м³ в сутки (рисунок 5). Полученные данные свидетельствуют, что стадия кислотного брожения наиболее эффективно протекает в мезофильном режиме, а её продолжительность снижается от 15 до 5 суток, при увеличении дозы загрузки от 20 до 80%. Следовательно, оптимальные условия кислотного брожения следующие: температура – 30...35 °С, время экспозиции – 3...5 суток, доза загрузки – не менее 80%.

Исследования зависимости температуры субстрата в биореакторе от режимов нагрева показали, что в режиме постоянного нагрева при мощности нагревательного элемента до 3 кВт, температура субстрата в первом реакторе поддерживается в диапазоне 39...51°C, в режиме периодического нагрева (нагревательные элементы включались на 10 ч в течение суток) температура субстрата во втором реакторе составляла 56...65°C, а в третьем реакторе температура субстрата поддерживается в диапазоне 79...91°C и производится полное обеззараживание.

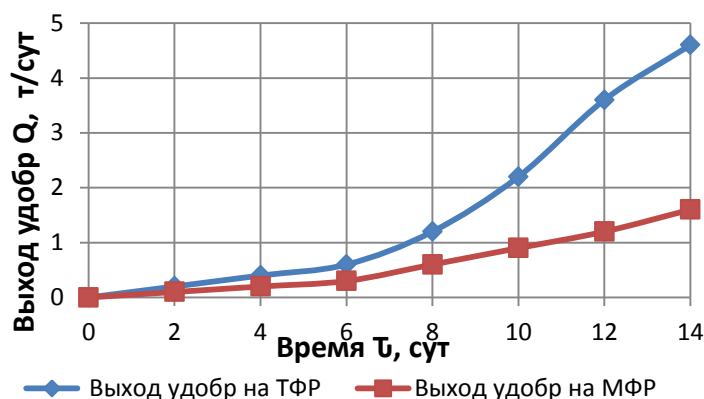


Рисунок 5 – Выход удобрения в мезофильном и термофильном режимах

Данные рисунка 5 позволяют сделать следующие выводы: суточная производительность биореактора по удобрению составляет 0,7 т/сут., тогда месячный выход удобрения составляет 21 т/мес.

Результаты лабораторных исследований в термофильном режиме показали, что при дозе загрузки 40...60% выход биогаза составляет 2,1 м³/м³, кислотная стадия продолжается до 3 суток, затем брожение переходит в щелочную стадию и продолжается 7...10 суток. Начало щелочной стадии характеризуется интенсивным выделением биогаза. Следовательно, стадия щелочного брожения наиболее эффективно протекает в термофильном режиме при температуре 50...75°C, время экспозиции – 7...10 суток, доза загрузки – 40...60%.

В результате исследований установлено, что производительность установки по биогазу составляет 6,5...11,5 м³/сут, по удобрению – 0,5...0,7 т/сут, температура субстрата в биореакторе соответствует термофильному режиму – 50...75°C, расход биогаза на нагрев – 6,2 м³/сут, доза загрузки – 10%, плотность полученного удобрения – 964,9 кг/м³, массовая доля сухого вещества – 4,7%, эффективность обеззараживания навоза 98%.

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.

Технологический процесс подпочвенного внесения жидких удобрений совместно с ЭМ-ассоциациями, осуществляется с помощью агрегата, состоящего из трактора и прицепного бака с насосом нагнетания и

распределителя по стойкам рабочих органов, надежность систем рассчитываем следующим образом.

Реакции на колесах и серье прицепа можно определить по схеме, приведенной на рисунке 6. Равнодействующая всех вертикальных сил, действующих на культиватор (плоскорез),

$$F = G + Q + Q_1, \quad (10)$$

где G – вес культиватора; Q – вес почвы, лежащей на рабочих органах; Q_1 – усилие, затрачиваемое на отрыв пласта.

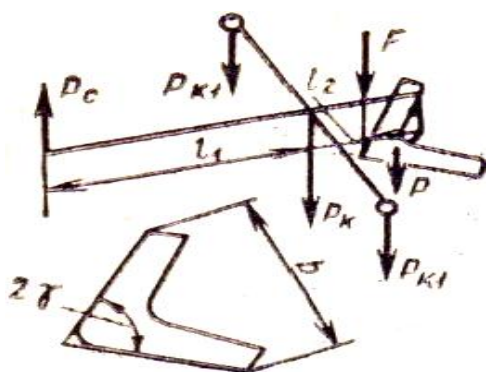


Рисунок 6 – Схема для определения реакций на колесах и серье прицепа

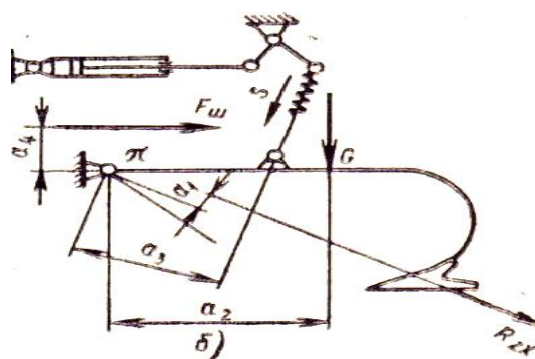


Рисунок 7 – Схема механизмов подъема рабочих органов прицепных культиваторов

Вес почвы, находящейся на рабочих органах,

$$Q = ab^2ctg \gamma qn/2, \quad (11)$$

где a – глубина обработки; b – ширина захвата; q – удельный вес почвы; n – число рабочих органов.

Усилие, необходимое для отрыва пласта, $Q_1 \approx Q$

Определив равнодействующую F , можно вычислить реакции на колесах и серье прицепа:

$$P_k = \frac{F(l_1 + l_2)}{l_1} \quad \text{и} \quad P_c = \frac{Fl_2}{l_1}$$

Реакция, приходящаяся на одно колесо,

$$P_{k1} = \frac{P_2}{2} = \frac{F(l_1 + l_2)}{2l_1}.$$

Усилия в звеньях механизмов можно определить графически, построением плана скоростей или многоугольника сил.

На рисунке 7 изображена схема механизма подъема лап прицепного культиватора (плоскореза) с жестким креплением рабочих органов. Для определения усилия, действующего вдоль штока при переводе культиватора из рабочего положения в транспортное.

Из плана скоростей и равенства моментов находят усилие, действующее вдоль штока

$$F_{ш} = [(P_k + G_k)n_1 - P_k f n_3] / n_2, \quad (12)$$

где G – вес двух колес; n_1 , n_2 и n_3 – плечи соответствующих сил на плане скоростей; $f = 0,12/0,16$ – коэффициент сопротивления передвижению колес.

По полученному максимальному значению $F_{ш}$ определяют параметры гидроцилиндра.

Для повышения энергоэффективности технологического процесса, в существующих машинах и оборудовании внесения жидких органических удобрений применяются большие объемные цистерны и мощные трактора.

Учитывая слабую оснащенность крестьянских хозяйств региона, рекомендовать оборудование с такими техническими средствами не возможно. 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.

Технологический процесс подпочвенного внесения жидких удобрений совместно с ЭМ-ассоциациями, осуществляется с помощью агрегата, состоящего из трактора и прицепного бака с насосом нагнетания давлений и распределителя по стойкам рабочих органов.

В комплект рабочих органов входят: трубопроводы, стойка глубинного рыхлителя с коса-резанным сошником. В схеме расположений рабочих органов предусмотрено 5 рыхлителей с сошниками, расположенный на двух рядах (2 первом и 3 на втором) с шириной захвата 3 м, и с глубиной внесения с 0,10 до 0,20 м.

Прилагаемое оборудование, предназначенное для внутрисочвенного внесения жидких удобрений совместно с ЭМ-ассоциациями, приведено следующими показателями: бак вместимостью 2 м³; рабочая ширина захвата - 3 м; рабочая скорость - до 12 км /ч; доза внесения - 300-5000 кг /га; глубина внесения - 0,10-0,20 м; неравномерность внесения удобрений - до 5% на ширине захвата и 5%, по направлению движения агрегата; привод насоса - от ВОМ трактора; масса - 1200 кг; агрегатированный трактор 1,4 класса.

В отличие от существующих аналогов, агрегат обеспечивает равномерное внесение жидких органических удобрений с производительностью достаточной для сезонного внесения действующих усилий в звеньях механизмов прицепных культиваторов и плоскорезов. Максимальные усилия возникают во время выглубления рабочих органов культиватора или плоскореза, так как при этом на культиватор действует вес почвы,

находящейся на рабочих органах, усилие, необходимое для среза пласта, а также вес машины.

Выводы

В результате проведенных предварительных испытаний по оценке применений комплексной технологии восстановления деградированных пастбищных и пахотных земель, с применением трехступенчатого биореактора и агрегата подпочвенного внесения, установлено повышение плодородия почв, при этом содержание азота в почвах увеличилось в 2,0-2,5 раза, засоленность почвенного фильтрата снижалась от рН 8,15 до нейтрального значения (рН 6,12), что обеспечивает восстановление плодородия и повышение продуктивности деградированных пастбищных и пахотных земель.

Применение данной комплексной технологии позволяет организовать производство органической сельскохозяйственной продукции в растениеводстве и животноводстве Казахстана, а также повышение конкурентоспособности продукции.

Список литературы

- 1 Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. Официальный сайт www.stat.gov.kz.
- 2 Государственная программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005-2015 гг: <http://savesteppe.org/ru/archives/2774> 19.09.2005.
- 3 Pankhava E.S. The use of biomass energy in Russia: The problems and perspectives // Renewable sources of energy and their significance for energy policy in Germany and Russia. Freiburg in Breisgau. October 1994. P.56-59.
- 4 Кешуов С.А., и др. Применение биогазовых установок в животноводстве (рекомендации). – Алматы: ExtraPress, 2012. – 73с.
- 5 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.
- 6 Wagner-Riddle C, Thurtell GW, Kidd GE, Beauchamp EG, Sweetman R (1997) Estimates of nitrous oxide emissions from agricultural fields over 28 months. *Can J Soil Sci* 77:135–144. doi:10.4141/S96-103.
- 7 Abdullahi YA, Akunna JC, White NA, Hallet PD, Wheatley R (2008) Investigating the effects of anaerobic and aerobic post-treatment on quality and stability of organic fraction of municipal waste as soil amendment. *Bioresour Technol* 99:8631–8636. doi:10.1016/j.biortech.2008.04.027.
8. Roger Nkoa., Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates (2013) : a review Accepted: *Agron. Sustain. Dev.* (2014) 34:473–4925 November 2013 /Published online: 13 December. doi:10.1007/s13593-013-0196-z.
9. Biogas in Frankreich im Kommen. *Sonne Wind und Wärme*. 2012. 36, №8, с.29.

10. MT- Biomethan shliebt Pool 2 fur Stadtwerke erfolgreich ab. ew: Elektrizitätswirt. 2012.111, №14, с. 12.
11. Wagner-Riddle C, Thurtell GW, Kidd GE, Beauchamp EG, Sweetman R (1997) Estimates of nitrous oxide emissions from agricultural fields over 28 months. Can J Soil Sci 77:135–144. doi:10.4141/S96-103
12. Redoxpotential als Messgrobe fur Biogasanlagen. Euroheat and Power. 2012. 41, №6, с.71.
13. F. Fantozzi, C. Buratti. Biogas production from different substrates in an experimental Continuously Stirred Tank Reactor anaerobic digester// Bioresource Technology, 2009 – December, Volume 100, Issue 23.
14. H. Werner et. al. “Economical and Environmental analysis of a biogas plant within a context of a real farm”, 2004, The Royal Veterinary and Agricultural University Denmark.
15. «Biomass Energy Systems», ACRE, the Australian CRS for Renewable Energy Ltd, [http:// wwwphys.murdoch.edu.au/acre/](http://wwwphys.murdoch.edu.au/acre/).
16. «How small bio-digesters can improve nutrient recycling in agriculture, reduce emissions of greenhouse gases and improve local energy services», 2000, Prepared for IAC by ETC Energy.

ТОЗҒАН ЖАЙЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖЫРТЫЛҒАН ЖЕРЛЕРДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа

Мақалада топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру үшін жайылымдық және егістік жерлерге органикалық тыңайтқыштарды енгізу және өндірудің техникалық құралдарының көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Тозған жайылымдық және жыртылған жерлердің құнарлылығын қалпына келтіру және ауыл шаруашылығы өндірісінің өнімділігін арттыру көрсеткіштері, сондай-ақ тозған жайылымдық және жыртылған жерлердің құнарлылығын қалпына келтірудің ұсынылатын кешенді технологиясының, қолданыстағы техникалық құралдар мен технологиялардың сипаттамасы келтірілген.

***Түйінді сөздер:** жайылымдардың тозуы, техникалық құралдар, биореакторлар, өндіріс технологиясы, Органикалық тыңайтқыштар, құнарлылықты қалпына келтіру технологиясы, жер асты енгізу*

THE RESULTS OF THE STUDY ON RESTORATION OF DEGRADED PASTURE AND ARABLE LAND

Abstract

The article presents the results of the study of indicators of technical means of production and the introduction of organic fertilizer in pasture and arable land to restore fertility. Restoration of fertility of degraded pasture and arable land and increase of agricultural productivity, as well as description of the recommended integrated technology for restoration of fertility of degraded pasture and arable land, existing technical means and technologies

***Keywords:** pasture degradation, equipment, bioreactors, production technology, organic fertilizer, technology of recovery of fertility, subsoil introduction*