

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ БИОУДОБРЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОТОЧНЫХ ЛОТКАХ

Мартынов Дмитрий Юрьевич, доцент кафедры экологической безопасности и природопользования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Барсукова Мария Васильевна, старший преподаватель кафедры экологической безопасности и природопользования, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Манаенков Антон Олегович, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

***Аннотация.** На основе многолетних экспериментальных исследований разработан метод биологической переработки жидких органических стоков в ценное жидкое удобрение, вырабатываемое в закрытых автоматизированных проточных лотках, фотобиореакторах. Полученное биоудобрение может быть использовано для замачивания семян, смешивания с водой для орошения полей, и в качестве кормовой добавки для животных и рыб.*

***Ключевые слова:** проточные лотки, мини-теплицы, органические стоки, обеззараживание, жидкое удобрение, хлорелла.*

В результате проведенной экспериментальной работы, связанной с изучением методов размножения водорослей штамма *Chlorella vulgaris* BIN в специальных проточных блоках (фотобиореакторах) [1 - 3], и научно-исследовательской работы, связанной с использованием суспензии хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* BIN в качестве жидкого удобрения при выращивании зеленого гидропонного корма и при проращивании семян кормовых культур в закрытых грунтах [4], были получены результаты позволяющие начать разработку коммерческой технологии получения жидких удобрений, содержащих живую биомассу. Технология предусматривает переработку жидких органических стоков в закрытых автоматизированных проточных лотках с получением ценного биоудобрения, которое затем отправляется на хранение и фасовку.

Процесс биологической переработки жидких органических удобрений в виде фекальных стоков и измельченного навоза в ценное жидкое удобрение может быть реализован следующим образом. Фекальные стоки КРС, собранные с помощью дренажных труб (в дневное и ночное время) попадают в накопительный резервуар. Далее фекальные стоки отстаиваются в течении нескольких часов для удаления крупнодисперсных нерастворимых взвесей (превышающих по плотности воду – 1000кг/м³). Затем стоки поступают в электрический бак, где смешиваются с водой в массовом соотношении 1:4.

Полученная смесь кипятится и обеззараживается при температуре 100°C в течении 10 минут. Газообразные продукты термического распада, при кипячении, органических соединений в число которых входят углекислый газ и аммиак выводятся при небольшом избыточном давлении с парами воды в резервуар с водой, предназначенной для нейтрализации газообразных соединений. В результате охлаждения и взаимодействия аммиака и углекислоты с водой (в среде близкой к нейтральной по водородному показателю pH) в воде в растворенном виде и в виде угольной кислоты (H₂CO₃) и аммиачной воды (NH₃OH) удерживаются соединения необходимые для развития и роста биоудобрений. Полностью обеззараженные жидкие стоки в требуемом объеме подаются в дозатор, в котором при температуре выше 10°C (необходимой для быстрого развития микроводорослей) происходит смешивание отстойной воды, фекальных стоков и калиевой селитры с массовым соотношением 2 грамма фекальных стоков и 0,4 грамма калиевой селитры на 1 литр(кг) воды. Полученная жидкая смесь, далее на входе в мини-теплицу, смешивается с культуральной жидкостью, содержащей 7,5 млн. клеток *Chlorella vulgaris* (штамма ИФР № С-111 или BIN) с массовым соотношением 3 кг жидкой смеси на 1 кг культуральной среды. На вход в мини-теплицу также подается жидкость из резервуара с водой (предназначенный для нейтрализации газообразных соединений) в массовом соотношении 0,05 кг на 1 кг жидкой смеси и культуральной среды.

На следующем этапе жидкая смесь вместе с культуральной средой (содержащей живые клетки штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 или BIN) подается в мини-теплицы, в виде соединенных последовательно продольных лотков (длинной 2 или более метров и глубиной более 20 см), покрытых сверху поликарбонатом или прозрачной полиэтиленовой пленкой. В слабопроточном режиме внутри мини-теплиц в автоматическом режиме с помощью аппаратно-программного комплекса Arduino поддерживается оптимальная для роста микроводорослей штамма *Chlorella vulgaris* BIN температура в диапазоне от 25 °С до 30°C. Процесс подачи питательной среды (жидкой смеси на основе фекальных стоков, аммиачной воды и растворенной калиевой селитры) и отвода из мини-теплицы выращенного, насыщенного микроводорослями жидкого биоудобрения (с находящимися в культуральной среде, живыми клетками штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 или BIN с концентрацией 7,5 млн. клеток) также может быть реализован на основе платформы Arduino с установленными датчиками контроля и электромагнитными клапанами. На следующем этапе полученная биожидкость направляется в накопительный резервуар с жидкими биоудобрениями, после фасовки в баки и 5 литровую пластиковую тару она может быть транспортирована и использована для замачивания семян, смешивания с водой для орошения полей, и в качестве кормовой добавки для животных и рыб. Выращивание органического биоудобрения реализуется в теплое время года (с конца апреля до конца лета), за это время в лотках в процессе выращивания, в результате оседания органических соединений и

отмерших микроводорослей образуется органический осадок толщиной несколько миллиметров (в виде ценного удобрения сапропеля). По окончании теплого сезона из мини-теплиц откачивается биоудобрение и сапропель извлекается и складывается в бурты на производственной площадке высушивается и далее продается в виде удобрения.

Базовый вариант процесса биологической переработки жидких органических удобрений в виде фекальных стоков и измельченного навоза в ценное жидкое удобрение представлен в виде блок-схемы (Рис.1).



Рисунок 1 – Процесс биологической переработки жидких органических удобрений в виде фекальных стоков и измельченного навоза в ценное жидкое удобрение

Библиографический список

1. Король Т.С., Мартынов Д.Ю., Новиченко А.И., Новиков А.В., Сумарукова О.В., Лапидовский М.В., Исследование возможности использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* в технологических процессах обеззараживания и доочистки сточных вод / М: Журнал: Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. №2017/4, 2017. – С. 24-30.
2. Мартынов Д.Ю., Новиченко А.И., Лагутина Н.В. Использование перодовых аппаратурных комплексов при культивировании и переработке микроводорослей / М: Сборник статей. Доклады ТСХА, 2019. – С. 409-412.
3. Мартынов Д.Ю., Новиченко А.И., Кучинова И.В., Мартынов В.Ю., Пузенко Е.Е. Повышение энергоэффективности технологического оснащения производственных процессов в отраслях перерабатывающей промышленности / М: Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2016. № 5. С. 12-18.
4. Мартынов Д.Ю., Барсукова М.В., Новиченко А.И. Влияние удобрений из суспензий микроводорослей на прорастание семян кормовых культур. / М: Сборник статей. Доклады ТСХА, 2020. – С. 159-163.