

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ СБРОСОВ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В БАССЕЙН РЕКИ ДНЕСТР

В.В.Ковалев, О.В.Ковалева, Г.В.Полещук, В.Э.Ненно, В.А.Бобейкэ

*Институт исследований и инноваций
Государственного университета Молдовы
Ул.Матеевич, 60, Кишинев, МД 2009*

Тел. (+373) 799 80 920; e-mail: victorcovaliov7@gmail.com

Summary. Analytical review of innovational approaches related to the biogas technology of agro-industrial wastewaters treatment is presented, with the production of heat and electric energy, organic-mineral fertilizers, vitaminized additives for cattle forage, as well as other useful commercial products. Purified waste waters are conditioned in line with the requirements of water quality standards for irrigation of agricultural crops or cannot be safely discharged in natural water bodies.

Особенности экономического развития в Молдове в настоящее время связаны с агропромышленным производством. Многочисленные предприятия по переработке сельскохозяйственного сырья, сахарные заводы, винодельские, спиртопегонные и консервные предприятия территориально размещены в бассейнах малых рек и Днестра, и сбросы их сточных вод в природные водоемы отрицательно влияют на жизнедеятельность организмов, биопродуктивные и деструктивные процессы.

Среди множества факторов, влияющих на водные экосистемы, важными являются взвешенные и растворенные вещества, содержащие абиогенные и биогенные элементы, а также различные природные и синтетические труднодеградируемые органические соединения. Многочисленные спиртопегонные предприятия сбрасывают барду с высоким значениями ХПК – до $(60-80) \cdot 10^3$ мгО₂/л. Сбросы отходов животноводства (навоз КРС и свиней, птичий помет) имеют ограниченное применение в качестве органических удобрений в связи со значительной микробной обсемененностью и специфическим запахом. За год на птицефабрике производительностью 10 млн/год бройлеров образуется 15-20 тыс. тонн подстилки и помета. Они накапливаются вблизи ферм, занимают большие площади, загрязняя грунтовые воды, и в сильно разбавленном виде просачиваются в почву, попадают в водные объекты, загрязняя их.

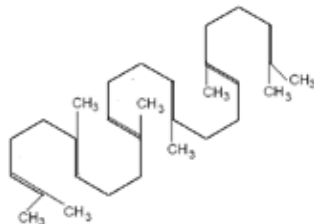
Вместе с тем, биотехнологическая переработка таких отходов позволяет получать полезные продукты, включая органо-минеральные удобрения, витаминизированные добавки к корму животных с содержанием в них витамина В₁₂, компосты, биогаз. Так, при переработке отходов хозяйств с 550 тыс. голов КРС можно получать а сутки 2480 тыс. м³ биогаза, а с 400 тыс. голов свиней – 900 тыс. м³ биогаза. Обычное содержание метана в биогазе находится в пределах 55-70 %, и он достаточно горюч. Калорийность его при сжигании составляет 5338 ккал/м³, в то время как калорийность природного газа составляет 9343 ккал/м³. Более низкая калорийность его обусловлена примесными газами, особенно СО₂ (до 25-30 %), Н₂S

и меркаптанов до 1-1,5 %, некоторого количество газов из состава воздуха.

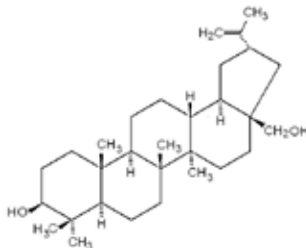
Процессы анаэробного сбраживания агроиндустриальных отходов выгодны благодаря возможности получения горючего биогаза, а также стабилизированных осадков для их использования в качестве органических удобрений.

В этих биохимических процессах обеспечивается реальное снижение параметров химического (ХПК) и биологического потребления кислорода (БПК) с $20000 \div 30000 \text{ гO}_2/\text{м}^3$ не более чем до $1500-2000 \text{ гO}_2/\text{м}^3$. В то же время нормативы предельно-допустимых норм согласно СанПиН 4630-88 для их сброса в рыбохозяйственные водоемы и реки составляют $15 \div 30 \text{ гO}_2/\text{м}^3$ и $3 \div 6 \text{ гO}_2/\text{м}^3$, соответственно. То есть, система доочистки таких сбросов должна обеспечить снижение их концентрации почти на два порядка. Это может быть достигнуто методами первичной аэробной очистки и на второй стадии - анаэробной обработкой. Однако в последнее время установлено, что более глубокую доочистку дополнительно следует проводить в бассейнах с микроводорослями, которые эффективно очищают воду от нутриентов (азота и фосфора), предотвращая эвтрофикацию водоемов.

Фитокаталитическое стимулирование процессов анаэробного сбраживания жидких органических отходов (Пат. МД № 4189). Предложена технология анаэробной обработки сельскохозяйственных отходов, в которой в качестве активных реагентов используют микродобавки смеси природных биологически активных веществ (БАВ) - сквалена и бетулинола или их производных в качестве стимуляторов микробиологической активности метаногенного процесса в их следующей концентрации, в %: сквален - $0,0004 \div 0,0006$ и бетулинол или их производные - $0,0005 \div 0,0007$, и процесс анаэробного сбраживания проводят в мезофильных условиях при температуре $32 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1-2 суток. В качестве источника сквалена (2,6,10,15,19,23-гексаметилтетракоза-2,6,10,14,18,22-гексаен) общей структурной формулы:



используют его экстракт растения амаранта, получаемого путем экстракционной обработки ацетоном или петролейным эфиром, а в качестве источника бетулинола и его производных общей структурной формулы:



используют кору березы, путем ее обработки в растворе КОН и экстракции активного вещества в кипящем этиловом спирте, эфире, хлороформе или бензоле.

Эти соединения обладают интенсифицирующим воздействием на метаногенный процесс благодаря антиоксидантной, антигипоксантажной и антимутагенной биохимической активности. Они стабилизируют клеточные мембраны микроорганизмов, повышают устойчивость их клеток к гипоксии (недостатку кислорода), снижают перекисное окисление липидов и препятствует повреждению клеточных мембран. Одновременно с этим, добавки сквалена обладают свойством захватывать кислород и насыщать им ткани микроорганизмов путем простого биохимического взаимодействия с водой, обеспечивает более полное протекание метаногенного процесса, что в свою очередь способствует повышению выхода биогаза и содержанию биометана в нем. Бетулинол является биологически активной добавкой из класса тритерпеновых спиртов, обладает широким спектром биологического воздействия на микроорганизмы в целом.

Испытание стимулирующего воздействия на процесс анаэробного сбраживания проводили с использованием барды спиртоперегонного производства агрохозяйства GARMA-GRUP SRL (Фырладень), которая характеризуется высокими показателями ХПК и БПК₅ – 28250 и 17800 мгО₂/л, соответственно. Она обладает повышенным содержанием органического вещества (в среднем 21,3%), влажностью 91,3-91,6%, незначительным содержанием сухого вещества – 8,4-8,8% и кислой реакцией среды (pH=5,4). Это обуславливает высокую численность бактерий, СО₂-продуцирующую способность отхода и его дегидрогеназную активность. Содержание микробного углерода составляет 2,5 мгС/г осадка. Одна тонна отхода содержит

в среднем 5,0 кг сухой микробной биомассы с содержанием метанобразующих бактерий в количестве $350 \cdot 10^3$ КОЕ* / г.

После нейтрализации и подщелачивания до $pH = 7,0 \pm 0,5$ барда использовалась как среда для культивирования метанобразующих бактерий. Исследование кинетики процесса анаэробного сбраживания барды показало (рис.1), что применение добавок повышает в 2,5-3 раза скорость выделения биогаза. Это не только сокращает лаг-фазу и активирует быстрый рост микробного сообщества в биореакторах, но и существенно укорачивает стационарную фазу его развития. При этом содержание метана увеличивается с 58-60% на контроле до 90-92%.

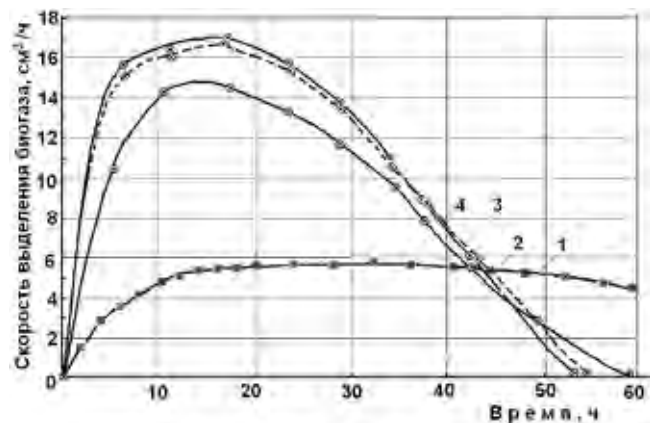


Рис. 1. Скорость выделения биогаза в условиях сбраживания с добавлением БАВ (бетулинол + амарант в соотношении 1:1): 1 – контроль; 2 – 2,5 мг/л; 3 – 5,0 мг/л; 4 – 10,0 мг/л

Таким образом, применение предложенных нами БАВ позволяют существенно интенсифицировать процесс сбраживания органического отхода. В практическом плане, это позволяет уменьшить объемы и затраты на строительство биореакторов, а увеличение содержания метана в составе биогаза, близком к природному газу, способствует повышению калорийности при его утилизации при сжигании в котельных, либо в когенерационных установках для получения тепловой и электрической энергии.

Полученные результаты и подбор новых биостимуляторов позволили нам предложить перспективное направление биогазовой технологии - новый принцип работы биогазового реактора.

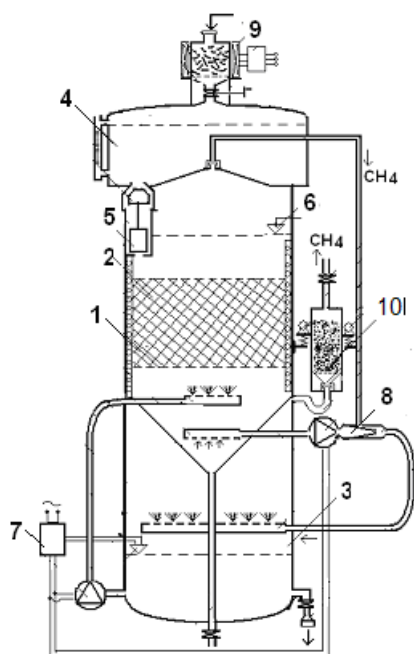


Рис.2. Комбинированный анаэробный реактор для получения биометана: 1 – корпус; 2 – насадка для прикрепления микрофлоры; 3 – ресивер; 4 – резервуар для исходной жидкости; 5 – поплавковый клапан; 6 – датчик уровня; 7 – блок управления; 8 – эжектор; 9 – электромагнитный смеситель; 10 – блок каталитической очистки биометана (патент МД №4204).



Реактор (рис.2) содержит цилиндро-конический корпус с объемной загрузкой для прикрепления микрофлоры, патрубки для подачи и отвода жидкости и осадка и трубопровод с гидрозатвором для отвода биогаза.

В нижней части корпуса установлен закрытый ресивер. В верхней части реактора установлен патрубок для отвода биогаза с гидрозатвором в осушитель, а в нижней его части – патрубок для отвода отработанной биомассы.

Важно отметить, что при введении микродобавок ряда комплексных соединений кобальта в составе образующегося осадка в метаногенных условиях формируется важный компонент - витамин B_{12} , который является обязательным компонентом кормов для животных (пат. МД №№ 3716 4129, 4192, 4156, 4176).

Для очистки биогаза от примесных газов (CO_2 , CO , H_2S и др.) предложен ряд новых технологий и устройств, описание которых изложено в наших патентах МД №№ 2767, 3928, 67z, 105z).

Переработка агро-промышленных отходов в биогаз обеспечила бы до 5-7% топливно-энергетических ресурсов в Молдове. Опыт эксплуатации действующих в настоящее время в Молдове двух биогазовых систем в селах Фырладень и Колоница свидетельствуют о перспективе анаэробных технологий, позволяющих получать электроэнергию. Так-

же имеется некоторый опыт эксплуатации биогазовых установок на Дрокиевском сахарном заводе, однако они работают недостаточно эффективно из-за низкого содержания метана в составе биогаза. Вместе с тем, все они не имеют систем доочистки воды, что приводит к высококонцентрированным сбросам и загрязнениям природных водоемов, малых рек и Днестра, загрязняя окружающую среду.

С учетом перспективы развития биогазовой технологии в Молдове, разработана комплексная технология полной утилизации органических отходов агропромышленных предприятий (рис.3).

Выводы

Предлагаемый технологический подход является гибким в зависимости от условий производства, что позволяет обеспечить практически безотходную технологию переработки органических отходов, кардинально снизить негативную нагрузку на природу и получить:

- * очищенную воду, в объеме жидкой фазы перерабатываемой барды, с возвратом ее до 80% для производственно-технических нужд предприятия;
- * сухой стабилизированный осадок, пригодный для использования в качестве кормовой добавки для домашних животных, либо в качестве органических удобрений для сельского хозяйства;
- * биогаз, с содержанием до 80-90 % биометана, объемом более чем 0,5-0,6 м³ на 1 кг снижаемого ХПК барды;
- * обеспечить возможность очистки биогаза от примесей агрессивного сероводорода и CO₂ для расширения областей его использования;
- * утилизировать тепловую энергию, получаемую в результате охлаждения исходной барды перед ее использованием;
- * открывает перспективу нового направления по селективному получению биоводорода наиболее дешевым биохимическим методом для развития водородной энергетики.

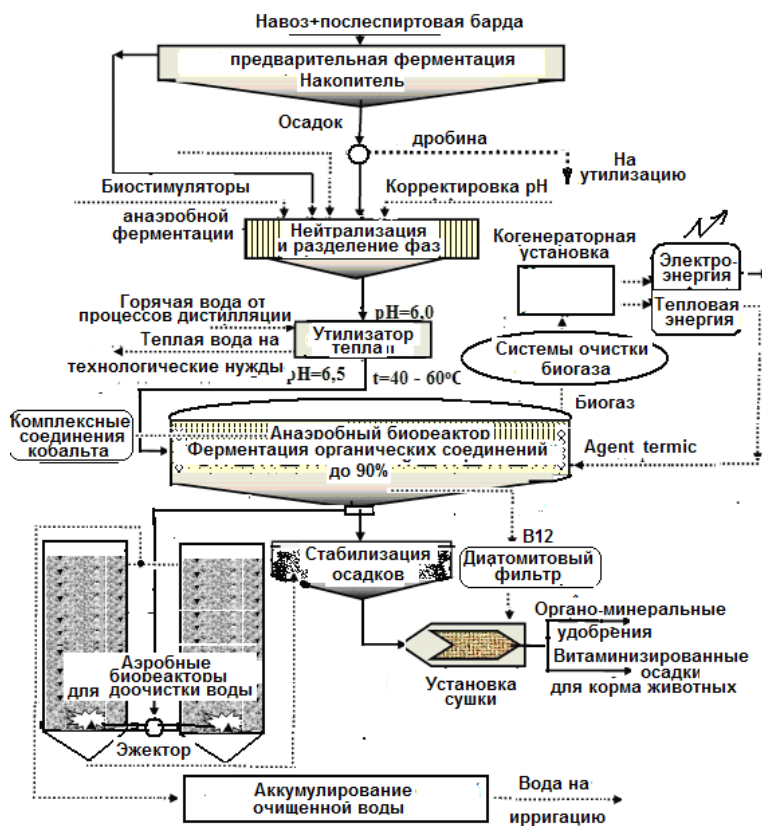


Рис.3. Схема комплексной малоотходной технологии анаэробно-аэробной обработки и утилизации органических отходов агропромышленных предприятий

Литература:

1. Кузнецов А.Е, Градова Н.Б. Научные основы экиобиотехнологии. - М.: Мир. 32006. -504 с.
2. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию – М.: Высш.шк., 1994. – 400 с.
3. Ковалев В.В., Ковалева О.В., Дука Г.Г., Гаина Б.С. Основы процессов обезвреживания вредных отходов виноделия – Кишинэу:Тип.АНМ. 2007. – 344 с.