

**БИОЕНЕРГЕТИЧНИ И ПОЧВЕНО-ЕКОЛОГИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА
БИОГАЗ И БИОШЛАМ ПОЛУЧЕНИ В ПРОЦЕС НА АНАЕРОБНО
РАЗГРАЖДАНЕ (АР)**

Ботьо Захаринов , Пейчинова М.

Нов Български Университет

**Bioenergetics and soil - ecological characteristics of biogas and compost obtained in the
process of anaerobic degradation (AD)**

Botyo Zaharinov, Peychinova M.

New Bulgarian University

Keywords: *bioenergy ; soil - environmental ; anaerobic degradation; biogas ;
compost ; energetic content; methanisation ; fermentation, waste; organic substrates ;
biomass, soil fertility ;*

Abstract: *The biogas is a methane-rich gas. The methane content in the biogas is
from 50 to 85%. Our previous studies have concentrated mainly on optimizing the technology
of anaerobic degradation for maximum ecological effect / mineralization of the substrate / in
order to achieve an integrated effect decontamination of the substrate and the protection of
human health and ecosystems; production of natural gas and the production of compost that
exceeds in agri-environmental efficiency fertilizers.*

Ключови думи: *биоенергетични; почвено-екологични; анаеробно разграждане;
биогаз; биошлам; енергетично съдържание; метанизация; ферментация;отпадъци;
органични субстрати; биомаса;почвено плодородие;*

Въведение: *Биогазът е богат на метан газ. Метановото съдържание е от 50
до 85%. Нашите досегашни изследвания са концентрирани основно върху
оптимизиране на технологиите на анаеробно разграждане с цел максимален
екологичен ефект /минерализиране на субстрата/, с цел постигане на интегрален
ефект: обеззаразяване на субстрата и опазване на здравето на човека и
екосистемите; производство на газово гориво и производство на биошлам, който
превишава по агроекологична ефективност минералните торове.*

Изходните суровини за производството на биогаз са отпадъци от животински ферми – фекалии, постеля (смес от фекалии и слама), отмивни води, хранителни отпадъци. Тези материали съдържат органични и неорганични вещества и затова, подходяща среда за развитието на различни микроорганизми. Те са сериозен проблем за земеделските производители, защото се натрупват в големи количества и замърсяват околната среда. При естествената им ферментация се отделя метан, който е парников газ и представлява 7 до 10 % от световното замърсяване с метан.

Нашите досегашни изследвания са върху технологиите на анаеробно разграждане с цел постигане максимален екологичен ефект /минерализиране на субстрата/, за постигане на интегрален ефект: обеззаразяване на субстрата и опазване на здравето на човека и екосистемите; производство на газово гориво и производство на биошлам, който превишава по агроекологична ефективност минералните торове. В процеса на образуване на биогаза субстратът претърпява редица промени – химични, физични и микробиални, в резултат на което променя химичния си състав и се превръща в така наречения компост или биошлам, който се използва като почвен подобрител. Органичният субстрат /независимо дали е отпадъчна биомаса или енергийна култура/ съдържа всички биогенни макро и макроелементи в оптимално за почвените биоценози съотношение. Освен това при метановата ферментация органичните вещества частично /40-80%/ се минерализират, в резултат на което биошламът е единствения продукт при производство на енергия който повишава почвеното плодородие и подобрява структурата на почвата. За разлика от минералните торове, които „залпово“ внасят няколко макроелемента в почвата, биошламът е комбинация от всички необходими за растенията биогени в минерализирана форма. В резултат на анаеробната метанова ферментация в преработения течен компост се съдържат около 50 – 60% от органичното вещество на субстрата. Но освен това и високото съдържание на азот, фосфор, калций, калий, както и редица микроелементи, превръщат останалият във ферментатора след биометаногенезата материал, във високоефективна комплексна тор. Много автори /Маринова, 2011 и др./ отбелязват увеличаване на реколтата с 15 – 20% при използване на изходящия течен компост за наторяване. Образоващите се хумусни материали подобряват физико-химичните и механични свойства на почвата използвана за земеделие, освен това, се подобрява и аерацията, повишава се водозадържането и инфилтрационните способности на почвата както и скоростта на обмен на катиони. Компостът служи и като източник на хранителни вещества и енергия за популациите на микроорганизми в почвата.

При метановата ферментация се униожават патогенните микроорганизми и яйцата на паразитите. В биошлама липсва неприятната миризма, характерна за органичните отпадъци и консистенцията му е подобна на тази на минералните торове, което позволява внасяне на биошлама с конвенционални технически средства, в т.ч. и чрез дъждуване.

В екотехнологичната верига за производство на биогаз се постига оптимално от гледище потребностите на растенията разпределение на биогенните елементи. При метанова ферментация на утайки от биобасейни на пречиствателна станция за отпадни води и органични торове биогаза извлича от техногенната система въглерод, водород и кислород, което е причина за намаляване на ХПК. При получаване на два продукта

/биогаз/ и биошлам се променя в благоприятна насока съотношението на биоенните елементи, които са отговорни за почвеното плодородие. В биошлама се повишава количеството на азота, калия, фосфора и биоенните микроелементи, тъй като настъпва преразпределение поради наличието в биогаза на въглерод, кислород и водород. От изключително значение за почвеното плодородие е, че съотношението между въглерода и азота е оптимално.

Процесът на образуване на биогаз изисква протичане на редица химични процеси в субстрата, които зависят от сложната симбиоза между различните микроорганизми. Именно това е и най-сложната част от процеса на производство на биогаз. Единствено при този тип производство на енергия от възобновяем източник има наличие на живи организми, които са много по-трудно предвидими като развитие от другите елементи при другите производства. За сметка на това пък се получава най-чиста енергия с най-малко вредни последици за околната среда и с краен продукт – подобрител на почвеното състояние.

Независимо от реалните трудности производството на биогаз има редица предимства. На първо място се постига ефективно оползотворяване на органичните отпадъци в херметизирана производствена система, с което се изключва замърсяване на околната среда. Получава се газово гориво и продукт, повишаващ почвеното плодородие.

Насочеността на досегашните ни изследвания върху движението не само на енергията /както е традиционното при производството на биогаз и оптимизиране на технологиите/, на и върху биоенните химични елементи е свързана с особеностите на управление на антропогенните екосистеми за производство на първична и вторична биологична продукция. В агроценозите основен екологичен проблем са не само енергийните дотации, но и последиците от разкъсването на биоенните кръговрати в агроценозите от една страна и натрупването на отпадъчни продукти от технологиите както в растениевъдството, така и в животновъдството. Отпадъчните продукти от селскостопанското производство са замърсител №2 на българската природа и тяхното натрупване представлява реален риск за здравето на човека и на екосистемите. Досега прилаганите технологии за обезвреждане и оползотворяване на органичните отпадъци от селското стопанство и от бита се характеризират с голяма енергоемкост. От друга страна съвременното конвенционално селскостопанско производство се реализира при използване на високоенергоемки минерални торове, количеството на които е нарастнало 14 пъти през последните 50 години. Актуалността на проучванията върху продуктите на анаеробното разграждане са свързани и с изискванията на биологичното производство в селското стопанство. Основната причина за все по-нарастващото търсене на биологично произведени продукти е, че те са безопасни за здравето на консуматора. Проучванията в САЩ показват, че 40 до 60% от раковите заболявания в страната са свързани с храната и храненето. На първо място като рисков фактор се посочва химизацията в селското стопанство като особено опасни за здравето са съдържащите се в храните минерални торове и остатъци от пестициди.

Биологичното производство в селското стопанство е регламентирано в Наредба №1/2013 на МЗХ, които до голяма степен са повторение на съответни директиви на ЕС и възпроизвеждат основните принципи и изисквания на Наредба № 22/2001, допълнена през 2007 за биологично производство на растения, растителни продукти и храни от растителен произход и негово означаване върху тях и Наредба № 35/2001, също допълнена през 2007 г за биологично производство в животновъдството.

Категорично изискване при производството на биологична продукция е да не се използват минерални торове, а подобрители на почвата, в съответни приложения. Посочва се възможността за използване на компостирани или ферментирани битови отпадъци. Уточнява се, че това е продукт, получен от битови отпадъци след тяхното компостиране или анаеробна ферментация за производство на биогаз. Изисква се производството им в затворена и контролирана система за отпадъци, при максимално съдържание на токсични елементи /в мг/кг сухо вещество/: кадмий – 0,7; мед – 70; никел – 25; олово – 45; цинк – 200; живак – 0,4; хром /тотално/ - 70; шествалентен хром – 0. Опитът на САЩ и страните от ЕС показват, че няма друга технология на ферментиране на органични отпадъци, освен тази, която се базира на АР.

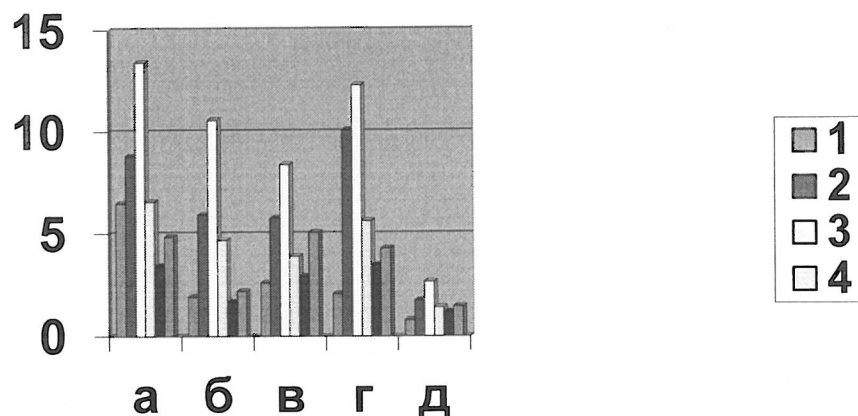
Анаеробното разграждане на органични субстрати е единствената технология за оползотворяване на биомасата /от органични отпадъци и енергийни култури/, при която се получават продукти предназначени не само за повишаване на почвеното плодородие и за подобряване на структурата на почвата. При проучвания бе установено, че 52-54% от внесената, чрез фуража енергия, остава в тора. Част от нея /степената на минерализиране на субстрата при опити е 47- 70%/ се превръща в метан, а останалата се запазва като енергия на химичните връзки на сложни, подобни на хумус органични съединения, съдържащи се в биошлама. При метановата ферментация се отделят химични елементи в получената газова смес, които не са лимитиращи за растенията (въглерод, водород, кислород, сяра). Осъществява се частична минерализация на субстрата, поради което той представлява източник на биогенни макро- и микроелементи в оптимално за растенията съотношение като минерални соли и органични съединения. (Werner, 1999; Dan, 2000). Проучванията на Байков и сътр. (2003) показват, че биошламът е източник на основните химични елементи необходими за вегетацията на царевичата. Това, както и високото съдържание на азот, фосфор, калий, калций и редица микроелементи прави останалия във ферментатора след биометаногенезата материал една високоефективна комплексна тор (Бейли и Оллис, 1989);

Образуващите се при това хумусни материали подобряват физико-химичните и механични свойства на почвата. Подобрява се аерацията, повишава се водозадържането и инфилтрационните способности на почвата, а също така и скоростта на катионния обмен. Освен това, компостът служи като източник на енергия и хранителни вещества за почвените бактерии.

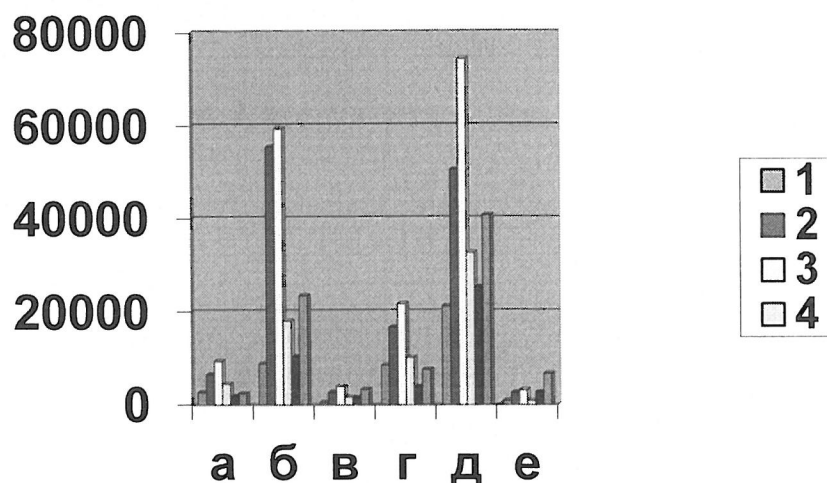
Данните за съдържанието на биогенни макро и микроелементи в птичата постеля, в биошлама и компоста са представени съответно на фиг.2. и 3.

За сравнение на изследваната суровина са дадени и съдържанието на същите елементи в тор от ЕПЖ и в продукта от анаеробното му разграждане при непрекъснат процес - биошлам.

Фиг.2.Разпределението на биогенни макроелементи при различни методи на обработка на постеля от пилета бройлери и тор от ЕПЖ; а – N% , б –P₂O₅%, в – K₂O% ,г –CaO% , д –MgO% , ;1 - постеля от пилета бройлери;2 - биошлам от непрекъснат процес на АР на торова постеля; 3 - биошлам от периодично-доливен режим на АР на торова постеля;4 - компост от НП; 5 - тор от ЕПЖ;6 - биошлам от непрекъснат процес на АР на тор от ЕПЖ



Фиг 3 Съдържание на макроелементи като водоразтворими форми при различни методи на обработка на постелята от пилета бройлери и тор от ЕПЖ.; а – Na[mg/kg], б – N-NH₄[mg/kg], в – N-NO₃[mg/kg], г – P₂O₅[mg/kg], д – K₂O[mg/kg], е – S-SO₄; 1 - постелята от пилета бройлери; 2 - биошлам от непрекъснат процес на АР на торова постеля; 3 - биошлам от периодично-доливен режим на АР на торова постеля; 4 - компост от торова постеля; 5 - тор от ЕПЖ; 6 - биошлам от непрекъснат процес на АР на тор от ЕПЖ



При досегашните ни експерименти за изследване на формираната технологична верига на движение на енергията и материята, която довежда до частично минерализиране на субстрата са сравнени три технологични решения, които възпроизвеждат протичащи в природните екосистеми процеси. Най-точно възпроизводство на природните процеси на биодegradация на органичните вещества, както бе посочено се посига с лабораторното моделиране на компостирането. Другите две технологии са анаеробни, поради което се осъществяват в затворени производствени системи, които изключват загуба на химични елементи по време на технологичните процеси.

Както се вижда от фиг.2. най-нско е съдържанието на основните биогенни макроелементи в двата изходни субстрата – несменяема постеля /НП/ и тор от едри преживни / ЕПЖ/. В продуктите на разграждане на органиката – компост или биошлам, поради частично отделяне на въглерода, кислорода и водорода, /които се включват в биогаза/ има перераспределение на изследваните макроелементи, при което се установяват по-високи стойности.

Най-близко до процесите в природата е компостирането, което е предпочитана технология, поради възможността да се провежда и при екстензивни условия с минимални капитални разходи и разход на енергия. Сериозен проблем е, че най-често аеробната среда се реализира в отворени технологични системи, което е свързано с отделяне на част от биогенните елементи като газообразни продукти. Пример в това отношение е азотът, който както показват нашите проучвания частично се отделя под формата на амоняк /при моделираните условия количеството на амоняка достигна 20 ppm/. По тази причина количеството на биогенните елементи е значително по-ниско в компоста в сравнение с наличието му в биошлама, получен по двете технологии, които са обект на настоящото сравнение. Както е известно АР се осъществява в напълно затворена система и освен С,Н и О, които напускат системата под форма на биогаз и минимални примеси към него, не е възможно да има други загуби на биогенни елементи..

За агроекологична преценка на експериментирани технологии от голямо значение е динамиката на водоразтворимите фракции на макроелементите. Именно те са достъпни за растенията, но следва да се подчертае и значението на органичните съединения, съдържащи макроелементи в биошлама. По тази причина водещ показател е съдържанието на биогенни елементи, а водоразтворимите форми следва да се анализират като критерий за ефективността на моделиране на зеното на биоредуцентите с уговорката, че е необходимо прецизно дозиране при внасяне в почвата при педварително познаване на физикохимичните и показатели.. Плодородието и структурата на почвата се определят от две основни групи продукти: биогенни елементи в минерализирана форма и биогенни елементи като органични съединения. Основното преимущество на биошлама е в запазването на всички биогенни макро и микроелементи в две важни за агрохимията категории: непосредствено достъпни минерални соли и същите елементи под формата на органични съединения, които представляват не само депо, но и компонент, който подобрява структурата на почвата. Биошламът съдържа трудноразграждащи се органични съединения, които нямат аналози в минералните торове, но са депо, от което постепенно се освобождават и поддържат оптимално съдържание в почвата съответните биогенни елементи. Органичните вещества се явяват ресурс за развитие на почвени микроорганизми с голямо значение за едафона., Важни органични вещества, присъстващи в биошлама са хуминовите киселини. Те повишават съпротивителните сили на растенията към неблагоприятни външни условия: засуха, високи и ниски температури, токсични вещества /пестициди, хербициди, тежки метали/, повишена радиация. Хуминовите киселини способстват за ускоряването на растежа и развитието на растенията, съкращават вегетационния период, съзряването става по-рано, увеличават се добивите при селскостопанските култури.

При всички изследвани елементи градацията във възходщ ред е както следва: субстрат, компост, биошлам от непрекъснат АР, биошлам от ПДР.

В заключение следва извода, че формирането на антропогенна верига за разграждане на органичните вещества, при която се получава газово гориво или газообразни продукти при компостирането е причина за преразпределение на химичните елементи, което води до повишаване на съдържанието на биогенните макроелементи /някои от които са лимитиращи за растенията – калий фосфор, азот/, но при това преразпределение се повишава съдържанието на токсични елементи, които в

някои случаи превишават ПДК за допустими количества при биологично производство в растениевъдството.

При преценка на възможностите за използване на биошлама като алтернатива на минералните торове следва да се имат предвид техни основни недостатъци. Минералните торове са предимно макроеlementи /азот, фосфор, калий/ като неорганични вещества, които се внасят в почвата, за да се компенсира дефицита в резултат на елиминирането на част от тях посредством реколтираната първична биологична продукция. В резултат от прилагането им се увеличават добивите от селскостопански култури. Предимство при използването им е, че се внасят в почвата като минерални соли, т.е във форма усвоима от автотрофните организми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселин Киров, Запрянка Шиндарска, Ботьо Захаринов, Байко Байков, Сравнително проучване на нови енергийни култури за производство на биогаз, научната конференция с международно участие „Традиции и съвременност във ветеринарната медицина”, УОГС – Юндола (под печат)
2. Захаринов Б. Биомаса, биогаз, биошлам в енергетиката на антропогени екосистеми, НБУ 2013г
3. Маринова Св. Утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води и правила за тяхното оползотворяване, ПъблишСайСет – Еко, 2008