

# РЕЦЕНЗИЯ

На дисертацията на Венелин Нейчев Хубенов, на тема „Анаеробно рециклиране на органични отпадъци в мезофилен и термофилен режим на култивиране”, представена за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по научна специалност „Микробиология”, шифър 01.06.12

***Рецензент: проф. дбн Стоян Николов Грудев***

Дисертацията на Венелин Хубенов е в една област, представляваща традиционен научен и прагматичен интрес, която въпреки огромното количество фундаментални изследвания и ефикасна промишлена реализация на много от резултатите от тези изследвания, и настоящем представлява една от основните форми на развитие на съвременната цивилизация. Макар и формално изследванията на автора логично да са концентрирани върху анаеробно разграждане на определени органични отпадъци от мезофилни и термофилни микроорганизми, някои от резултатите от тези изследвания преставяват определен интерес за усъвършенстване на развитието на технологиите и в други отрасли на човешката дейност.

Изследванията на дисертацията са отразени в 134 стандартни страници, като текста е придружен от конкретни данни, представени в 18 таблици и 38 фигури. Дисертацията се характеризира с класическата структура на дисертациите от този тип, включваща Увод, Литературен обзор, Цел и Задачи, Експериментална част, Изводи и Приноси, списък на изследваната литература. Приложен е и списък на публикациите във връзка с дисертационния труд.

Литературният обзор обхваща 39 страници и е основан на прегледа и анализа от дисертанта на 175 научни публикации, някои от които очевидно са използвани на само в началния етап, но и при

експерименталното разработване на дисертацията. 41 от използваните публикации са на кирилица, а 134 на латиница. Значителна част от публикациите (44 на брой) са публикувани през последните пет години, т.е. по времето на самото експериментално разработване на дисертацията. Това свидетелствува за наличие на реални научни интереси и за изграден научен манталитет на дисертанта.

Резултатите от анализа на публикациите, посочени в съответния списък към дисертацията, са формирани в пет главни извода, на основата на които са формирани както главната цел на дисертацията, така и основните задачи за успешното осъществяване на тази цел. Тази главна цел е да се изследва влиянието на някои технологични фактори върху анаеробната биодеградация (АБД) на тор от едри преживни животни (ЕПЖ) при различни температурни условия, както и възможностите за получаване на биогаз от органични отпадъци с преобладаващо съдържание на целулоза, като се проследи функционирането на различни групи микроорганизми, съставлящи съответното микробно съобщество.

За успешното осъществяване на тази цел са поставени за решаване шест основни задачи, логично свързани помежду им и концентрирани върху изясняването и стимулирането на ролята на основните физиологични групи микроорганизми в процеса на АБД на четири основни субстрата: тор от едри преживни животни, филтърна хартия, пшенична слама и отпадни плодове и зеленчуци (ОПЗ).

Експериментите с тези субстрати са проведени в анаеробни биореактори от различен тип, някой от които с периодично, а други – с непрекъснато разбъркване. Обемите на тези биореактори варират в широки граници – от 1.5 l до 10 l. Някои от експериментите са проведени и в пилотен биореактор с работен обем 80 l, снабден със система за мониторинг и автоматично управление. Анаеробни условия са създадени чрез продухване на азот с обем, равен на работния обем на съответния реактор. Посочено е, че инициацията на процеса в биореакторите е осъществена чрез прибавянето на определено

количество културална среда от работещ на тор от ЕПЖ биореактор, която достига до 5 % от работния обем на инокулирания апарат. Не е изрично посочено, че такава инициация е използвана и при анаеробното разграждане на чиста целулоза (филтърна хартия), чистата смес от отпадни плодове и зеленчуци (ОПЗ) и на сместа от ОПЗ и предварително смяна и алкално третирана пшенична слама.

Обемът на отделения при експериментите биогаз се измерва посредством калибриран газхолдер, а състават му чрез апарат X-am 7000 (снабден с инфрачервени детектори за  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  и химически детектори за  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{O}_2$ ) на фирмата Dräger. Използвани са и подходящи методи за определяне на всички основни параметри, характеризиращи анаеробната биодеградация на отделните субстрати: сухо вещество, органично сухо вещество, съдържание на С, N, H, общ белтък, редуциращи захари, липиди, целулоза, ензимни активности, количества на основните групи анаеробни микроорганизми.

Този добре обмислен и удачно структуриран експериментален подход е довел до реализирането на един висококачествен и в значителна степен оригинален научен труд, съдържащ редица важни изводи и приноси, основната част от които са представени по подходящ начин от самия автор в края на дисертацията. Приемам същността на така изложената от автора заключителна информация, но считам за необходимо да добавя следното:

- Дисертантът Венелин Хубенов е бакалавър с придобита квалификация „биотехнолог” и магистър с квалификация „биотехнолог по екологична биотехнология”. Трябва да се изтъкне умелото съчетаване и използване от дисертанта на познанията в областта на микробиологията и химията при планирането и провеждането на отделните експерименти с определена технологична насоченост. Това придава на дисертацията не само строго научен, но и подходящ за практическо приложение характер;

- Правилно е оценена важната роля на съотношението на въглерод към азот при анаеробна биодеградация на излугваните субстрати, като установеното оптимално количествено съотношение благоприятстващо развитието и активността на микробното съобщество продуциращо максимално количество биогаз е в границите от 25 – 28. Установено е, че при конкретните експериментални условия чрез подбор и включване в системата на суровини, съдържащи различни количества азот, може в значителна степен да се повиши продукцията на биогаз;
- Установено е, че осъществяването на анаеробна биодеградация на тор от ЕПЖ (едри преживни животни) и смес от ОПЗ (отпадни плодове и зеленчуци) от термофилни микроорганизми при 55 °С ускорява чувствително разграждането на въглехидратите и липидите, но инхибира разграждането на протеините;
- Изследванията на дисертанта относно влиянието на тежките метали върху анаеробната биодеградация са проведени много целенасочено, като са тествани тежки метали (мед, кадмий, цинк), като са които са чести замърсители на различни почвени и водни екосистеми. При това особено активните токсични форми на тези метали като свободни йони или като водноразтворими органо-метални комплекси се срещат при сравнително разнообразни екологични условия. Като се има предвид изразения инхибиращ ефект на тези метали върху развитието и активността на микроорганизмите, участващи в процеса на анаеробна биодеградация, необходимо е при реализацията на този процес предварително да се осъществи пречистване на самият субстрат и/или на системата, в която протича процеса, с цел понижаване на концентрациите на тези метали под съответните допустими концентрации за използваните микроорганизми. В някои случаи е необходимо анаеробната биодеградация да се осъществи чрез микроорганизми, предварително адаптирани към съответните субстрати и/или системи;

- Важен в теоритичен и особено в практичен аспект е изводът, че характерно за термофилния процес е по-пълното разграждане на органичния материал в сравнение с разграждането при мезофилния процес. Същевременно е установено, че добивите на биогаз при мезофилната и термофилната биодеградация на смес от отпадни плодове и зеленчуци (ОПЗ) при еднакви условия са съизмерими, както и по отношение на концентрацията на метан в биогаза. Този извод обаче е валиден за конкретните експериментални условия и за съответните използвани микроорганизми;
- Приемам посочените от дисертанта три приноса, установени в резултат на разработената от него дисертация.

Първият от тези приноси е експериментално установения факт, че процесът на анаеробна биодеградация на тор от едри преживни животни, на смес само от отпадни плодове и зеленчуци (ОПЗ) или на смес от ОПЗ със слама при температура 55 °С инхибира в значителна степен развитието на протеолитични микроорганизми, което води до получаването на отпадък (биошлам) с високо съдържание на азот и подходящ за използване като биотор.

Вторият принос е вече споменатото в рецензията експериментално установено оптималното съотношение на въглерод към азот в границите на 25 – 28 в процесите на анаеробна деградация на тор от ЕПЖ, ОПЗ и техни смеси със слама с цел получаване на метан.

Третият принос е свързан с използването на смеси от свинска тор и ОПЗ и на ОПЗ със слама при оптимално съотношение между съответните два субстрата 70 : 30, което осигурява постигането на максимален добив на метан. Този процес е осъществен и в пилотен биореактор и е защитен със Свидетелство за регистрация на полезен модел №1814, издадено на 22.01.2014 година.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Дисертацията на Венелин Нейчев Хубенов представлява един сериозен научен труд в областта на биотехнологията, свързан както с добива на енергийни източници (биогаз), така и с опазването на околната среда. Изследванията във връзка с дисертацията са изисквали от дисертанта задълбочени познания по микробиология, химия, биотехнология и екология и широка осведоменост за постиженията на световната наука относно процесите на анаеробната биодegradация на органични субстрати с цел получаване на биогаз (метан). При разработването ѝ дисертантът е ползвал 175 източници на информация, основно публикации в престижни научни списания.

Дисертацията се отличава с подходяща структура и характер, стил и език на изложението, позволяващи да изпъкнат ясно резултатите и приносите от проведените изследвания. Интерпретацията на резултатите и формулираните изводи и заключения са в съответствие с получените данни от проведените експерименти.

Във връзка с дисертацията авторът е публикувал четири научни публикации, от които две са в списания с импакт-фактор. Освен това има три участия в престижни научни конференции, две от които в чужбина. Разработен е и полезен модел, защитен със съответното свидетелство за регистрация.

При разработването, оформянето и защитата на дисертацията са спазени всички нормативни изисквания.

Във връзка с гореизложеното препоръчвам на научното жури, формирано със Заповед №1-50/07.04.2015г. на Директора на Института по микробиология „Стефан Ангелов” при БАН да присъди на Венелин Нейчев Хубенов образователната и научна степен „доктор”.

София

Рецензент: .....

01.06.2015

(проф. дбн Стоян Грудев)