

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд на **Мартин Светославов Съев** на тема **”Анаеробно разграждане на отпадъчни плодове и зеленчуци”** за присъждане на образователна и научна степен **„доктор”**

от доц.д-р **Денчо Димитров Денчев**,
живущ в София, жк „Младост 2, бл.235, вх.1, ап.37

Авторът на дисертационния труд **Мартин Светославов Съев** е роден на 14.03. 1979 година в гр.Ловеч. Средното си образование получава в природо-математическа гимназия в родния си град с профил биология и засилено изучаване на английски език, а висшето, с квалификация „бакалавър,” в Биологическия факултет на СУ”Климент Охридски”. След това придобива квалификация „магистър-еколог” в катедра „Екология и опазване на околната среда” на същия университет. През 2006 до 2009 г. е зачислен като редовен докторант към катедра „Инженерна химия” на Химикотехнологичен и Металургичен Университет София. След изтичане на срока на докторантурата, в продължение на година и половина, работи като специалист-биолог в Институт по микробиология на БАН, а след това и понастоящем във фирма „Нестле” България АД.

По време на докторантурата научните интереси на Мартин Съев са свързани с анаеробното разграждане на органични отпадъци. Той получава умения за работа с микроорганизми, компетенции по екологична биохимия и биотехнология, водопречиствателни технологии, управление и контрол на околната среда. Придобива технически умения за извършване на лабораторни химични и биохимични анализи и обработка на данни, в т.ч. и с компютърни операционни системи. Владее, на много добро ниво, английски език. Способен е за работа в екип и за разработване на научни и приложни проекти.

Предложеният ми за рецензиране научен труд засяга една от най-актуалните и в същото време най-трудни за решаване области, каквато е опазването на околната среда и в частност, преработката и намаляването на отпадъците. Трудностите идват от това, че се третират отпадъци от плодове и зеленчуци, които съдържат трудно разтворими химични компоненти – целулоза, хемицелулоза, лигнин и други полизахариди. Освен това, получаваният продукт, биогаз, съдържа енергоносител – метан, който е възобновляем източник на енергия и чието бъдеще е повече от гарантирано.

Работата е написана на 121 стандартни страници и включва 35 фигури и 19 таблици. Цитирани са 161 литературни източника, 30 % от които са от последните шест години. Структуриран е в традиционните за дисертации раздели – увод, литературен обзор, цел и задачи, материали и методи, собствени експериментални резултати, изводи и приноси и цитирана литература. Би било добре, тези части от дисертацията да се обозначат със съответното заглавие, така както са изискванията на чл.11 от Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ.

Литературният обзор е обширен, пълен и целенасочен. В него са обсъдени механизмите на анаеробното разграждане на органичната материя, като се акцентува на биохимичните процеси протичащи при метановата ферментация и микробните видове, които я осъществяват. Разгледани и анализирани са факторите влияещи на тази ферментация. По-голямата част от обзора е посветена на приложението на конкретни процеси за разграждане на отпадъчни плодове и зеленчуци, използвани самостоятелно или като смеси. Сравнени са процеси осъществявани по различни технологични схеми и при различни температури. Прави впечатление, че авторът още тук се старае да направи оценка на тези методи. Обзорът завършва с конкретни изводи, които позволяват да се открият най-важните и неизяснени моменти и да се обоснове необходимостта от разработване на дисертацията. Всичко това показва, че докторантът е добре запознат с литературата по изследвания въпрос, умее да я анализира и да я използва в своята работа.

Към този раздел имам следната забележка и препоръка:

* При обсъждане на факторите влияещи върху микробиологичното разграждане на органични отпадъци по-голямо внимание да се отдели на химичния състав на субстрата (не само сухото вещество), съотношението въглерод/азот, на буферността на системата, на инхибиторите. Последните са особено важни, като се има предвид, че зеленчуците и плодовете се третират с различни инсектициди, хербициди, торове и т.н., които след това влизат в състава на хранителната среда за ферментация.

Целта на изследването е формулирана много оскъдно. Към записаното от автора общо намерение за изследване може да се прибави: изследване на процес за анаеробно микробиологично разграждане на отпадъчни зеленчуци и плодове, самостоятелно или като смес в различни съотношения, при различно натоварване и подхранване. Практически една такава цел е отразена в поставените за изпълнение експериментални задачи. Те включват: провеждане на опити за влиянието на вида на посевния материал, анаеробно разграждане на смес от говежди тор и отпадъчни домати в различни

съотношения, анаеробно разграждане на активна утайка и смес от зеленчуци и плодове в различни съотношения, изследване влиянието на натоварването и импулсното подхранване върху добивите на биогаз, степента на биодegradация и химичния състав на биогаза.

Методическата постановка на експериментите не предизвиква съмнения. Авторът използва различни по обем биореактори, снабдени с датчици за отчитане и контролиране на температурата, рН, обороти на бъркачката. Използваните субстрати (домати, краставици, картофи, ябълки) са доставени от местни тържища, активната утайка – от Софийска градска пречиствателна станция, а говеждия тор – от частно стопанство. След съответна обработка и разреждане, те се съхраняват при хладилна температура. За оценка на процесите са използвани съвременни аналитични химични и биохимични методи. Те са описани коректно, ясно и позволяват получаването на достоверни данни. Следва да се отчете, че процесите на анаеробно разграждане на органична материя с използване на микроорганизми са трудни за реализиране, поради участието на сложно микробно съобщество, специфичните изисквания за анаеробност и поддържане на физико-химичните показатели. С всички тези трудности авторът се е справил успешно, което показва, че той се е изградил като добър експериментатор способен да провежда и контролира сложни микробиологични процеси.

Към тази част имам следните въпроси:

- * По какъв начин е обработван „биошлама“ за да се използва като инокулум?
- * Не се ли променя сухото вещество при съхраняването на субстрата в хладилник и ако се променя коригирано ли е при провеждане на опитите?

Собствените експериментални резултати са представени върху 46 страници. Съгласно поставените задачи, авторът започва разработката с изследване на химичния състав на субстрата. Такъв подход е правилен и обоснован. Той дава възможност да се получи отговор на въпроса – съдържат ли отпадъчните плодове и зеленчуци нужните за развитието на микроорганизмите вещества. Освен това, проведените предварителни опити по добавянето на зеленчукова смес към работещ с оборски тор реактор дават основание на автора да заключи, че е необходима адаптация на микробното съобщество, която може да се постигне чрез последователно нарастване количеството на добавяната зеленчукова смес.

Тази идея се развива и доказва в следващия цикъл от експерименти. В тях количеството на отпадъчни домати, добавени към говежди тор нараства от 0 до 100%. Авторът убедително доказва, че добивът на биогаз също постепенно се увеличава. Този

резултат позволява да се заключи, че микробното съобщество може успешно да се адаптира към усвояване на чисти отпадъчни зеленчуци (фигури от 7 до 15 и таблици от 5 до 10). При това добивът на биогаз в процес с адаптирано микробно съобщество и субстрат само домати е двукратно по-висок от този с говежди тор. Заедно с това се увеличава и степента на разградения субстрат (демонстрирано като ХПК). Това е важен от практическа гледна точка резултат.

Докторантът задълбочава тези изследвания като провежда експерименти за доказване влиянието на импулсното нарастване на концентрацията на подхранващата смес (от 3,26 до 6,52 kg ОСВ на m^3 за 24 ч). Получени са много интересни резултати – след всеки импулс се получава пик в добива на биогаз, който е пропорционален на концентрацията на подхранващата смес. В последващото култивиране процесът се стабилизира, но на по-високо ниво от това до импулса. Само при най-високата концентрация това ниво е по-ниско.

Този резултат показва, че кинетиката и на този тип анаеробни процеси се подчинява на модела на Моно. Съществува, обаче, пределна, критична концентрация на субстратното натоварване, над която добивът на биогаз намалява. Авторът свързва това с образуването на летливи мастни киселини, които инхибират процеса. Според много от изследователите, не всички органични киселини са благоприятни за синтеза на метан. Например, силен инхибитор на този процес е пропионовата киселина. Би било интересно за в бъдеще да се проследи състава на летливите мастни киселини образувани при анаеробното метаболизиране на зеленчуци и плодове, за да се отговори на въпроса какви киселини се образуват при микробната биодegradация на тези суровини. С този тип изследвания докторантът доказва, че отделни зеленчуци (конкретно домати), в смес с оборски тор, могат успешно да се трансформират без достъп на кислород в енергоносител метан. Това е принос, който има конкретно практическо измерение и дава аргумент за по-нататъшно разработване на промишлена биотехнология.

Със следващият цикъл от експерименти докторантът си поставя за цел да изясни как ще се променя ефективността на процеса при използване на активна утайка (АУ) и смес от различни зеленчуци. От начало той започва само с АУ и краставица в съотношение 9:1. В последствие към тази смес добавя последователно домати (съотношение 8:1:1), картофи (съотношение 7:1:1:1 и 6:1:1:2) и ябълки (съотношение 5:1:1:2:1). Авторът установява, че промяната в състава на зеленчуковата смес, макар и слабо, оказва негативно влияние на ефективността на процеса – добивите на биогаз,

степенята на биодegradация и синтеза на метан намаляват. Това още по-силно се проявява при добавянето на ябълки към сместа.

Интерес представлява реакцията на системата с повишено съдържание на картофи и добавянето на ябълка. Добивът на биогаз и степента на биодegradация на материала намаляват. Причина за такъв резултат, докторантът вижда в химичния състав на използваните суровини, които съществено променят рН, количеството на хидролизируемите захари и белтъчини (таблица 11), а в процеса на ферментация, увеличават синтеза на летливи киселини. Това особено важи за варианта с добавяне на картофи.

Такъв извод е правилен и напълно обоснован. Получените резултати, по отношение на добивите на метан и степента на биодegradация, обаче, са по-високи от тези посочени от други автори. Това показва, че докторантът е разработил по-ефективен процес, което е несъмнено важен приложен принос. Това определено се дължи на правилния методологичен подход, който той използва.

За да се доближи максимално до осъществяването на реална технология, авторът изследва влиянието на натоварването (увеличено от 1,23 на 1,85 kg OCB на m³ за 24 ч). При това добивът на биогаз нараства почти 3 пъти. Подобен резултат се получава и при повишено импулсно подхранване, което още веднъж потвърждава казаното за процеса с говежди тор и отпадъчни домати.

Увеличаването на количеството на отпадъчните зеленчуци в сместа с АУ води до понижаване на рН в захранващата смес. Вместо да коригира с някакъв алкален регулатор, какъвто е опита на всички изследователи по света, докторантът постига положителен ефект чрез подбора на зеленчуците и постепенно нарастване на количеството им. Това е оригинален подход, с приложно значение.

Важно и значимо достоинство на дисертационната работа е, че докторантът, при всички експерименти, като критерий за ефективност на процеса, използва не само добивът на биогаз, но и степента на биодegradация на субстрата и количеството на метан в отделения продукт. По този начин получените от него резултати придобиват значение за опазване на околната среда и за енергетиката. Те могат да служат като отправна точка за разработване на биотехнологични решения за получаване и очистване на нов, възобновляем енергоносител, какъвто е метана.

Към тази част от дисертационната работа имам следните забележки:

* На стр.71 се обсъжда образуването на летливи мастни киселини, но не са посочени експериментални данни за това.

* Работата щеше да придобие по-голяма убедителност, завършеност и възможност за прогнозиране ако при измерване влиянието на величината на подхранване беше определена пределната (критичната) концентрация.

* При отразяване на резултатите от изследване на различни концентрации зеленчукови смеси би било по-добре след провеждане на всички опити средните данни характеризиращи отделните варианти да бъдат обобщени в една таблица или графика. Тогава по-ясно ще изпъкнат тенденциите и зависимостите.

По-важните приноси, които се правят с дисертацията са посочени от автора. Те имат главно научно-приложен характер. Някои моменти от постановката на експериментите са оригинални (адаптацията на микробното съобщество чрез постепенно увеличаване на количеството и вида на субстрата, избягване на корекцията на рН с химически неутрализатори и др.).

Най-общо приносите могат да се обобщят по следния начин:

* За първи път у нас е проведено мащабно изследване за оползотворяване на отпадъчни плодове и зеленчуци в микробиологичен процес за получаване на биогаз.

* Доказано е, че анаеробен микробиологичен процес за получаване на биогаз, работещ с тор от едри преживни животни или активна утайка от градска пречиствателна станция може да успешно да бъде трансформиран в процес работещ с хомогенати от отпадъчен зеленчук или смес от зеленчуци, като се използва методът на постепенно адаптиране на микробното съобщество чрез добавяне на нарастващи количества от зеленчуците.

* Доказано е, че чрез микробиологичния метод на анаеробно разграждане на органично вещество успешно могат да бъдат преработени отпадъци от плодове и зеленчуци с получаване на възобновляем енергоносител – метан.

Въз основа на получените експериментални резултати и техния анализ докторантът прави пет извода. От тях № 4 отразява какво е направено и няма стойност, докато заключението с което свършват изводите (стр.107) може да се обособи като такъв. Считам, че при тяхното формулиране следва да се приложи по-категоричен изказ, а самите изводи да се конкретизират.

По темата на дисертационния труд докторантът е публикувал, в съавторство с научните си ръководители, четири научни статии – три на английски език и една на български. В три от тях той е водещ автор. Една от публикациите е в списание с импакт фактор (Biotechnology and Biotechnological Equipment), една е от международна конференция в България и две в български списания. Резултатите са докладвани на

научна конференция у нас и два симпозиума в чужбина. Следователно, с увереност може да се твърди, че са получили необходимата гласност. За това говорят и трите цитата от чуждестранни автори за една от публикациите.

Представеният автореферат отразява напълно методите, резултатите, изводите и приносите включени в дисертационния труд, както и списъка на публикациите на докторанта по дисертационната тема.

По предложената за рецензиране дисертационна работа имам следните общи забележки и коментари:

1. Считаю, че дисертационният труд, без да претендира за изчерпателност, поставя началото на изследвания каквито в България се правят в ограничен мащаб, а от друга страна, са много необходими. Следва да се има въпредвид, че такива изследвания са достатъчно трудоемки, а процесите - трудни за управление и стандартизиране. Участието на микробно съобщество, с разнообразни и възискателни бактериални видове, ги прави още по-специфични и възискващи висока компетентност..

2. Считаю, че заглавието на работата следва да отрази характера на процеса осъществяван от микроорганизми. Мотивът ми за това е, че по начина по който то е записано сега, не става ясна същността на процеса – дали той е химичен, провеждан без достъп на кислород или се използват микроорганизми развиващи се в анаеробни условия.

3. Дисертационният труд щеше да има много по-голяма стойност ако след резултатите беше направена някаква дискусия. Именно в нея да се отрази цялостното виждане на докторанта за развитието на една такава биотехнология.

4. Може би работата следва да завърши с някакво предложение за лабораторна технология. Считаю, че авторът има достатъчно данни за това. Тогава изследването щеше да бъде завършено.

5. Представеният литературен обзор е достатъчно пълен и изчерпателен. Считаю, обаче, че в него следва да бъдат цитирани по-голямата част от публикациите и на български автори.

Личните ми впечатления от докторанта датират от времето когато той провеждаше експерименти, а по-късно беше назначен на работа, в Института по микробиология на БАН. Там той се прояви като възискателен към експеримента изследовател, задълбочено вникващ в същността на процесите. Отличава се с трудолюбие, любознателност, постоянство и високо чувство за отговорност. Мартин Съев бързо се адаптира към колектива и успя да стане част от него. Неговата

биологическа и химическа и езикова подготовка му дава възможност за разработване на сложни биотехнологични процеси.

Заклучение:

Представената дисертационна работа третира проблем от много голяма важност за икономиката и опазването на околната среда. Тя е първото широкомащабно изследване у нас по въпроса за оползотворяване на зеленчукови и плодови отпадъци чрез микробиологични процеси. Използваните в нея методи са разнообразни, съпоставими и коректно изпълнени. Планираните и проведени научни експерименти и описаните научно-приложни резултати са убедителни и не предизвикват съмнения. Те дават възможност за създаване на едромасщабни технологични решения. Посочените неточности по същество не променят достоверността на резултатите и са лесно отстраними. Направените изводи отразяват същността на експериментите и получените резултати. Авторът на дисертационния труд е показъл, че познава литературата по въпроса, може да борава с литературните източници, да провежда и анализира сложни научни експерименти. Той се е изградил като способен млад специалист, който е способен за работа в колектив и е с високо чувство за отговорност.

Определено считам, че дисертационният труд има качествата и отговаря на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ. Предлагам на неговия автор **Мартин Светославов Съев** да бъде присъдена научната и образователна степен „Доктор”.

01.03.2012 г.

Рецензент:

