

Prof. dr hab. Andrzej Skoczowski
Instytut Fizjologii Roślin im. Franciszka Górskiego
Polskiej Akademii Nauk
Ul. Niezapominajek 21, 30-239 Kraków

Kraków, dnia 29 sierpnia 2016 r.

Ocena

rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Lalak

pt. "Ocena metod obróbki wstępnej biomasy na jakość i wydajność biogazu"

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Lalak, napisana została pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Tysa oraz promotora pomocniczego dr inż. Agnieszki Kasprzyckiej. Praca dotyczy bardzo ważnych problemów związanych z poszukiwaniem alternatywnych, w stosunku do kopalnych, źródeł energii. Jak bowiem powszechnie wiadomo tzw. paliwa konwencjonalne i tak ulegną kiedyś wyczerpaniu zaś ich dzisiejsza eksploatacja oraz praktyczne wykorzystywanie pogarsza permanentnie klimat na Ziemi. Dlatego też w wielu rozwiniętych krajach świata prowadzone są badania nad tzw. odnawialnymi źródłami energii. W tej grupie wiodącą rolę stanowi tzw. biomasa, a zwłaszcza biomasa ligninocelulozowa. Jednak wykorzystywanie biomasy do celów energetycznych nie powoduje samo z siebie, że proces wytwarzania energii jest ekonomicznie uzasadniony i całkowicie bezpieczny dla środowiska. Jak słusznie zauważa Doktorantka, każda metoda zamiany biomasy na energię jest związana z dużymi stratami samej biomasy oraz niekorzystnym wpływem procesu jej przetwarzania na środowisko naturalne. Dlatego też przeprowadzone przez Doktorantkę badania należy uznać za w pełni uzasadnione i ważne.

Praca ma układ typowy dla prac doktorskich i liczy 162 strony. W pracy zamieszczono 7 rysunków, 19 tabel, 37 wykresów oraz 257 pozycji piśmiennictwa. Nie wiem dlaczego Autorka nie nazwała wszystkich zamieszczonych w pracy materiałów ilustracyjnych **rycinami** tylko dokonała podziału na rysunki i wykresy, ale nie jest to błędne więc nie musi się z tego tłumaczyć.

W wykazie skrótów Autorka oznacza udział frakcji biodegradowalnej symbolem FR, który w pracach naukowych z reguły przypisuje się do określenia promieniowania świetlnego w zakresie dalekiej czerwieni (od ang. Far Red). Ponadto zarówno w skrótach jak i później w pracy Doktorantka używa określenia „związki fenolowe ogółem” czy też „cukry redukujące ogółem”. Osobiście wolę określenie całkowita zawartość np. związków fenolowych. Doktorantka nie jest jednak do końca konsekwentna w stosowaniu zaproponowanej przez siebie terminologii bowiem na str. 48 w podrozdziale 3.4.6. mamy „Oznaczanie ilości cukrów redukujących ogółem”, a poniżej w rozdziale 3.4.7. „Oznaczanie całkowitej zawartości związków fenolowych”. Nie ma to co prawda znaczenia dla wartości merytorycznej pracy, ale dla jej spójności językowej powinno się stosować konsekwentnie ten sam sposób zapisu. Poza tym brak alfabetycznego uszeregowania stosowanych skrótów nieco utrudnia korzystanie z tej części pracy.

W rozdziale „Przegląd literatury” Autorka omawia podstawowe zagadnienia związane z tematem pracy i konfrontuje je z najnowszymi doniesieniami literaturowymi. Rozdział ten, z nielicznymi wyjątkami (przytoczone poniżej), czyta się dobrze, a ilość zawartych w nim informacji ograniczona jest do niezbędnego minimum. Uważam to za duży plus.

Bardzo częstym błędem popełnianym podczas omawiania zagadnień związanych z odnawialnymi źródłami energii jest używanie przez autorów terminu „energia odnawialna”. Tego błędu nie ustrzegła się również Doktorantka, która na stronach 11 i 28, a potem ponownie na str. 136 napisała o „energii odnawialnej”. Jestem przekonany, że jest to jedynie niedopatrzenie i doktorantka dobrze wie, że energii nie można odnowić.

Na str. 19 czytamy: „Zawartość poszczególnych frakcji w biomacie ligninocelulozowej jest zmienna i zależy od rodzaju i gatunku oraz źródła rośliny”. Domyślam się co prawda co Autorka miała na myśli pisząc to zdanie proszę jednak o bliższe wyjaśnienie, zwłaszcza określenia „źródło” rośliny.

Na tej samej stronie (str. 19) Doktorantka pisze, że „zmniejszenie wymiarów frakcji materii organicznej powoduje zwiększenie powierzchni kontaktu enzymów z substratem ...”. To prawda, ale sformułowanie niezręczne. Lepiej było by napisać: rozdrobnienie materii organicznej lub rozdrobnienie substratu.

Pisząc, że: „Celuloza jest najbardziej znanym i rozpowszechnionym liniowym polimerem na Ziemi, stanowiącym podstawowy składnik ścian komórkowych roślin” Autorka powołuje się na pracę Saxen i Brown z 2005 roku oraz Agbor i in. z 2011 roku. Fakty te znane były znacznie wcześniej. To przykład na bardzo częste, u młodych pracowników naukowych, powoływanie się na pozycje literaturowe z ostatnich lat dla udokumentowania faktów znanych od kilkudziesięciu lat. Powyższa uwaga nie jest wynikiem złośliwości recenzenta, ale raczej jego dydaktycznych zapędów w stosunku do wspomnianych wcześniej młodych adeptów nauki. Dlatego też jeśli musimy już skorzystać z najnowszych pozycji bibliograficznych lepiej jest zacząć zdanie od „Od dawna wiadomo, że ...” i dalej w nawiasie „patrz” lub „przegląd” i tu współczesne pozycje literaturowe.

Moim zdaniem Doktorantka niepotrzebnie tłumaczy na język angielski terminy sformułowane wcześniej w pracy w języku polskim. I tak na str. 28 określenie „w procesie obróbki wstępnej” tłumaczy na „ang. pretreatment”; na str. 30 „autohydrolizę” na catalyzed steam-explosion; „hydrotermolizę” na liquid hot water. Natomiast na str. 45 czytamy: “metodą hodowli na podłożu stałym” (solid state fermentation) podczas gdy na str. 91: „hodowlę mikroorganizmów w podłożu stałym” Doktorantka tłumaczy ponownie na Solid State Fermentation (SSF). Piszę ponownie, bowiem termin Solid State Fermentation, jako SSF, został już zamieszczony i wyjaśniony w rozdziale „Wykaz skrótów”. Jedyne przypadek, który wydaje mi się uzasadniony dla „podparcia się” angielskim tłumaczeniem to wyjaśnienie określenia „oporności” biomasy ligninocelulozowej na degradację enzymatyczną (ang. biomass recalcitrance). Myślę jednak, że oporność oznacza w tym przypadku po prostu **odporność** na trawienie enzymatyczne i takiego terminu można by użyć.

W omawianej części pracy Autorka zamieszcza Tabelę 4 (str. 29), w której porównuje zalety i wady różnych metod obróbki wstępnej biomasy (kolumna 3. tabeli). Jednak konstrukcja kolumny „Zalety i wady” powoduje, że nie jest dla mnie jasne co jest zaletą, a co wadą poszczególnych metod. Prosiłbym zatem Doktorantkę o wyjaśnienie tej kwestii.

Na str. 31 Doktorantka, przytaczając wyniki badań Kaparaju i in. (2002) stwierdza, że ww. badacze nie odnotowali istotnego wpływu rozdrobnienia biomasy (cząstki rzędu 0,5, 1 oraz 2 cm) na wydajność produkcji biogazu

z owsa, w porównaniu do obiektu kontrolnego. Jestem ciekaw jaki stopień rozdrobnienia biomasy stanowił kontrolę w pracy Kaparaju i in., bowiem w swojej pracy Doktorantka przyjmuje za kontrolę taki stopień rozdrobnienia biomasy jaki badali ww. autorzy w stosunku do swojej kontroli (1,5 do 2 cm).

W rozdziale 2. cel badań oraz hipotezy badawcze zostały bardzo zgrabnie sformułowane. Z obowiązku recenzenta muszę tu jedynie zwrócić uwagę, że paliwa są kopalne, a nie kopalniane, a efekt cieplarniany chyba już jest, a nie tylko nam grozi. Omawiany rozdział kończy czytelny schemat przeprowadzonych doświadczeń, który bardzo ładnie pokazuje konstrukcje pracy.

Różnorodność zastosowanych technik badawczych, opisanych w rozdziale materiał i metody, budzi moje niekłamane uznanie. Piszę to z pełnym przekonaniem jako chemik z wykształcenia oraz praktykujący biochemik i biolog. Doktorantka musiała bowiem opanować i połączyć w całość szereg metod z bardzo różnych obszarów nauki. Mam tu na myśli techniki inżynierskie (konieczne podczas mechanicznej obróbki biomasy), metody z obszaru biotechnologii (niezbędne do biologicznej obróbki biomasy i podczas procesu jej fermentacji) i wreszcie techniki analityczne z dziedziny chemii i biochemii (wykorzystane do analizy chemicznej biomasy i aktywności enzymów trawiących biomasę ligninocelulozową). Także zastosowane metody statystyczne są prawidłowe i nie budzą moich zastrzeżeń.

W części „Materiał i metody” znalazłem jedynie kilka niezręcznych sformułowań. I tak na stronie 43: „10 g materiału badawczego, który posiadał długość facji 10 - 15 mm” – raczej materiał o długości frakcji 10 - 15 mm. Na str. 47 w tytule podrozdziału 3.4.3. czytamy: „Oznaczenie zawartości azotu ogólnego Kjeldahla i azotu amonowego”. Brakło chyba „Oznaczenie zawartości azotu ogólnego metodą Kjeldahla ...”?

Na str. 46 czytamy, że „Osad pofermentacyjny zawierał 4,47% ś.m. suchej masy i 31,57% s.m. suchej masy organicznej”. Nie twierdzę, że to zdanie jest źle sformułowane ale go nie rozumiem. Będę wdzięczny Doktorantce za wyjaśnienie o co chodzi.

W podrozdziale 3.3.2. Autorka pisze, że w celu uzyskania warunków beztlenowych objętość reaktora została przedmuchana gazem obojętnym. Przypuszczam, że azotem, ale prosiłbym o potwierdzenie.

Nie mam zastrzeżeń merytorycznych co do wyników zaprezentowanych w rozdziale „Wyniki i dyskusja”. Moje zastrzeżenia dotyczą jedynie braku spójności w opisach tabel i wykresów, a zwłaszcza niektórych sformułowań używanych przez Doktorantkę w tej części pracy.

I tak w nagłówkach tabel Autorka podaje, że: „wartości średnie oznaczone tymi samymi literami a, b, c, ... nie różnią się istotnie (test HSD Tukeya, $\alpha = 0,05$)”. I to jest prawidłowy opis, choć litery a, b i c można by pominąć. Natomiast w podpisach do wykresów czytamy: „a, b i c ..., różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)”. I to nie jest to do końca poprawne bowiem litery a, b i c to nie są statystycznie istotne różnice tylko symbole literowe umożliwiające przyporządkowanie poszczególnych średnich do grup jednorodnych. Doktorantka przecież dobrze to wie bo prawidłowo opisała nagłówki tabel. A zatem mamy tu do czynienia, jak sądzę, z typowym skrótem myślowym. Ponadto tzw. poziom prawdopodobieństwa można rzeczywiście określać grecką literą „ α ” lub łacińską literą „p”. Trzeba się jednak przyjąć taki sam sposób przekazu. Ponadto Doktorantka różnie opisuje pokazywany na wykresach błąd standardowy. Na wykresie 7 (str. 87) są to „wąsy” (określenie dopuszczalne choć raczej żargonowe) natomiast na wykresie 8 (str. 89) są to „słupki” (i tak jest lepiej). Myślę, że przytoczony brak spójności opisu jest wynikiem techniki komputerowej „kopiuj/wklej”, która powoduje często niekontrolowane powielanie raz popełnionego błędu.

Największy problem mam jednak z zaakceptowaniem terminu „stopień usunięcia” suchej masy (wykres 1), chemicelulozy (wykres 6) ligniny (wykres 7) i innych „usunięć”. W spisie treści (str. 7) Doktorantka zapowiada, że będzie wyznaczała „stopień ubytku suchej masy oraz stopień degradacji biomasy ligninoceluluzowej”. Jak będzie to czynić opisuje szczegółowo na str. 52 i 53 powołując się na wzory opracowane przez Zaho i in. (2014). Nie rozumiem dlaczego Autorka zastosowała później określenie „stopień usunięcia” i zastępuje nim poprawne określenia takie jak „ubytek suchej masy” lub „wyrażony w procentach ubytek chemicelulozy ...” itd. Na zakończenie chcę powiedzieć, że termin „usunięcie” nie brzmi dobrze, bo jest to rzeczownik

pochodzący od czasownika „usunąć” co sugeruje, że ktoś usuwa biomasę podczas gdy ulega ona po prostu degradacji chemicznej. Termin ten nie broni się także w tłumaczeniu na język angielski. Po angielsku powiemy bowiem: „loss”, „decrease” lub „decline” ale nie „removal”. Mam nadzieję, że Doktorantka nie będzie miała do mnie żalu za ten wywód, a jedynie zaniecha w przyszłości stosowania tego terminu do określania strat w zawartości substancji chemicznych w biomacie wynikających z procesu ich chemicznego przetwarzania.

Na koniec uwaga czysto techniczna. Z powodów niezależnych od Autorki (duża ilość danych) zamieszczone w pracy tabele są bardzo rozbudowane i nie mieszczą się na jednej stronie, co utrudnia ich analizę. Nie jest to oczywiście wina Doktorantki, że dysponuje tak obszerną ilością danych. Jednakże, moim zdaniem Doktorantka niepotrzebnie podaje w tabelach odchylenie standardowe dla poszczególnych wartości. Z powodzeniem można napisać w nagłówku tabeli, że odchylenie standardowe nie przekraczało, średnio, X %, a oznaczenia literowe (będące wynikiem analizy wariancji uzupełnionej testem Tukeya) załatwiają sprawę. W ten sposób np. w tabeli 11 na str. 77 Autorka zyskałaby 17 wierszy co pozwoliłoby na pomieszczenie całej tabeli na jednej stronie.

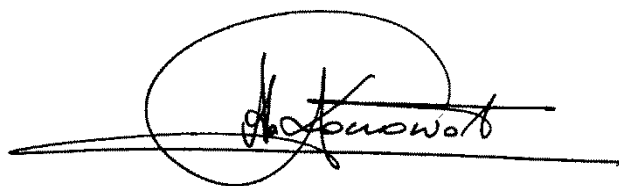
Cytowane piśmiennictwo jest prawie w całości anglojęzyczne i zawiera pozycje z okresu ostatnich kilku lat. Jest to niewątpliwie ogromny walor pracy. Autorka nie pisze jednak italiem łacińskich nazw bakterii, grzybów lub roślin zamieszczonych w tytułach cytowanych publikacji. Nie jest to na pewno wynikiem niewiedzy Autorki że tak trzeba pisać nazwy łacińskie, bo przecież w tekście swojej pracy konsekwentnie trzyma się ona zasady pisania nazw łacińskich kursywą. Uwagę tę zamieszczam zatem wyłącznie w celu zwrócenia uwagi Autorki na występujące w spisie publikacji niedociągnięcia, a to na wypadek ewentualnego przygotowywania publikacji do druku. Ponadto w spisie publikacji brakuje niektórych pozycji cytowanych w tekście - np. cytowanych na stronie 84 pozycji Li i in. 2012, Sulman i in. 2011 oraz ponownie Li i in. 2012. W ostatnim przypadku podejrzewam, że Autorce chodziło jednak o zamieszczoną w spisie pracę Li i in. 2015. Za to przynajmniej jedna pozycja literaturowa została zdublowana (Tainguchi i in. 2005, pozycje 209 oraz 210 w spisie).

Z drobniejszych spraw. Na str. 136 Autorka napisała o „biogazowydajności” badanych roślin energetycznych. Myślę, że to nienajlepszy termin.

Wniosek końcowy

Niezależnie od zawartych w recenzji uwag krytycznych, dotyczących wyłącznie kwestii językowych oraz różnic w podejściu do określeń nomenklaturowych stwierdzam, że treść i forma przedstawionej rozprawy pt. „**Ocena metod obróbki wstępnej biomasy na jakość i wydajność biogazu**”, spełnia wszystkie warunki stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Ponadto uważam, że przeprowadzone przez mgr inż. Justynę Lalak badania zasługują na duże uznanie. Jak bowiem napisałem obszerniej już wcześniej, Doktorantka wykonała ogrom pracy eksperymentalnej z wykorzystaniem różnorodnych technik analitycznych. W konsekwencji, pozwoliło to na przygotowanie dysertacji, w której obok wielu danych o charakterze badań podstawowych znalazły się również wyniki mające wyraźne przełożenie na zastosowania praktyczne. Recenzowana praca stanowi zatem przykład jak umiejętnie można pogodzić te dwa, pozornie trudne do pogodzenia, kierunki badań.

W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie mgr inż. Justyny Lalak do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto wnoszę o wyróżnienie pracy stosowną nagrodą przyjętą w Państwa Instytucie.



Prof. dr hab. Andrzej Skoczowski