

Zamość, dnia 22.05.2015 r.

prof. dr hab. Bogdan Kościk
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Wydział Biogospodarki w Zamościu
ul. Szczebrzeska 102
22-400 Zamość

Recenzja

pracy doktorskiej **mgr inż. Adama PARZONKI**

pt.

**„Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna efektywność produkcji biomasy wybranych gatunków
roślin z przeznaczeniem na biogaz”**

przygotowanej pod kierunkiem dr hab. Władysława Szemplińskiego prof. UWM opublikowanej w monografii pt. „*Technologie pozyskiwania i kondycjonowania biomasy rolniczej i wodnej dla biogazowni i zgazowarki*” (ISBN 978-83-7299-873-6) pod redakcją Janusza Gołaszewskiego, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, tom I, 2014 rok.

Podstawą wykonania recenzji jest pismo prof. dr hab. Krzysztofa Młynarczyka, Dziekana Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (*WKŚiR.DZ.0173.61 2015*) z dnia 27.03.2015 r.

Ogólna charakterystyka pracy oraz udziału Doktoranta w jej opracowaniu

Recenzowana, licząca 272 strony, praca pt. „*Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna efektywność produkcji biomasy wybranych gatunków roślin z przeznaczeniem na biogaz*” jest rozdziałem w książce wydanej w 2014 r. jako podsumowanie projektu badawczego.



Rozdział ten jest napisany przez czterech autorów, z których dwu wnioskuje o nadanie stopnia naukowego doktora nauk rolniczych. Są to mgr inż. Tomasz Sałek oraz mgr inż. Adam Parzonka. Rozprawa składa się z części wstępnej, 6 rozdziałów merytorycznych, wniosków oraz rozdziału dziewiątego, w którym przedstawione zostały karty technologiczne i propozycje technologii produkcji poszczególnych gatunków o różnym poziomie nakładów energii. Pracę kończy wykaz literatury (393 pozycji).

Do książki dołączone zostały streszczenia w języku angielskim i polskim oraz oświadczenia autorów. Jedno ze streszczeń napisane jest przez wszystkich Autorów i obejmuje całościowe podsumowanie przeprowadzonych badań. Drugie napisane przez Doktoranta dotyczy tylko tych zagadnień, które opracował. Oświadczenia oraz informacje zamieszczone we wspomnianej monografii umożliwiły ustalenie autorstwa poszczególnych podrozdziałów i tym samym wkładu każdego z Doktorantów w opracowanie koncepcji, wykonywanie części eksperymentalnej i interpretację wyników tej pracy.

W rozdziale pierwszym opracowanym przez Adama Parzonkę i Tomasza Sałka przedstawione zostały zagadnienia wprowadzające do tematu pracy, a także cel i hipotezy badawcze.

W liczącym 74 strony podrozdziale drugim pt. „Przegląd piśmiennictwa” scharakteryzowana została biomasa roślinna pod kątem jej przydatności na cele energetyczne, w tym do produkcji biogazu rolniczego, a także omówiona efektywność, zarówno energetyczna jak i ekonomiczna, jej produkcji. Przedstawione też zostały wymagania siedliskowe i agrotechniczne traw o fotosyntezie typu C_4 (kukurydza zwyczajna, sorgo cukrowe, miskant olbrzymi i cukrowy), roślin bobowatych (lucerna siewna, rutwica wschodnia, koniczyna łąkowa), oraz dwu traw o fotosyntezie typu C_3 (tymotka łąkowa i kupkówka pospolita).

Autorem podrozdziałów 2.1 i 2.2 jest dr hab. Władysław Szempliński prof. UWM, 2.3 – mgr inż. Tomasz Sałek i 2.4 – mgr inż. Adam Parzonka.



Empiryczną część rozprawy stanowią rozdziały od trzeciego do ósmego. W rozdziale 3 pt. „*Metodyka badań*” opracowanym przez Wojciecha Budzyńskiego, Władysława Szemplińskiego, Adama Parzonkę i Tomasza Sałkę, opisana została metodyka badań polowych i laboratoryjnych dla każdego gatunku, a także podane wzory wykorzystywane w obliczeniach energetycznej i ekonomicznej efektywności. Uzyskane dane zostały poddane analizie statystycznej.

Rozdział czwarty opracowany został przez Wojciecha Budzyńskiego, Władysława Szemplińskiego, Adama Parzonkę i Tomasza Sałkę, przy czym pierwszy podrozdział (4.1) pt. „*Agrometeorologiczne uwarunkowania plonowania roślin*” napisany został przez obu Doktorantów. Natomiast autorem podrozdziału 4.2 są Wojciech Budzyński i Tomasz Sałek, a 4.3 Władysław Szempliński i Adam Parzonka. Kolejne rozdziały, tj.: „*Energetyczna wydajność i sprawność produkcji biomasy*” (rozd. 5), „*Ekonomiczna sprawność produkcji biomasy*” (rozd. 6), „*Właściwości biomasy i biogazodochodowość*” (rozd. 7), opracowali wyłącznie Doktoranci. Podział był następujący: trawy o typie fotosyntezy C_4 analizował Tomasz Sałek (5.1, 6.1, 7.1), a rośliny bobowate i trawy o typie fotosyntezy C_3 – Adam Parzonka.

Wnioski (rozdział 8) i wykaz literatury są wspólnym dziełem autorów rozprawy.

Kończący pracę rozdział pt. „*Technologie produkcji na gruntach ornych roślin energetycznych na biogaz*” został opracowany przez obu Doktorantów. Część dotyczącą traw o typie fotosyntezy C_4 (9.1) napisał mgr inż. Tomasz Sałek (27 stron), a pozostałych analizowanych traw o typie fotosyntezy C_3 i roślin bobowatych mgr inż. Adam Parzonka (47 stron).

W rozdziałach opracowanych przez Adama Parzonkę były odniesienia do 195 pozycji literatury, a Tomasza Sałkę 241.

Praca zawiera łącznie 80 zestawień tabelarycznych, 7 rysunków i 23 kolorowych fotografii. Z tej ogólnej liczby Tomasz Sałek zamieścił 22 tabele, 6 rysunków i 12 fotografii, zaś Adam Parzonka 46 tabel i 11 fotografii. W pracy są też 4 tabele i 1 rysunek opracowane wspólnie przez obu Doktorantów.



Ocena doboru tematu, określenie celów oraz sformułowanie hipotez badawczych

Podjęta tematyka badawcza jest odpowiedzią na wyzwania związane z potrzebą dbałości o stan środowiska przyrodniczego i produkcji energii ze źródeł odnawialnych.

Doktorant podejmuje problematykę uwarunkowań rolniczych, ekonomicznych i środowiskowych produkcji energii z biomasy takich roślin jak lucerna siewna *Medicago sativa* L., rutwica wschodnia *Galega orientalis* Lam., kupkówka pospolita *Dactylis glomerata* L., i tymotka łąkowa *Phleum pratense* L. oraz mieszanek: lucerna siewna + tymotka łąkowa i koniczyna łąkowa *Trifolium pratense* L. + tymotka łąkowa.

Jest to temat ważny i nowatorski, mający znaczenie dla gospodarki, bezpieczeństwa energetycznego, a także ochrony środowiska. Problematyka produkcji energii z odnawialnych źródeł pojawia się często jako tzw. inteligentna specjalizacja w wielu strategiach gospodarczych. W pracy tematyka produkcji energii z biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego na drodze fermentacji metanowej jest analizowana kompleksowo. Szczegółowo zostały omówione zagadnienia rolnicze. Natomiast do oceny efektywności energetycznej i ekonomicznej sprawności produkcji biomasy wykorzystane zostały podstawowe wskaźniki. Takie kompleksowe i interdyscyplinarne podejście umożliwiło wyciągnięcie trafnych wniosków, przede wszystkim przydatnych w praktyce.

Reasumując, dobór tematu rozprawy oceniam pozytywnie, gdyż jest on nowatorski i ważny, zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i utylitarnego.

Celem pracy była ocena przydatności biomasy lucerny siewnej, rutwicy wschodniej, mieszanek bobowo-trawiastych i traw typu C₃ (tymotki łąkowej i kupkówki pospolitej) do konwersji na biogaz. Powyższe gatunki uprawiane były zgodnie z zasadami obowiązującymi zarówno w technologii konwencjonalnej jak również integrowanej, charakteryzującej się zmniejszonymi nakładami na przemysłowe środki produkcji. Cel został określony w sposób jednoznaczny i obejmował aspekty rolnicze, energetyczne oraz ekonomiczne.

W rozprawie Autor przyjął dwie hipotezy badawcze. W hipotezie pierwszej zakłada, że kukurydza zwyczajna jako surowiec żywnościowy i energetyczny nie może tworzyć monokultury agrocenoz i być jedynym surowcem do produkcji energii. Dlatego Doktorant szukał wśród traw i roślin bobowatych innych gatunków o porównywalnej wydajności biomasy i jednocześnie przyjaznych dla środowiska, a tym samym pożądanych w agrocenozach.

Druga hipoteza badawcza zakłada, że technologie wysokonakładowe (konwencjonalne) uwydatniają potencjał plonowania (mierzony wydajnością masy i energii) przy dużej energochłonności produkcji. Technologie integrowane racjonalizują zużycie najbardziej energochłonnych czynników produkcji (nawozów i paliw) i poprawiają energetyczną sprawność produkcji biomasy na biogaz.

Przedstawione hipotezy nie budzą zastrzeżeń. Sformułowano je w sposób czytelny i jednoznaczny. Przygotowując je Doktorant wykazał się znajomością zagadnień zarówno rolniczych, energetycznych jak i ekonomicznych.

Ocena metod i zastosowanych narzędzi badawczych

Teoretyczne aspekty recenzowanej rozprawy zostały przygotowane na podstawie szerokich studiów literaturowych. Doktorant skorzystał ze 195 pozycji bibliograficznych, na które złożyły się publikacje książkowe i artykuły naukowe traktujące o rolnictwie, energetyce i ekonomii. W pracy wykorzystał także źródła internetowe, akty prawne oraz dane publikowane przez Główny Urząd Statystyczny. Wybrane pozycje literatury są powiązane z tematyką pracy.

Empiryczna część rozprawy została opracowana na podstawie wyników badań przeprowadzonych w ramach Projektu Kluczowego POIG.01.01.02.-00-016/08 pt. „*Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych*



i odnawialnych źródłach energii” (temat: „Biomasa i biogaz z fermentacji roślin zielnych i wodnych”, zadanie 1.1. „Zbadanie rolniczej wydajności, energetycznej sprawności i ekonomicznej efektywności produkcji fitomasy na cele energetyczne wybranych taksonów traw i roślin bobowatych (d. motylkowatych) oraz opracowanie technologii jej wytwarzania w konwencjonalnym i integrowanym systemie gospodarowania”).

Wyniki pochodzą z kilku źródeł: ścisłych doświadczeń polowych (część rolnicza); oszacowanej energochłonności na podstawie bezpośrednich procesów technologicznych produkcji biomasy na polach produkcyjnych Zakładu Produkcyjno-Doświadczalnego w Bałczynach; badań laboratoryjnych. Uzyskane wyniki były wykorzystane do przeprowadzenia analiz: sprawności energetycznej, ekonomicznej efektywności produkcji biomasy i statystycznej.

Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenia polowe prowadzono w układzie losowanych podbloków w dwóch powtórzeniach. W badaniach uwzględniono trawy o fotosyntezie typu C₃ (kupkówka pospolita, tymotka łąkowa), wieloletnie rośliny bobowate (lucerna siewna, rutwica wschodnia) i mieszanki bobowych z trawami (lucerna siewna z tymotką łąkową, koniczyna łąkowa z tymotką łąkową), które uprawiano według dwóch technologii – konwencjonalnej (intensywnej, wysokonakładowej) i integrowanej – o zmniejszonych nakładach na środki produkcji. Badania prowadzono na małych poletkach o powierzchni 210 m² dla każdego gatunku czy mieszanki, w latach 2009-2012.

W tabeli 3.2 zostały przedstawione szczegółowo wszystkie informacje dotyczące agrotechniki analizowanych gatunków, zarówno dla technologii konwencjonalnej jak i integrowanej, począwszy od wyboru stanowiska i odmian, a skończywszy na zbiorze biomasy. Po zbiorze fitomasy z doświadczeń polowych określono plon świeżej i suchej masy. Bezpośrednio po skoszeniu rozdrobniony surowiec zakiszano.



Badania dotyczące wydajności biogazu i zawartego w nim metanu oraz pomiar parametrów fizycznych i chemicznych wykonano w latach 2010 i 2011. W roku 2010 zostały przeprowadzone w laboratorium biotechnologicznym firmy Biogaz Zeneris Sp. z o.o. Natomiast w roku 2011 badania przeprowadzono w laboratorium Katedry Inżynierii Ochrony Środowiska, Wydziału Nauk o Środowisku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

W badaniach rolniczych dosyć rzadko prowadzone są analizy energetyczne, choć są one niezwykle ważne z uwagi na potrzebę ochrony środowiska przyrodniczego, ale też trudne do przeprowadzenia. Ważne jest i to, że na wskaźniki efektywności energetycznej nie mają wpływu ceny produktów rolniczych i środków produkcji. Przed ich rozpoczęciem należy przyjąć niezbędne założenia i precyzyjnie (na ile jest to możliwe) identyfikować wszystkie czynniki mające wpływ na skumulowane nakłady energetyczne. W pracy nakłady energii skumulowanej ponoszone na produkcję biomasy określono na podstawie pomiarów zużycia oleju napędowego, nakładów pracy i rzeczywistej wydajności maszyn na polach produkcyjnych w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach. W analizach tych uwzględniono więc: pracę ludzką, ciągniki i maszyny, nośniki energii i materiały (nasiona, nawozy, środki ochrony roślin), co jest zgodne z metodologią takich badań. Godny podkreślenia jest sam fakt podjęcia tej tematyki badawczej.

W analizie ekonomicznej, która podobnie jak energetyczna, jest uzupełnieniem badań rolniczych, wykorzystano podstawowe wskaźniki stosowane w ocenie gospodarstw rolnych (Polski FADN). Należą do nich: nadwyżka bezpośrednia, koszt jednostkowy produkcji, wskaźnik opłacalności produkcji i efektywność krańcowa. Jest to więc analiza ekonomiczna uproszczona.

Patrząc z perspektywy przyjętych celów zastosowane metody i narzędzia badawcze, choć przedłożone czasem mało przejrzyste, można uznać za właściwe.

Ocena układu, wartości naukowej i oryginalności rozprawy

Strukturę pracy oceniam pozytywnie, gdyż ma logiczny i uporządkowany układ. Wartość naukowa pracy wynika z zawartości merytorycznej poszczególnych rozdziałów. W rozdziale drugim bardzo szczegółowo, w oparciu o literaturę, omówione zostały zagadnienia związane z produkcją biogazu z biomasy, a także wymagania siedliskowe i agrotechniczne wszystkich analizowanych przez Autora gatunków, tj. traw o typie fotosyntezy C_3 i bobowatych.

Rozdziały 3 – 7 są bezpośrednio związane z realizacją celu pracy oraz weryfikacją postawionych hipotez. Należy podkreślić, że cel został zrealizowany a hipotezy zweryfikowane. Za znaczące osiągnięcie Doktoranta, które jest istotne z punktu widzenia rozwoju wiedzy na temat produkcji biogazu z traw o typie fotosyntezy C_3 oraz bobowatych należy uznać:

1. Przedstawienie w sposób uporządkowany stanu wiedzy w zakresie produkcji energii z biomasy poprzez jej fermentację metanową.
2. Kompleksowe podejście do produkcji biogazu z surowców pochodzenia rolniczego. Obok doświadczeń rolniczych Autor przeanalizował wskaźniki energetyczne i ekonomiczne. Tak szeroka problematyka badawcza umożliwiła wyciągnięcie wniosku, że kukurydzę można zastąpić np. rutwicą wschodnią, która ma wprawdzie niższą wydajność niż wzorcowy gatunek (kukurydza), ale korzystnie wpływa na stan środowiska przyrodniczego. Myślę, że wskaźniki ekonomiczne byłyby korzystniejsze dla roślin bobowatych, gdyby uwzględnić efekty środowiskowe.
3. Rolnictwo, zarówno w Polsce jak i na świecie, powinno tak funkcjonować, aby w jak najmniejszym stopniu wpływało negatywnie na stan środowiska przyrodniczego. Jednym ze sposobów osiągnięcia tego zamiaru jest zmniejszenie nakładów na produkcję. Doktorant podjął ten temat i analizował efekty rolnicze, energetyczne i ekonomiczne produkcji biomasy według technologii konwencjonalnej i integrowanej polegającej w tym doświadczeniu głównie na zmniejszeniu dawek nawozów i rezygnacji z chemicznej

walki z chwastami. Wyniki są bardzo interesujące i mogą być wykorzystane w praktyce, zarówno przez decydentów ustanawiających politykę energetyczną i żywnościową w Polsce, a także rolników i przedsiębiorców.

Podsumowując ocenę merytoryczną rozprawy stwierdzam, że Doktorant przedstawił kompleksową i tym samym bardzo szeroką koncepcję badawczą, bardzo przydatną w praktyce. Myślę, że właśnie ten bardzo szeroki zakres badań spowodował, że Doktorant nie ustrzegł się pewnych błędów, a głównie niedomówień. Dlatego też potrzebne są dodatkowe informacje i wyjaśnienia. Umożliwią one zrozumienie w szczegółach koncepcji badawczych Doktoranta, głównie w analizach energetycznych i ekonomicznych oraz przedyskutowanie uzyskanych wyników.

Przy obliczaniu skumulowanych nakładów energetycznych niezbędnym jest przyjęcie określonych założeń i metodologii, w ramach ogólnie obowiązujących zasad. Nie kwestionując podjętej decyzji, aby nie uwzględniać nakładów energetycznych na dojazd na pole, proszę jedynie o jej uzasadnienie. Precyzyjność pomiarów, w tym zużycia paliwa zależy m.in. od wielkości pola. Jakiej wielkości były pola produkcyjne, na których prowadzono pomiary? W tab. 3.3 nie ma wskaźników obliczania nakładów energetycznych związanych z wysiewem nasion. Skąd pochodzą niezbędne do obliczeń dane? Najlepiej byłoby, aby to były najnowsze dane. Proszę o informacje z tego zakresu. W podrozdziale 3.2. wskazana byłaby większa dokładność w opisie wskaźników (s. 99 i 100). W pracy nie znalazłem informacji jak została wyliczona wydajność jednostkowa biogazu (tab. 75). Interesują mnie też powody założenia, że proces fermentacji miał trwać 40 – 41 dni. Uzasadnienia też wymaga pominięcie dopłat w analizie ekonomicznej. W metodyce tej analizy podany jest klarowny podział kosztów na bezpośrednie i pośrednie. Niestety, w tabelach 6.4 i 6.5 już takiego podziału nie ma i należy się domyślać co oznacza np. zapis „ciągniki i maszyny”.



Należałoby też wyjaśnić co autor rozumie pod pojęciem „koszty czynników własnych”. Mając na uwadze, że zasadniczą częścią rozprawy doktorskiej są badania rolnicze, a analizy energetyczne i ekonomiczne są ich uzupełnieniem, zasygnalizowane wątpliwości dotyczą szczegółów i nie wpływają na wysoką ocenę merytoryczną pracy. Uzyskane wyniki są cenne przede wszystkim z praktycznego punktu widzenia.

Ocena strony formalnej i edytorskiej

Recenzowana praca generalnie spełnia wymogi formalne i edytorskie. Niemniej jednak mam kilka uwag w tym zakresie. Głównie są to niedokładności, niezręczności językowe, czy też skróty myślowe np. trawy C_3 . Wyraz „biogazodochodowość”, który choć spotykany w literaturze, powinien być zastąpiony innym.

Praca jest opublikowana w monografii, która jest przeznaczona dla szerokiego grona czytelników, a w tym rolników, przedsiębiorców, itp. Ci odbiorcy ciągle jeszcze posługują się tradycyjnymi jednostkami miar. Stąd wynika najprawdopodobniej fakt, że Doktorant nie stosuje konsekwentnie układu SI. Do pracy dołączone zostały streszczenia, które są wyważone i nie budzą zastrzeżeń. Moim zdaniem rozdział „Wnioski” powinien brzmieć „Wnioski i stwierdzenia”. W większości przypadków w tekście są odnośniki do źródeł i opisywanych tabel i wykresów, co ułatwia czytelnikowi analizę danych. Generalnie tytuły są komunikatywne i odzwierciedlają treści zawarte na rysunkach czy też w tabelach. Jednak niektóre z nich, np. tabela 3.3, należałoby „dopracować”.

Wnioski końcowe

Przedstawiona powyżej charakterystyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Adama Parzonki upoważnia mnie do pozytywnej oceny zarówno wybranej problematyki, jak i sposobu zrealizowania postawionego zadania.



Opracowanie zawiera właściwie sformułowany cel i hipotezy badawcze, a zastosowane metody badawcze i interpretacja wyników są poprawne. Uwzględniając wartość naukową i formalną, mogę stwierdzić, że **rozprawa doktorska mgr inż. Adama Parzonki pt. „Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna efektywność produkcji biomasy wybranych gatunków roślin z przeznaczeniem na biogaz”** wykonana pod kierunkiem dr hab. Władysława Szemplińskiego prof. UWM stanowi **oryginalne, kompleksowe i interdyscyplinarne rozwiązanie problemu naukowego z zakresu nauk rolniczych i spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. z 2003 nr 65 poz. 595) z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2011 roku nr 84 poz. 445).**

Do przedstawienia takiego stanowiska upoważniają mnie następujące argumenty:

- ważność, aktualność i innowacyjność podjętej w rozprawie tematyki,
- logiczny układ pracy,
- wartościowy, przeprowadzony przez Doktoranta, przegląd literatury dotyczący analizowanego problemu,
- bardzo szeroki, interdyscyplinarny zakres badań (rolnictwo, energetyka, ekonomia),
- aplikacyjny charakter rozprawy.

W rozprawie występują pewne elementy dyskusyjne, **jednak jako całość rozprawa doktorska mgr inż. Adama Parzonki jest opracowaniem naukowym, które spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Wnoszę więc do Wysokiej Rady Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o dopuszczenie recenzowanej rozprawy do publicznej obrony.**

Prof. dr hab. Bogdan Kościak

