

Dr hab. inż. Tomasz Piskier prof. PK  
Katedra Agrobiotechnologii  
Politechnika Koszalińska  
Ul. Raławicka 15/17  
75-620 Koszalin

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr inż. Anity Koniecznej**  
**pt. "Efektywność energetyczna technologii produkcji kukurydzy**  
**z przeznaczeniem na cele energetyczne"**

Rozprawa została wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Piotra Pasyniuka z Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach, promotorem pomocniczym był dr inż. Aleksander Muzalewski.

**Informacje ogólne**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska zawiera 141 stron tekstu oraz 16 stron wykazu tabeli, rysunków i spisu literatury, dodatkowo zamieszczono 25 stron załączników stanowiących tabele szczegółowe (łącznie objętość pracy 184 strony). Autorka wyróżniła 10 rozdziałów głównych (wstęp, geneza podjęcia tematu, przegląd stanu wiedzy z zakresu badań energochłonności i efektywności energetycznej w rolnictwie oraz emisji gazów cieplarnianych (GHG) z rolnictwa ze szczególnym uwzględnieniem technologii uprawy kukurydzy na kiszonkę, określenie problemu badawczego, cel i zakres pracy, dobór przedmiotu i obiektu badań, metodyki badań i opracowania wyników, wyniki badań i ich analiza, podsumowanie wyników badań technologii uprawy kukurydzy na kiszonkę i analiza, wnioski). Szczególnie dużo miejsca poświęcono "doborowi przedmiotu badań" - 49 stron oraz "metodyce badań i opracowania wyników" - 27 stron, "omówienie wyników i ich analiza" zawarta została na 19. stronach. Zastosowany podział pracy jest prawidłowy i typowy dla tego typu prac. Całość została przejrzysto zredagowana. Wykorzystana literatura obejmuje 167 pozycji w tym 26 obcojęzycznych. Wykorzystane źródła zostały dobrane poprawnie i wystarczająco dobrze charakteryzują omawianą problematykę.

**Uzasadnienie tematyki**

Podjęta w pracy tematyka jest niezwykle ważna, na szczególną uwagę zasługuje natomiast kompleksowość podejścia to zagadnienia. Problematyka odnawialnych źródeł energii poruszana jest w pracach naukowych od szeregu lat. Najczęściej jednak prezentowane

badania charakteryzuje dość jednostronne spojrzenie. Analizując energetyczne wykorzystanie biomasy oprócz wartości energetycznej plonu, należy bowiem zwracać szczególną uwagę na wielkość poniesionych nakładów energetycznych oraz związane z tym skutki środowiskowe. Kukurydza jest wszechstronną rośliną o dużym potencjale produkcyjnym, jest gatunkiem powszechnie uprawianym w Polsce, a technologia jej produkcji może być w pełni zmechanizowana. Roślina ta bardzo dobrze wykorzystuje poferment z biogazowni możemy więc stworzyć swoisty "obieg składników i energii". Przedstawione cechy czynią kukurydzę rośliną szczególnie przydatną do wykorzystania w energetyce odnawialnej. Prowadzenie produkcji rolniczej oraz energetyczne wykorzystanie biomasy powoduje emisję gazów cieplarnianych wywołujących poważne skutki środowiskowe. Zaproponowanie w pracy analizy efektywności energetycznej produkcji kukurydzy wykorzystywanej jako odnawialne źródło energii w połączeniu z oszacowaniem skutków ubocznych w postaci emisji gazów cieplarnianych należy uznać za bardzo trafne podejście.

### **Ocena merytoryczna rozprawy**

Zaproponowany temat rozprawy doktorskiej w brzmieniu "Efektywność energetyczna technologii produkcji kukurydzy z przeznaczeniem na cele energetyczne" budzi pewien niedosyt. Bardzo ważną w mojej opinii jej część stanowi analiza dot. gazów cieplarnianych - aspekt ten, mimo wnikliwej analizy zagadnienia nie został zamieszczony w tytule pracy.

Przegląd literatury zamieszczony w pracy został rozbity na trzy części. Pierwszą zasadniczą część stanowi rozdział pt. "Przegląd stanu wiedzy z zakresu energochłonności i efektywności energetycznej w rolnictwie oraz emisji gazów cieplarnianych (GHG) z rolnictwa ze szczególnym uwzględnieniem technologii uprawy kukurydzy na kiszonkę". Drugą część stanowi rozdział pt. "Geneza podjęcia tematu". Trzecią część stanowi rozdział pt. "Dobór przedmiotu i obiektu badań". Rozdziały te stanowią spójną całość i mogły być potraktowane łącznie. Zawarte w nich informacje bardzo wnikliwie analizują stan wiedzy oraz problematykę badań, którą doktorantka podjęła w recenzowanej pracy.

Problem badawczy, cel i zakres pracy.

Problem badawczy dotyczył określenia wpływu analizowanych technologii uprawy kukurydzy przeznaczonej do produkcji biogazu na efektywność energetyczną tej produkcji oraz poziom emisji gazów cieplarnianych. Tak sformułowany problem posłużył do określenia celu podstawowego oraz celu szczegółowego obejmującego 3 zasadnicze zagadnienia:

- określenie wpływu zastosowanych rozwiązań technologicznych uprawy i zbioru kukurydzy na kiszonkę, z uwzględnieniem poniesionych nakładów w poszczególnych etapach uprawy, na uzyskany efekt energetyczny,
- sporządzenie modelowej karty technologicznej uprawy i zbioru kukurydzy na kiszonkę z uwzględnieniem optymalnych wariantów technologicznych pod względem efektywności energetycznej,
- określenie wpływu wybranych nakładów energetycznych ( nawożenie, zużycie paliwa) na poziom emisji GHG.

Zakres pracy obejmował badania polowe i kończył się na etapie wytwarzania kiszonki.

Określenie problemu, celu i zakresu pracy jest prawidłowe, dobrze uzasadnione i powiązane z treścią pracą.

### Metodyka badań

Metodyka badań została przedstawiona na 27. stronach. W rozdziale pt. "Dobór przedmiotu i obiektów badań" zamieszczono natomiast podrozdział pt. "Charakterystyka obiektu badań". W mojej opinii podrozdział ten można było umieścić w metodyce - stanowi on bowiem integralną jej część. Pomijając tę sugestię o charakterze redakcyjnym, należy uznać, że rozdział dot. metodyki badań został bardzo wnikliwie opracowany zarówno w części dotyczącej efektywności energetycznej produkcji jak i emisji gazów cieplarnianych. Autorka prawidłowo dobrała wzory i współczynniki wykorzystywane w tego typu badaniach. Przedstawienie tak szczegółowej metodyki gwarantuje poprawność wykonanych obliczeń i opracowanych wniosków. Jedyny niedosyt może stanowić brak wzoru ankiety, która została przeprowadzona wśród rolników. Nie rzutuje to jednak na całokształt opracowanej metodyki.

### Wyniki badań, dyskusja i wnioski

Wyniki analiz z zakresu badania energochłonności oraz efektywności energetycznej produkcji kukurydzy zostały zamieszczone w 8. tabelach wynikowych. Autorka podawała wartości poszczególnych parametrów (nakładów) ich udział procentowy w ogólnym nakładzie energetycznym oraz wskazywała technologie skrajne o najmniejszych i największych wartościach danego parametru. Opracowała szczegółowy wykres i tabelę przedstawiające strukturę poniesionych nakładów w rozbiciu na energię wniesioną w ciągnikach, maszynach i narzędziach, w oleju napędowym, w nawozach naturalnych, nawozach sztucznych, w środkach ochrony roślin, w nasionach oraz w pracy ludzkiej. Efektywność energetyczna produkcji została również zamieszczona w zbiorczej tabeli. Wskaźnik efektywności zawiera się w przedziale od 0,92 do 1,72. Autorka zwróciła uwagę, że wartość poniżej jedności (0,92), która wystąpiła w jednym przypadku nie spełnia kryteriów efektywności - poniesione nakłady przekraczają bowiem wartość energetyczną plonu. W 4. przypadkach efektywność energetyczna kształtuje się na poziomie 1,05 do 1,06 - jest więc minimalna. Autorka pracy nie odniosła się jednak do wpływu zastosowanej technologii ani warunków w jakich była ona zastosowana np. warunków glebowych, wielkości pola itp. na efektywność energetyczną produkcji. Rozdział ten nie zawiera również dyskusji nad uzyskanymi wynikami. Trudno więc stwierdzić, czy uzyskane wartości są zadowalające, czy też nie spełniają oczekiwań. Badania zostały zakończone (zgodnie z metodyką) na etapie wytworzenia kiszonki. Dalsze wykorzystanie energetyczne będzie wiązało się z kolejnymi nakładami i w takiej sytuacji nie mamy żadnej pewności czy wskaźnik efektywności energetycznej nadal będzie większy od wartości 1,0.

Część pracy poświęcona analizie emisji gazów cieplarnianych jest w mojej opinii szczególnie cenna. Autorka oszacowała wielkość ich emisji z nawozów (nieorganicznych, naturalnych oraz resztek poźniwnych), nawozów wapniowych, stosowanego mocznika oraz zużytego oleju napędowego. Przeciętna wielkość emisji w przeliczeniu na  $\text{kg CO}_2\text{eq} \cdot \text{ha}^{-1}$  wyniosła 1963,5 wahając się od 1431,0 do 2538,3. Uzyskane wyniki nie zostały porównane z wartościami literaturowymi dotyczącymi choćby produkcji takiej samej ilości energii przy wykorzystaniu węgla. Nie możemy więc powiedzieć jak duży jest efekt ekologiczny zastosowanych technologii. Podniesione tutaj uwagi nie umniejszają wartości merytorycznej i naukowej pracy stwarzają jednak pewien niedosyt wiedzy. W podsumowaniu wyników autorka zamieściła "liniowy model regresji jednej i wielu zmiennych". Stwierdziła istotną statystycznie zależność pomiędzy wielkością zastosowanych dawek azotu, fosforu i potasu, a wielkością plonu kukurydzy. Najcenniejszą daną w mojej opinii jest stwierdzenie, że "wraz ze wzrostem efektywności energetycznej badanych upraw kukurydzy na kiszonkę maleje zanieczyszczenie powietrza w postaci analizowanych gazów cieplarnianych z rozpatrywanych źródeł". Jest to w mojej opinii kluczowe stwierdzenie.

Wnioski zamieszczone w pracy wynikają z jej treści i są potwierdzone badaniami. Brakuje w nich (w mojej opinii) jednoznacznego określenia, która z badanych technologii, zważywszy na efektywność energetyczną oraz poziom emisji gazów cieplarnianych, powinna być zalecana do praktyki rolniczej.

#### Uwagi dodatkowe:

1. Autorka zwróciła uwagę na pewne niedoskonałości stosowanych powszechnie wskaźników energochłonności uzasadniając jednocześnie dla czego wykorzystwała je w pracy. Jest to cenna uwaga wskazująca również, na krytyczne i przemyślane podejście do analizowanego zagadnienia.

2. Na str. 137 - napisano, że "średnio, z wyprodukowaniem 1 tony zielonej masy wiąże się 40,41  $\text{kg CO}_2\text{eq}$ " chyba powinno być, że "produkcja 1 t zielonej masy z kukurydzy powoduje średnio emisję 40,41  $\text{kg CO}_2\text{eq}$ ".

3. Na stronie 138 podano "zmienność nawożenia fosforem w 32% ( $R^2=0,3593$ )..." p.podobnie (co wynika z wcześniejszego tekstu)  $R^2=0,3593$  powinna mieć inną wartość. Powyżej wartość ta przynależy do nawożenia azotem.

4. Opisując warunki atmosferyczne (opady i temperaturę) wygodniej jest posługiwać się współczynnikami hydro-termicznymi. Jednoznacznie wskazują one na niedobory opadów i są stosunkowo łatwe do interpretacji (str. 108-109).

## **Wniosek końcowy**

Rozprawa doktorska mgr inż. Anity Koniecznej stanowi bardzo ciekawe i kompleksowe podejście do oceny produkcji i oddziaływania środowiskowego kukurydzy traktowanej jako źródło biomasy energetycznej. Połączenie wnikliwej analizy nakładów energetycznych, a w konsekwencji efektywności energetycznej z problematyką emisji gazów cieplarnianych uważam za szczególnie cenne. Szkoda jednocześnie, że tytuł pracy nie zawiera wzmianki dot. tejsze emisji. Uważam bowiem, że zwracałby uwagę potencjalnych czytelników, a uzyskane wyniki mogłyby trafić do szerszego grona odbiorców. Analiza i omówienie uzyskanych wyników są poprawne. Pewien niedosyt pozostawia brak jednoznacznie podanej technologii, która zdaniem autorki powinna być zalecana do produkcji kukurydzy kiszonkowej przeznaczanej na biogaz w warunkach Podlasia.

Podsumowując powyższe stwierdzam, że praca pani mgr inż. Anity Koniecznej spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim (zgodnie z Ustawą o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003r. Dz. U. 2003, nr65 poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

