

dr hab. Mariusz Matyka prof. nadzw.

Puławy, 09.08.2019 r.

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa

Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Recenzja pracy doktorskiej

mgr Dariusza Niksy

**pt.: „Plon oraz jakość biomasy wierzby i topoli uprawianych na cele energetyczne
w zależności od nawożenia i cyklu zbioru”.**

wykonanej

na Wydziale Kształtowania Środowiska i Rolnictwa UWM w Olsztynie

pod kierunkiem

prof. dr hab. Mariusza J. Stolarskiego

Nieuchronną konsekwencją dynamicznego rozwoju gospodarczego jest m.in. stałe wyczerpywanie nieodnawialnych zasobów naturalnych, które stanowią podstawę funkcjonowania ekosystemów i w efekcie egzystencji cywilizacji ludzkiej. Procesy antropogeniczne prowadzą również do pogarszania stanu środowiska przyrodniczego i niosą za sobą niekorzystne skutki klimatyczne, zdrowotne itp. Jedną z głównych przyczyn tego stanu rzeczy jest stale rosnący popyt na energię, która obecnie obok żywności decyduje o dymnicy i kierunkach rozwoju ludzkości. Wobec tych wyzwań uważa się, że rolnictwo oprócz produkcji żywności i pasz powinno również dostarczać szeroko pojętych dóbr środowiskowych oraz stać się źródłem paliw i energii ze źródeł odnawialnych. Ważnym zagadnieniem jest także wykorzystanie produktów ubocznych powstających w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym, w tym np. pofermentu. Wszystkie te zagadnienia wpisują się w realizację idei zrównoważonego rozwoju oraz zasad biogospodarki i gospodarki cyrkularnej.

Nie ulega wątpliwości, że ciągle rosnący popyt na wielokierunkowo wykorzystywane produkty rolnicze jest znacznym wyzwaniem, przed którym stoi sektor. Stan ten jest w znacznej mierze uwarunkowany istniejącymi na poziomie Unii Europejskiej regulacjami prawnymi związanymi ze

zmianami klimatu i wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii (OZE). W związku z tym w różnych ośrodkach naukowych w Polsce i na świecie podejmowane są próby znalezienia rozwiązań umożliwiających produkcję odpowiedniego wolumenu biomasy na plantacjach celowo zakładanych na użytkach rolnych. W tym celu poszukuje się nowych roślin i rozwiązań agrotechnicznych umożliwiających optymalną z produkcyjnego, ekonomicznego i energetycznego punktu widzenia uprawę roślin na cele energetyczne. Jednym z wiodących ośrodków w Europie zajmujących się produkcją biomasy na użytkach rolnych jest Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie

W świetle powyższych faktów podjęte przez mgr Dariusza Niksę badania dotyczące plonowania i jakości biomasy wierzby i topoli uprawianych na cele energetyczne w zależności od nawożenia i cyklu zbioru należy uznać za interesujące i aktualne. Problemy poruszone w ocenianej rozprawie są bardzo istotne, zarówno ze względów poznawczych jak i użytkowych.

Przedłożona do oceny praca obejmuje 165 stronicowy maszynopis oraz 19 stronicowy suplement zawierający 19 tabel. Integralną część rozprawy stanowi 65 tabel, 18 rysunków i 8 fotografii, które ilustrują wyniki przeprowadzonych badań. Bibliografia obejmuje 154 pozycje literatury, z czego aż 84 % stanowią pozycje obcojęzyczne, które pod względem formalnym i merytorycznym są cytowane w sposób właściwy. Tytuł pracy jest klarowny i adekwatny do zawartej w niej treści. Zasadniczą treść opracowania przedstawiono w dziewięciu rozdziałach, uszeregowanych w następujący sposób: 1. Wprowadzenie, 2. Przegląd literatury, 3. Materiał i metody badań, 4. Warunki prowadzenia doświadczenia polowego, 5. Wyniki badań i dyskusja, 6. Wnioski, 7. Literatura, 8. Streszczenie, 9. Suplement. Układ pracy jest logiczny i spełnia wymagania stawiane dysertacjom doktorskim. Praca generalnie napisana jest językiem zrozumiałym i poprawnym stylistycznie oraz umożliwiającym sprawne śledzenie przeprowadzonych badań i analizę przedstawionych wyników.

Łącząca się logicznie ze wprowadzeniem hipoteza badawcza oraz cele pracy zostały postawione w sposób syntetyczny i nie budzą wątpliwości.

Podstawę do opracowania rozprawy doktorskiej stanowiły trzyletnie (2016-2017) wyniki badań polowych z uprawą szybko rosnących odmian wierzby i klonu topoli przeprowadzone w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym Łęczany sp. z o.o. (53°59'N 21°09'E) oraz wykonane analizy laboratoryjne. Badane rośliny zbierano w cyklu jednorocznym i trzyletnim. Celem badań była ocena plonowania oraz jakości biomasy dwóch odmian wierzby i klonu topoli w zależności od długości rotacji zbioru oraz rodzaju nawożenia i dawki azotu. Ponadto w badanych roślinach ustalono udział kory i drewna w pędach oraz właściwości termofizyczne i skład elementarny biomasy. Dobór i zakres metod badawczych oraz przyjętych kryteriów oceny należy uznać za wystarczający i umożliwiający realizację założonych celów badania oraz weryfikację postawionej hipotezy.

Opis wyników wskazuje na dobre rozeznanie Doktoranta w zakresie tematyki objętej badaniami. Autor wykazał, że plonowanie roślin wierzby i topoli było zróżnicowane w zależności od odmiany/klonu oraz cyklu zbioru. Rodzaj zastosowanego nawożenia nie różnicował istotnie plonów świeżej i suchej biomasy u badanych odmian wierzby i klonu topoli. Największy średni plon suchej biomasy stwierdzono dla odmiany wierzby Ekotur ($16,51 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1} \text{ s.m.}$). Plonowanie badanych gatunków było istotnie większe w trzyletnim cyklu zbioru niż w jednorocznym. Średnie plony suchej biomasy w cyklu trzyletnim były większe u badanych odmian wierzby Ekotur i Żubr oraz klonu topoli Max-5 odpowiednio o 55,2; 28,3 i 61,8%. Odmiany wierzby Ekotur i Żubr cechowały się również istotnie większą wartością opałową biomasy (odpowiednio $7,96$ i $8,03 \text{ MJ kg}^{-1}$) w porównaniu do klonu topoli Max-5 ($6,90 \text{ MJ kg}^{-1}$). Ważnym wnioskiem praktycznym wynikającym z pracy jest to, że wydłużenie cyklu zbioru w przypadku odmian wierzby skutkowało istotnym zwiększeniem wartości opałowej biomasy, natomiast u klonu topoli różnice w wartości tej cechy między cyklami zbioru nie były istotne. Ponadto w biomacie odmian wierzby stwierdzono istotnie mniejsze zawartości popiołu niezależnie od cyklu zbioru roślin. Biomasa pozyskana w cyklu trzyletnim charakteryzowała się istotnie większą zawartością C (u odmian wierzby) oraz H u wszystkich badanych roślin. Z kolei w biomacie zarówno u odmian wierzby jak i w klonie topoli oznaczono istotnie mniejsze zawartości N, S oraz P, K, Mg i Ca w trzyletnim cyklu zbioru niż w jednorocznym.

Równie istotne są wyniki badań uzyskane przez Doktoranta w zakresie wzajemnych proporcji pomiędzy korą, a drewnem w biomacie badanych odmian wierzby i klonu topoli. Wykazał w nich, że udział kory malał, a udział drewna zwiększał się wraz ze wzrostem średnicy pędów u wszystkich badanych gatunków roślin. Pędy klonu topoli Max-5 zawierały istotnie najwięcej kory (średnio 31,53% s.m.) i istotnie najmniej drewna (średnio 68,47% s.m.) w porównaniu do odmian wierzby Ekotur i Żubr. Kora i drewno odmian wierzby Ekotur i Żubr w cyklu trzyletnim charakteryzowały się lepszymi parametrami termofizycznymi niż w cyklu jednorocznym pod względem wilgotności i wartości opałowej. Z kolei kora i drewno klonu topoli Max-5 cechowały się korzystniejszymi wartościami cech takich jak wilgotność i wartość opałowa w cyklu jednorocznym w porównaniu do trzyletniego.

Istotne podsumowanie przeprowadzonych badań stanowi wniosek wskazujący, że ze względu na wielkość plonu biomasy oraz jej jakości do komercyjnej produkcji można zalecać wierzbę odmiany Ekotur uprawianą bez nawożenia w trzyletnich cyklach zbioru. Natomiast ewentualna dawka azotu stosowana w uprawie badanych odmian wierzby i klonu topoli powinna oscylować w granicach 85 kg ha^{-1} w postaci pofermentu z biogazowni rolniczej lub (69 kg ha^{-1}) nawozu mineralnego.

Dyskusja wyników badań ma charakter wielowątkowy i powstała w oparciu o obszerne piśmiennictwo zagraniczne i krajowe. Autor umiejętnie skonfrontowała wynik badań własnych z danymi i opiniami innych autorów. Zawarte w podsumowaniu wnioski w większości zostały sformułowane w sposób syntetyczny i poprawny.

Niemniej jednak lektura przedmiotowej rozprawy skłania do przedstawienia kilku uwag o charakterze krytycznym oraz polemicznym, które w niczym nie umniejszają wysokiej wartości merytorycznej pracy

Uwagi:

- Autor w rysunkach 6-10 i tabelach 1-2 przy odwołaniu do źródła stosuje niezrozumiałe skróty, które prawdopodobnie odnoszą się od baz danych. Wymaga to doprecyzowania.
- Strona 9 – w stosunku do energetyki użyto określenia „jest emitorem gazów..”, częściej używane jest natomiast sformułowanie „emitent gazów...”.
- Przyjęte w metodyce podejście polegające na zmniejszeniu dawki mineralnych nawozów azotowych o 20% w celu wniesienia takiej samej ilości formy działającej tego pierwiastka jak w pofermencie skutkowało faktyczną zmianą poziomu IV czynnika doświadczenia (dawka azotu). W związku z tym zarówno w metodyce jak i opisie i interpretacji wyników Doktorant powinien odnieść się poziomu nawożenia azotem w dawce 64 kg N ha^{-1} i 136 kg N ha^{-1} . Dodatkowo istnieje nieznaczna rozbieżność pomiędzy deklarowanym obniżeniem dawki mineralnych nawozów azotowych o 20%, a dawką przedstawioną w tabeli 8, z której wynika że stosowano 69 kg N ha^{-1} i 138 kg N ha^{-1} , co przekłada się na zmniejszenia nawożenia o 19% w stosunku do dawek 85 kg N ha^{-1} i 170 kg N ha^{-1} .
- Przydatnym byłoby umieszczenie w rozdziale Materiał i metody informacji dotyczącej rodzaju biogazowni, z której dostarczany był poferment. Można przypuszczać, że była to biogazownia rolnicza? W rozdziale tym powinna znaleźć się również uśredniona charakterystyka składu chemicznego pofermentu, w tym zawartości węgla oraz udział suchej masy. Dane te mogłyby być pomocne przy interpretacji wyników zmian zawartości próchnicy i C-org. w glebie z prowadzonego doświadczenia.
- Na podstawie analiz gleby przed założeniem doświadczenia stwierdzono, że charakteryzują się one odczynem kwaśnym i lekko kwaśnym(str. 47). Niezrozumiałe jest więc dlaczego przed rozpoczęciem prowadzenia eksperymentu nie wykonano wapnowania, które skutkowałoby optymalizacją odczynu. Ponadto zróżnicowanie odczynu pH w ramach obiektu doświadczalnego mogło mieć również, poza badanymi czynnikami, wpływ na

efektywność wykorzystania skalników pokarmowych oraz wody i w efekcie na uzyskane wyniki eksperymentu.

- Doktorant do pogłębionej analizy wyników oraz w celu poszukiwania zależności przyczynowo-skutkowych wykorzystał kilkakrotnie równanie regresji wielorakiej. W początkowym etapie uwzględnił wszystkie zdefiniowane wcześniej zmienne niezależne. Jednak część z nich okazała się nieistotna ponieważ $p > 0,05$. W związku z tym w dalszej kolejności powinien wdrożyć procedurę „z krokiem wstecz” i nie uwzględniać zmiennych niezależnych dla których $p > 0,05$. Tego typu procedura statystyczna pozwala zwiększyć dopasowanie modelu (R^2), które w przedstawionych analizach było na ogół umiarkowane.
- Na stronie 106 znajduje się błędne powtórzenie „najwięcej istotnie najwięcej”.
- Strona 118 - błędnie użyto słowa „intrakcja” zamiast „interakcja”.
- W drugim akapicie na stronie 127 Kandydat charakteryzuje zawartość części stałych w korze i drewnie badanych roślin. Jednak omyłkowo w jednym z zdań odnosi się do części lotnych.
- Strona 136 - błędnie użyto słowa „zminejszenie” zamiast „zmniejszenie”.
- Strona 139 - błędnie użyto słowa „kolonu” zamiast „klonu”.
- Autor używa w dysertacji zamiennie określeń „wysokość roślin” i „wzrost roślin”. Wydaje się, że w odniesieniu do roślin niepoprawne jest używanie sformułowania „wzrost roślin”.

Podsumowując stwierdzam, że przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr Dariusza Niksy pt.: „Plon oraz jakość biomasy wierzby i topoli uprawianych na cele energetyczne w zależności od nawożenia i cyklu zbioru” spełnia wymagania stawiane tego typu pracom w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr. 65, poz. 595 z późn. zmian.) i kwalifikuję Kandydata do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w zakresie dyscypliny naukowej *rolnictwo i ogrodnictwo*. **W związku z powyższym zwracam się do Rady Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa UWM w Olsztynie o dopuszczenie mgr Dariusza Niksy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

 
dr hab. Mariusz Matyka, prof. nadzw.