



Izola, 18.02.2026

Assoc. Prof Anna Sandak, PhD
InnoRenew CoE
Andrej Marušič Institute
University of Primorska
Muzejski trg 2, SI-6000 Koper

Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Information Technologies
University of Primorska
Glagoljaška 8, SI-6000 Koper
Mailing address: Livade 6a, 6310 Izola, SI
+386 40 282 949
anna.sandak@innorenew.eu

Recenzja

rozprawy doktorska w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie nauki leśne
pani mag. inż. Magdaleny Komorowicz zatytułowanej *“Modelowanie efektywnej technologii wytwarzania biokompostów z odpadów drzewnych”*
wykonanej na Wydziale Leśnym i Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod kierunkiem prof. dr. hab. Kingi Stuper-Szablewskiej, oraz promotorów pomocniczych dr inż. Anna Przybylskiej-Balcerek oraz dr hab. inż. Dominiki Janiszewskiej-Latterini

1 Postawa recenzji

Recenzja została wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Nauki leśne Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Podstawa oceny jest pismo Przewodniczącego rady Prof. dr hab. Mirosława Mleczka (numer pisma WLD.4000.8.2025) z dnia 19 grudnia 2025 z informacją o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej i prośba o przygotowaniu recenzji. Recenzja została wykonana w oparciu o podstawa prawna: art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (z późn. zm.).

2. Podstawowe informacje o kandydatce

Pani mgr inż. Magdalena Komorowicz uzyskała tytuł magistra w 2006 roku na Akademii im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu na wydziale technologii drewna (specjalność chemiczna technologia drewna). Kandydatka ukończyła trzy studia podyplomowe na wydziałach chemii (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Torunia i Uniwersytet Jagielloński w Krakowie) a także w zakresie organizacji i zarządzania na Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu. Od 2007 roku kandydatka jest zatrudniona w Sieci Badawczej Łukasiewicza-Poznański Instytut Technologiczny, obecnie na stanowisku starszy specjalista. Kandydatka jest współautorka 12 publikacji w recenzowanych czasopiśmie znajdujących się w basie JCR, 2 zgłoszeń patentowych, 19 kontrybucji prezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych, oraz odbyła 2 staże naukowe w ramach programu Erasmus +.

3: Przedmiot oceny

Rozprawa doktorska „Modelowanie efektywnej technologii wytwarzania biokompostów z odpadów drzewnych” została zrealizowana w ramach V edycji programu „Doktorat wdrożeniowy” w latach 2021-2025 w oparciu o umowę nr PW/3/2022. Dotyczy opracowania oraz optymalizacji technologii kompostowania odpadów drzewnych w celu uzyskania bezpiecznego i wartościowego produktu nawozowego oraz dodatku do podłoży ogrodniczych.

Rozprawa obejmuje 174 strony, a jej struktura jest logiczna i przejrzysta. Zawiera następujące elementy: Wstęp, Przegląd piśmiennictwa, Materiały i metody badawcze, Wyniki badań, Podsumowanie, Literaturę, Wykaz tabel i rycin i Załączniki. Cele i hipotezy badawcze są zawarte w sekcji 3 – Materiały i metody badawcze. Praca zawiera sekcje: wnioski oraz wytyczne technologiczne i założenia technologiczne dla kompostowania zawarte w podsumowaniu pracy. Kandydatka opisała również efekty wdrożeniowe dla Instytutu wynikające ze zrealizowanych badań oraz korzyści wynikające z realizacji pracy doktorskiej i jej efekty o potencjale wdrożeniowym.

Praca jest przedstawiona w sposób jasny i logiczny, co ułatwia śledzenie przebiegu badań i analiz. Niemniej jednak w tekście pojawiają się niektóre zdania, które mogłyby zostać poprawione pod względem stylistycznym lub składniowym, co dodatkowo poprawiłoby jego czytelność. Przykładem może być zdanie na stronie 47: „Celem zwiększenia wykorzystania do celów nawozowych produktów innych, niż te pochodzące ze składników wydobytych z ziemi lub wytwarzanych chemicznie materiałów nieorganicznych, powinno dopuszczać się możliwość zastosowania do celów nawożenia materiałów pochodzących z recyklingu lub materiałów organicznych.” Choć nie wpływa to na wartość merytoryczną pracy, jego uproszczenie poprawiłoby odbiór tekstu.

Rozprawa zawiera 56 pozycji literatury, zawierające publikacje naukowe, dyrektywy krajowe i europejskie oraz normy. Pracę uzupełniają 12 tabel i 54 ryciny, które są spójnie przygotowane i stanowią rzetelną dokumentację przeprowadzonych badań.

Praca zawiera również potwierdzenie złożenia dwóch wniosków patentowych (nr 1296438/P.453153 i 1296464/P.453154) związanych z tematem pracy.

4. Ocena ogólna

Autorka skoncentrowała się na modelowaniu procesu kompostowania trocin zanieczyszczonych wybranymi substancjami toksycznymi, takimi jak pentachlorofenol, lindan oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, co umożliwiło ocenę skuteczności procesu w warunkach kontrolowanych.

Ważnym elementem pracy było opracowanie wytycznych dotyczących kwalifikacji odpadów drzewnych do kompostowania oraz metodyki prowadzenia samego procesu, uwzględniającej charakterystykę technologiczno-surowcową różnych rodzajów odpadów. Przygotowanie i zastosowanie szczepionki biologicznej zawierającej grzyby rozkładu białego drewna, zdolne do biodegradacji związków toksycznych jest szczególnie interesujące, ponieważ przyczyniło się do istotnego obniżenia poziomu badanych zanieczyszczeń po inokulacji kompostu. Wyniki te potwierdzają wysoką skuteczność biologicznego wspomaganie procesu kompostowania i mają bezpośredni wpływ na późniejsze wykorzystanie wyników badań w praktyce.

Uzyskane komposty zachowały korzystne właściwości chemiczne, a w niektórych przypadkach odnotowano zwiększenie zawartości wybranych składników lignocelulozowych i mineralnych. Wyniki badań wskazują, że otrzymane produkty mogą znaleźć praktyczne zastosowanie jako nawozy organiczne, polepszacze gleby oraz komponenty podłoży ogrodnictwa. Przeprowadzone testy z udziałem roślin ozdobnych potwierdziły przydatność kompostów w uprawach ogrodnictwa oraz możliwość ich stosowania w znaczącym udziale w podłożach.

Praca wnosi istotny wkład w rozwój technologii kompostowania i bioremediacji odpadów drzewnych, szczególnie poprzez optymalizację parametrów procesu, zastosowanie osadów ściekowych oraz opracowanie dedykowanej szczepionki biologicznej. Uzyskane rezultaty mają znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne, przyczyniając się do poszerzenia wiedzy w zakresie biologicznego unieszkodliwiania zanieczyszczeń oraz zagospodarowania odpadów drzewnych. Jednocześnie autorka słusznie wskazuje na potrzebę dalszych badań, zwłaszcza w zakresie identyfikacji produktów przemian zanieczyszczeń i metabolitów mikroorganizmów, co stanowi uzasadniony kierunek kontynuacji podjętej tematyki badawczej.

5. Ocena szczegółowa

Tytuł pracy

Chociaż tytuł pracy brzmi „Modelowanie efektywnej technologii wytwarzania biokompostów z odpadów drzewnych”, prezentowane wyniki dotyczą modelowania eksperymentalnego procesu kompostowania w reaktorach, co może prowadzić do nieco mylących oczekiwań, ponieważ w naukach przyrodniczych „modelowanie” często jest utożsamiane z modelami matematycznymi lub symulacjami teoretycznymi.

Wstęp

Wstęp pracy przedstawia problematykę zagospodarowania odpadów drzewnych w kontekście wyzwań środowiskowych, zmian klimatycznych oraz wyczerpywania się zasobów naturalnych, podkreślając konieczność przejścia z gospodarki linearnej na gospodarkę o obiegu zamkniętym. Szczególną uwagę zwrócono na potrzebę kaskadowego i materiałowego wykorzystania biomasy drzewnej, zgodnie z priorytetami polityki Unii Europejskiej, co sprzyja racjonalnemu gospodarowaniu zasobami oraz ograniczaniu ilości odpadów kierowanych do spalania lub składowania.

Autorka wskazuje, że istotnym problemem w zagospodarowaniu odpadów drzewnych jest obecność substancji chemicznych stosowanych w procesach technologicznych i ochronie drewna, takich jak pentachlorofenol (PCP), lindan czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), które ograniczają możliwości ich bezpiecznego wykorzystania. Podkreślono, że zanieczyszczenia te stanowią poważne wyzwanie technologiczne i środowiskowe, wymagające opracowania skutecznych i bezpiecznych metod przetwarzania takich odpadów.

W tym kontekście kompostowanie przedstawiono jako jedną z potencjalnych metod zagospodarowania odpadów drzewnych, jednak skuteczność tego procesu zależy od odpowiedniego doboru parametrów technologicznych umożliwiających redukcję substancji toksycznych. W związku z tym uzasadniono potrzebę prowadzenia badań nad optymalizacją procesu kompostowania zanieczyszczonych odpadów drzewnych, tak aby uzyskany kompost był bezpieczny dla środowiska i mógł zostać ponownie włączony do obiegu materii, zgodnie z założeniami gospodarki cyrkularnej.

Wstęp jest porwanie skonstruowany. Jest rzetelny i logicznie prowadzący czytelnika od szerokiego kontekstu środowiskowo-gospodarczego do jasno zarysowanego problemu badawczego, uzasadniającego podjęcie przedstawionej tematyki.

Przegląd piśmiennictwa

Rozdział „Przegląd piśmiennictwa” jest obszerny i liczy 36 stron, obejmując szeroki zakres zagadnień bezpośrednio związanych z tematyką rozprawy. Autorka przedstawiła w nim podstawy gospodarki o obiegu zamkniętym, charakterystykę drewna oraz stosowanych chemicznych środków jego ochrony, ze szczególnym uwzględnieniem

substancji potencjalnie niebezpiecznych. Szczegółowo omówiono również metody dezaktywacji i usuwania chemicznych zanieczyszczeń z odpadów drzewnych, proces kompostowania oraz rolę mikroorganizmów w jego przebiegu. Rozdział zamyka część poświęcona właściwościom i możliwościom wykorzystania kompostu, w tym jego znaczeniu środowiskowemu oraz nawozowemu.

Przegląd piśmiennictwa został opracowany w sposób uporządkowany i logiczny, a jego zakres tematyczny odpowiada celom pracy i stanowi właściwe wprowadzenie do części badawczej. Obszerne ujęcie zagadnienia świadczy o dobrej orientacji autorki w problematyce badawczej oraz pozwala na właściwe osadzenie podjętych badań w aktualnym stanie wiedzy. Należy jednak zauważyć, że rozdział jest miejscami bardzo szczegółowy i rozbudowany, co niekiedy wykracza poza bezpośrednie potrzeby części eksperymentalnej. Nie umniejsza to jednak jego wartości merytorycznej, a raczej potwierdza szerokie przygotowanie teoretyczne autorki do realizacji podjętej tematyki badawczej.

Materiały i metody badawcze

Sekcja „Materiały i metody badawcze” została przedstawiona w sposób kompleksowy i logiczny. Rozpoczyna się od przedstawienia dwóch celów badawczych oraz dwóch hipotez, co jasno określa kierunek i zakres badań. Następnie szczegółowo opisano zastosowaną metodologię, obejmującą proces kompostowania oraz przygotowanie szczepionki grzybowej zawierającej trzy gatunki grzybów rozkładu białego.

W sekcji uwzględniono badania chemiczne odpadów drzewnych i kompostów, w tym oznaczanie podstawowych składników oraz obecności zanieczyszczeń (PCP, Lindan, WWA). Dokładnie przedstawiono również metodykę oznaczeń mikrobiologicznych, obejmującą liczbę bakterii i pleśni oraz stężenie ergosterolu, a także metodykę badań genetycznych, w tym izolację mikrobiologiczną, identyfikację molekularną, sekwencjonowanie wysokoprzepustowe oraz analizę bioinformatyczną.

Sekcję zamyka opis testowania otrzymanych kompostów w uprawie Jastrunia wielkiego oraz zastosowana analiza statystyczna wyników, co pozwala na ocenę efektywności przygotowanych kompostów i weryfikację postawionych hipotez. Całość daje pełny i spójny obraz wykorzystanych materiałów, procedur i metod badawczych.

Wyniki badań

Sekcja „Wyniki badań” obejmuje zarówno doświadczenia modelowe – monitorowanie temperatur, napowietrzanie masy kompostowej, analizę stosunku C/N oraz wpływu szczepionki grzybowej i zanieczyszczeń – jak i szczegółową ocenę efektów procesu: właściwości chemiczne i mikrobiologiczne kompostów, poziom zanieczyszczeń chemicznych, zmiany genetyczne i mikrobiologiczne oraz zgodność uzyskanych kompostów z przepisami nawozowymi. Dodatkowo przedstawiono wpływ kompostów na

wzrost roślin (*Leucanthemum × superbum* 'Macaroon') i zmiany właściwości chemicznych podłoży przed i po uprawie. Całość daje pełny obraz efektywności zastosowanej technologii w warunkach laboratoryjnych i półprzemysłowych, choć nazwa pracy może sugerować podejście bardziej teoretyczne lub symulacyjne.

Podsumowanie

Rozprawa nie zawiera wyodrębnionego rozdziału zatytułowanego „Dyskusja”. Należy jednak zauważyć, że elementy dyskusji, w szczególności interpretacja uzyskanych wyników, ich znaczenie aplikacyjne oraz implikacje technologiczne, zostały przedstawione w rozdziale „Podsumowanie”, który zawiera wnioski, wytyczne technologiczne oraz założenia procesu kompostowania. Kandydatka przedstawiła również efekty wdrożeniowe wynikające z przeprowadzonych badań oraz wskazała potencjał aplikacyjny uzyskanych rezultatów. Z uwagi na wdrożeniowy charakter pracy, ukierunkowany na opracowanie i optymalizację rozwiązania technologicznego oraz jego praktyczne zastosowanie, przyjęta struktura rozprawy może być uznana za uzasadnioną. Niemniej jednak wyodrębnienie formalnego rozdziału „Dyskusja”, zawierającego szersze odniesienie uzyskanych wyników do danych literaturowych oraz ich krytyczną analizę, mogłoby dodatkowo wzmocnić naukowy charakter rozprawy.

Wnioski przedstawione w pracy są kompletne i merytorycznie wartościowe. Pokazują, że opracowana technologia umożliwia kompostowanie odpadów drzewnych, w tym tych zawierających wybrane zanieczyszczenia (PCP, lindan, WWA), przy zachowaniu bezpieczeństwa środowiskowego i zgodności z regulacjami dotyczącymi nawozów. Praca podkreśla praktyczne zastosowanie uzyskanych kompostów w uprawach roślin ozdobnych oraz ich potencjał jako substytutu torfu, co jest istotnym wkładem w ochronę zasobów naturalnych i rozwój zrównoważonej gospodarki odpadami. Dodatkowo, wnioski uwzględniają potrzebę kontroli jakości, badania końcowych parametrów kompostów i gleby oraz wskazują na możliwość adaptacji modelu technologicznego do różnych strumieni odpadów, co świadczy o uniwersalności i innowacyjności opracowanej metody. Jednocześnie wnioski mogłyby być bardziej zwięzłe i uporządkowane, unikając powtarzalnych sformułowań i długich zdań, co zwiększyłoby ich czytelność i siłę przekazu. Pomimo tych uwag, wnioski są jasne, logiczne i dobrze powiązane z wynikami badań, a praca dostarcza praktycznych i naukowo uzasadnionych rekomendacji dotyczących wykorzystania kompostów z odpadów drzewnych.

Część pracy poświęcona efektom wdrożeniowym dla Instytutu jest szczególnie wartościowa i dobrze udokumentowana. Badania realizowane w ramach doktoratu odpowiadają na aktualne potrzeby przemysłu drzewnego w zakresie waloryzacji trudno zagospodarowanych odpadów, w tym odpadów MDF, i oferują realne rozwiązania o znaczeniu środowiskowym i ekonomicznym. Przeprowadzone eksperymenty umożliwiły uzyskanie wartościowych kompostów nadających się do stosowania jako składniki

nawozów i podłoży ogrodniczych, a opracowanie szczepionki grzybowej z grzybami białego rozkładu drewna pozwala na redukcję zanieczyszczeń w odpadach drzewnych.

Dodatkowo, praca wnosi wysoki potencjał wdrożeniowy, potwierdzony zgłoszeniami patentowymi (1296438/P.453153 i 1296464/P.453154), oraz rozwija know-how Instytutu w zakresie czynników i parametrów wpływających na proces kompostowania odpadów zanieczyszczonych substancjami niebezpiecznymi. Badania przyczyniają się do poszerzenia oferty badawczo-komercjalizacyjnej Instytutu, promują ideę gospodarki cyrkularnej i kaskadowego wykorzystania drewna oraz stanowią podstawę do kontynuacji prac. Podsumowując, część dotycząca efektów wdrożeniowych jest bardzo przydatna zarówno dla Instytutu, jak i dla przemysłu, pokazuje praktyczne zastosowanie wyników doktoratu, a jednocześnie wskazuje na innowacyjność i szeroki wpływ pracy w kontekście zrównoważonego gospodarowania odpadami drzewnymi.

Literatura

Rozprawa zawiera 56 pozycji literatury, zawierające publikacje naukowe, dyrektywy krajowe i europejskie oraz normy. Znaczna część cytowanej literatury pochodzi z renomowanych, głównie anglojęzycznych czasopism naukowych, co potwierdza dobrą znajomość aktualnego stanu wiedzy przez doktorantkę. Przegląd literatury został opracowany rzetelnie i stanowi solidną podstawę teoretyczną dla przeprowadzonych badań ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań prawnych i strategicznych. Na szczególne podkreślenie zasługuje odniesienie do dyrektyw Komisji Europejskiej oraz rozporządzeń Parlamentu Europejskiego, co pozwala na właściwe osadzenie celów pracy w aktualnym kontekście polityki środowiskowej i regulacji normatywnych, podkreślając jej istotne znaczenie aplikacyjne i wdrożeniowe.

Wykaz tabel i rycin

Prace zawiera 12 tabel i 54 ryciny, które są spójnie przygotowane i stanowią rzetelną dokumentację przeprowadzonych badań, umożliwiając jasne przedstawienie wyników, procesów eksperymentalnych oraz zależności między badanymi parametrami. Graficzne i tabelaryczne zestawienia danych ułatwiają odbiór wyników i wniosków, a także wzmacniają przejrzystość i wiarygodność prezentowanych informacji.

Załączniki

Dodatkowo, praca zawiera potwierdzenie złożenia dwóch wniosków patentowych (nr 1296438/P.453153 i 1296464/P.453154) związanych z tematem badań, co stanowi bardzo cenny element podkreślający innowacyjny charakter przedstawionego rozwiązania.

6. Podsumowanie

Praca przedstawia oryginalne podejście do problemu naukowego związanego z wykorzystaniem odpadów drzewnych w produkcji biokompostów, łącząc aspekty chemiczne, mikrobiologiczne i genetyczne w jednym kompleksowym badaniu. Opracowana metodologia, obejmująca zarówno przygotowanie szczepionki grzybowej, jak i modelowanie eksperymentalne procesu kompostowania, świadczy o wysokim poziomie wiedzy teoretycznej doktoranta w dziedzinie nauk rolniczych, w szczególności w dyscyplinie nauk leśnych. Wyniki badań dostarczają wartościowych informacji na temat wpływu zanieczyszczeń i inokulacji grzybowej na przebieg kompostowania, co stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny, umożliwiając lepsze wykorzystanie odpadów drzewnych i osadów ściekowych w rolnictwie i leśnictwie. Praca jest zgodna z wymaganiami określonymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (z późn. zm.) i wnioskuję o jej dopuszczenie do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk leśnych.

Podpis recenzenta: Assoc. Prof. Anna Sandak, PhD