

Poznań, dnia 28 marca 2023 roku

Prof. dr hab. Magdalena Zborowska
Katedra Chemicznej Technologii Drewna
Wydział Leśny i Technologii Drewna
UP w Poznaniu

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Olgi Bytner pod tytułem Badanie wpływu modyfikacji termicznej w atmosferze azotu na wybrane właściwości drewna topoli

wykonanej w Instytucie Nauk Leśnych i Meblarstwa
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,
nad którą opiekę sprawowali
promotor prof. dr hab. inż. Janusz Zawadzki oraz promotor
pomocniczy dr inż. Michał Drożdżek

I. Podstawa wykonania recenzji

Ocenę pracy wykonano na podstawie pisma prof. dr hab. Janusza Zawadzkiego, zastępcy Dyrektora Instytutu Nauk Drzewnych i Meblarstwa, z dnia 25.01.2023.

II. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Olgi Bytner pt.: „Badanie wpływu modyfikacji termicznej w atmosferze azotu na wybrane właściwości drewna topoli”. Pracę zrealizowano w Instytucie Nauk Drzewnych i Meblarstwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Janusz Zawadzki, a promotorem pomocniczym dr inż. Michał Drożdżek. W pracy zamieszczono wykaz publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej, dodatkowy dorobek naukowy doktorantki, streszczenie pracy w języku polskim i angielskim, opis dorobku naukowego zawierający 6 ponumerowanych rozdziałów (tj. Wstęp, Przegląd literatury, Cel i zakres pracy, Materiał badawczy i metodyka pracy, Wyniki i ich dyskusja, Podsumowanie i wnioski) spis 90 pozycji literaturowych i norm wykorzystanych podczas realizacji pracy oraz kopie 4 publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej.

III. Ocena ogólna

Problem badawczy, którego podjęła się mgr inż. Olga Bytner w recenzowanej pracy doktorskiej, wpisuje się w nienową, ale cały czas aktualną tematykę dotyczącą modyfikacji drewna. Proces ten zmienia polimerowe składniki drewna w celu uzyskania pożądanych właściwości, np. wyższej odporności na degradację, stabilności wymiarowej, ciekawej barwy czy też wyższych właściwości mechanicznych (np. twardości). Współczesne modyfikacje drewna badano już na początku XX wieku. O ich obecnej, niemalejącej popularności niech świadczy fakt, że według Google Scholar od 2000 roku opublikowano ponad siedem tysięcy artykułów na ten temat. Drewno

modyfikowane termicznie jest dostępne na rynku od lat 90. XX wieku i obecnie jego produkcja wynosi ponad 700 000 m³ rocznie. Produkcja drewna modyfikowanego termicznie i chemicznie wynosi około 900 000 m³ rocznie.

Po udanych próbach komercjalizacji w USA i Niemczech we wspomnianych latach 90. XX w. przemysłowa produkcja drewna modyfikowanego termicznie rozpoczęła się na dobre i obecnie na całym świecie istnieje ponad stu producentów drewna modyfikowanego termicznie, większość z nich zlokalizowana jest w Europie.

Liczba doniesień naukowych i dojrzałość technologii produkcji drewna modyfikowanego mogłaby wskazywać na przesyt tą tematyką. Jednak w związku z pilną potrzebą drastycznego zmniejszenia śladu węglowego przemysłu budowlanego, rozwój materiałów drewnopochodnych, które mogą zaspokoić rosnące zapotrzebowanie na zrównoważone i neutralne pod względem emisji dwutlenku węgla lub szkodliwe dla środowiska materiały, doskonalenie produkcji drewna modyfikowanego jest ważniejszy niż kiedykolwiek. Autorka w recenzowanej pracy podejmuje mało rozpoznany dotychczas w literaturze aspekt tego problemu badawczego, tj. wykorzystanie drewna topoli w modyfikacji termicznej w atmosferze azotu. W pełni popieram zaangażowanie Autorki w tę problematykę, ponieważ nadal istnieje wiele pytań dotyczących podstawowych aspektów różnych modyfikacji. Wyrażam przekonanie, że oceniana praca doktorska przyczyni się do rozwoju badań i wiedzy w tym zakresie.

Struktura recenzowanej pracy jest właściwa dla dysertacji naukowych. W pierwszej kolejności Autorka dokonała przeglądu literatury zagadnienia, w szczególności literatury poświęconej modyfikacji drewna. W dalszej kolejności określiła cel i zakres pracy, opracowała metodykę badań, a w oparciu o wyniki doświadczeń przeprowadziła ich dyskusję z danymi literaturowymi. Pracę kończą wnioski wysunięte na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez Autorkę.

Opracowanie zostało przygotowane w oparciu o 4 publikacje naukowe stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej. Prace opublikowano w czasopismach *Materials* oraz *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology*. Współczynnik impact factor czasopisma *Materials* wynosi 3,7 i wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych MEiN przypisano mu 140 pkt. Natomiast *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology* nie posiada współczynnika impact factor a MEiN przypisało mu 40 punktów. Mgr inż. Bytner jest w publikacjach pierwszym autorem, w żadnym nie jest autorem korespondencyjnym. Zgodnie z informacją zamieszczoną w publikacjach powierzano Jej prowadzenie badań, opracowanie danych, opracowanie wstępnej wersji artykułu, wizualizację wyników.

Artykuł pierwszy, pt.: **“Evaluation of the dimensional stability of black poplar wood modified thermally in nitrogen atmosphere”** był cytowany 10 razy. Kolejny **“Temperature, Time, and Interactions between Them in Relation to Colour Parameters of Black Poplar (*Populus nigra* L.) Thermally Modified in Nitrogen Atmosphere”** był cytowany 3. Trzecia publikacja stanowiąca podstawę pracy doktorskiej, pt.: **Influence of Thermal Modification in Nitrogen Atmosphere on the Selected Mechanical Properties of Black Poplar Wood (*Populus nigra* L.)** była zacytowana raz.

Poza badaniami opisanymi w publikacjach stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej Autorka uczestniczyła w badaniach nad modyfikacją termiczną drewna, wpływem obróbki wstępnej na właściwości słomy kukurydzianej oraz ługiem czarnym powstałym podczas roztwarzania topoli. Efekty tych działań zostały opisane na łamach następujących czasopism: *BioResources*, *Przemysł Chemiczny* oraz *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology*. Na stronie

Scopus i Web of Science dostępnych jest 6 publikacji Doktorantki, które były już 31 razy cytowane w 22 publikacjach. Indeks Hirscha Pani Bytner wynosi 3.

Warto też zwrócić uwagę, że Pani Olga Bytner jest współautorką patentu, pt.: Sposoby modyfikacji drewna. To bardzo cenne, że doktorantka uczestniczy w badaniach o charakterze aplikacyjnym i procedurze dotyczącej patentowania.

IV. Ocena szczegółowa

Wstęp (str. 12-13) W tym rozdziale Autorka przedstawiła podjęty problem badawczy w ujęciu globalnym, tj., dlaczego drewno poddawane jest procesowi modyfikacji, jakie korzyści i ewentualne zagrożenia z niego wynikają oraz na jakie jego aspekty trzeba zwrócić szczególną uwagę. Następnie sformułowała hipotezę badawczą, która brzmi: „*odpowiednio przeprowadzona modyfikacja drewna w atmosferze azotu, dostosowana do wybranego gatunku drewna może spowodować mniej destrukcyjny wpływ na właściwości mechaniczne drewna.*” Została ona opracowana w poprawny sposób, tj. dotyczy nowych aspektów procesu modyfikacji drewna, wyrażono ją w sposób jednoznaczny oraz istnieje możliwość jej weryfikacji za pomocą zaproponowanych metod badawczych. Uważam, że jako ważny element badań naukowych powinna być wyeksponowana w tekście, na dowód świadomego jej wprowadzenia przez Autorkę. W tej części pracy brakuje informacji czy badania nad modyfikacją topoli czarnej w atmosferze azotu były już prowadzone przez inne ośrodki naukowe. Jak dalece jest ten proces rozpoznany i co wymaga jeszcze uzupełnienia, aby mógł być wykorzystany w praktyce. Proszę o krótką informację o tym podczas obrony pracy doktorskiej.

Przegląd literatury (str. 14-24) Ten rozdział pracy podzielono na 4 podrozdziały. **W pierwszym podrozdziale** Autorka opisała metody modyfikacji drewna oraz korzyści wynikające z tego procesu dla optymalizacji procesów produkcyjnych i szacunkowe wielkości produkcji drewna modyfikowanego w Europie. **Podrozdział drugi**, poświęcony charakterystyce modyfikacji chemicznej drewna w świetle informacji zawartych w podrozdziale pierwszym, wydaje się zbyteczny, ponieważ Autorka w zakresie pracy przewidziała modyfikację termiczną, której poświęciła podrozdział 2.3. Za cenne uważam, przedstawienie przez Autorkę w tym podrozdziale informacji o zmianach pożądanych, neutralnych i negatywnych wywoływanych modyfikacją termiczną. W ten sposób wskazuje, że proces ten wymaga ulepszenia i celowe są prace, jak chociażby ta, wykonana przez Autorkę. Za cenne uważam wprowadzenie informacji o metodach modyfikacji drewna, które są wykonywane na skalę przemysłową. Autorka opisała też metodę, która wykonywana jest w atmosferze azotu i otrzymuje się tzw. Retified Wood. Biorąc pod uwagę, że w ocenianej pracy badany był wpływ obróbki termicznej na drewno w atmosferze azotu warto byłoby poszerzyć tę informację. Z pracy dowiadujemy się, że taka metoda jest obecna w przemyśle od 1997 roku i modyfikowane jest za pomocą tej metody drewno sosny, świerka, brzozy, topoli, dębu, jesionu i grochodrzewu. Z tekstu nie wynika jednak co w tej metodzie wymaga ulepszenia. Czy brakuje jakiś informacji nt. tej metody? Informacja taka z pewnością wyeksponowałaby cel podjętych badań.

Cel i zakres pracy (str. 25) W tym rozdziale Autorka przedstawiła jaką wiedzę chciała zdobyć dzięki zaplanowanemu eksperymentowi, jaki materiał badawczy do tego wykorzystwała i jakie zaplanowała badania, aby osiągnąć zamierzony cel. Było nim wykazanie zależności pomiędzy warunkami procesu modyfikacji termicznej w atmosferze azotu a wybranymi właściwościami topoli czarnej. Zakładam zatem, że w

dostępnej literaturze właśnie tej informacji jeszcze nikt wcześniej nie przedstawił. *Proszę zatem aby Autorka wyjaśniła w jaki sposób Jej badania uzupełniają prace innych autorów cytowanych w tekście, którzy też pracowali nad modyfikacją termiczną drewna w atmosferze azotu.*

Realizując cel pracy Autorka wykorzystwała topolę czarną, którą poddała modyfikacji termicznej w atmosferze azotu w różnych wariantach i zbadała szereg typowych dla drewna właściwości fizycznych, mechanicznych i chemicznych. Polecam, aby opisane doświadczenie było w przyszłości uzupełnione o informacje dotyczące biodegradowalności drewna po modyfikacji w atmosferze azotu. Jestem przekonana, że Pani Bytner jest świadoma jak ważne są to badania w przypadku drewna modyfikowanego i jak sędzę tylko duża liczba badań wykonanych w ramach przedstawionej pracy uniemożliwiła wprowadzenie jeszcze jednej obszernej części doświadczenia.

Informacje zawarte w rozdziale świadczą o tym, że część doświadczalna pracy była wykonywana zgodnie z dobrze przemyślanym planem, dostosowanym do bogatego warsztatu badawczego Autorki.

Materiał badawczy i metodyka pracy (str. 26-31) Dzięki precyzyjnemu opisowi materiału i metodyki modyfikacji drewna, z detalami poznajemy proces planowania, testowania i wykonania tego eksperymentu. Jak wspominałam zastosowane metody badania właściwości drewna są typowe i właściwe dla tego materiału. Na uwagę zasługuje zastosowana metoda modyfikacji, która wymagała użycia komory skonstruowanej specjalnie do zaplanowanego doświadczenia. Zastosowane liczne warianty temperaturowe i czasowe modyfikacji umożliwiły wnikliwe rozpoznanie wpływu badanej modyfikacji na drewno i wytypowanie najbardziej korzystnego wariantu, który może okazać się atrakcyjny dla przemysłu.

Wyniki badań (str. 32-62) Rozdział ten składa się z 3 podrozdziałów. Pierwszy, zgodnie z tytułem jest poświęcony stabilności wymiarowej drewna po zastosowanej modyfikacji. Jest on jednak w rzeczywistości znacznie bogatszy i zawiera też informacje o składzie chemicznym, gęstości oraz wilgotności równoważnej badanego drewna. Jest to jak najbardziej właściwe połączenie, bo stabilność wymiarowa drewna jest następstwem jego składu chemicznego i gęstości. Wyniki analizy składu chemicznego nie są zaskakujące i potwierdzają obserwacje poczynione przez innych autorów. Jedną z zmian składu chemicznego dotyczy substancji ekstrakcyjnych. *Proszę Autorkę o wyjaśnienie, dlaczego ich udział wzrasta wraz ze wzrostem temperatury i czasu procesu. Następnie proszę o wyrażenie opinii, czy wzrost tej frakcji drewna, co prawda niewielkiej, ale decydującej o właściwościach higroskopijnych, nie wpływa na stabilność wymiarową badanego drewna.* Słusznie Autorka głównych przyczyn obserwowanych zmian upatruje w ubytku hemiceluloz. *Warto tu było przeprowadzić nieco głębszą analizę i wyjaśnić jakie podstawy chemiczne ma ich ubytek.* Np. Candeliera i in. (2013) stwierdzili, że działanie próżni pozwala na usuwanie produktów degradacji substancji lotnych wytwarzanych przez drewno. Efektem tego usuwania jest ograniczenie kwaśnej degradacji polisacharydów zjawiska, które występuje podczas obróbki azotem, na przykład w wyniku powstawania kwasu octowego. *Dodatkowo polecam poszerzyć badania o analizę struktury krystalicznej celulozy, która też ma niebagatelne znaczenie w świetle opisywanych właściwości drewna i z pewnością zmienia się podczas zastosowanego procesu.*

Drugi rozdział dotyczy zmian barwy i połysku drewna na przekroju stycznym i promieniowym po modyfikacji. Autorka skrupulatnie opisuje wszystkie zmiany zbadane w systemie CIELa*b*. Jest to system, który generuje wiele danych i sformułowanie uogólnień wymaga żmudnych analiz wyników. Autorce udaje się jednak przedstawić na końcu podrozdziału spójne informacje, które dają odpowiedź na pytanie jak zmienia się barwa i połysk drewna topoli po modyfikacji termicznej w atmosferze azotu. Merytorycznie tłumaczy też przyczyny zaistniałych zmian opisanymi wcześniej składem chemicznym i gęstością drewna.

Ostatni podrozdział poświęcony został właściwościom mechanicznym drewna po modyfikacji. Tak jak we wcześniejszych podrozdziałach badane właściwości są właściwe, aby rozpoznać badaną modyfikację drewna. Zwraca uwagę jednak wielokrotne odwoływanie się Autorki, skądinąd właściwe, do cech strukturalnych celulozy (np. krystaliczności) czy ligniny. Ponownie polecam uzupełnienie badań o analizy struktury składników głównych.

Podsumowanie wyników i wnioski (str. 63-65) Pracę Doktorantka kończy rzeczowymi wnioskami, które odpowiadają na cel pracy.

V. Podsumowanie oceny

Treści zawarte w ocenianej pracy są dowodem, że Autorka ma szeroką wiedzę z zakresu technologii drewna. Praca jest autorskim opracowaniem zagadnienia dotyczącego modyfikacji drewna topoli w atmosferze azotu. Podczas jej realizacji, dzięki szerokiemu ujęciu problemu badawczego, Autorka ujawniła nowe aspekty, które zdaniem recenzentki są warte kontynuacji. Do najważniejszych zaliczyłabym zbadanie

- zmian strukturalnych składników głównych drewna podczas modyfikacji,
- możliwości ograniczenia procesów autokatalizy,
- odporności biologicznej drewna po modyfikacji,
- zbadanie obciążenia środowiska, tj. zużycia energii, emisji i odpadów; ponieważ, mimo że procesy modyfikacji termicznej są uważane za przyjazne dla środowiska, często brakuje danych na poparcie tego przypuszczenia.

Biorąc pod uwagę kompetencje analityczne Doktorantki, ale i inwencję badawczą, którymi wykazała się podczas realizacji recenzowanej pracy, można liczyć na to, że zagadnienia te będą rozwijane.

Przedstawiona do oceny praca pogłębiła wiedzę na temat modyfikacji drewna i przyczyni się do rozwoju badań i wiedzy wymaganych przez pilną potrzebę ulepszania zrównoważonych i przyjaznych dla klimatu materiałów budowlanych. Zawarte w recenzji uwagi i pytania są przyczynkiem do dyskusji naukowej i nie wpływają na pozytywną ocenę pracy. W konkluzji stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Olgi Bytner spełnia wymagania stawiane w Ustawie o tytule naukowym i stopniach naukowych oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 14.03. 2003 r. (Dz.U. z 2003. Nr 65, poz 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014 r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. poz. 1383) i stanowi podstawę merytoryczną do ubiegania się o stopień doktora nauk leśnych w dyscyplinie drzewnictwo. Stawiam więc wniosek o dopuszczenie mgr inż. Olgi Bytner do publicznej obrony Jej rozprawy doktorskiej.

Biorąc pod uwagę rozwojowy charakter badań realizowanych w ramach pracy doktorskiej oraz ich znaczenie dla kreowania przyjaznych dla klimatu technologii przemysłu drzewnego i zwracam się z wnioskiem o jej wyróżnienie.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Włodzisław', written in a cursive style.