

Poznań, 20.11.2024 r.

Dr hab. inż. Maria Władysław-Przybylak,
ul. Bukowska 11a m4
60-809 Poznań

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Mielnik
pt. „ *Wpływ grzybów pleśniowych na niektóre właściwości fizyczne, mechaniczne i chemiczne
drewna jesionu wyniosłego (Fraxinus excelsior)*”

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Mielnik została wykonana w Instytucie Nauk Drzewnych i Meblarstwa SGGW w Warszawie pod kierunkiem Pana prof. dr hab. inż. Krzysztofa J. Krajewskiego uznanego specjalisty w zakresie mykologii i ochrony drewna. Promotorem pomocniczym była Pani dr hab. inż. Agnieszka Laskowska również z Instytutu Nauk Drzewnych i Meblarstwa SGGW w Warszawie.

Poprawność redakcyjna rozprawy

Struktura pracy spełnia standardy akademickie, z czytelnym podziałem na rozdziały i podrozdziały, co ułatwia śledzenie przebiegu badań i wniosków. Spis treści jest uporządkowany, a każdy z elementów (jak cel, metodyka, wstęp, literatura) znajduje się w odpowiednim miejscu, co czyni pracę spójną i przejrzystą.

Oceniana rozprawa doktorska została przedstawiona na 81 stronach maszynopisu i spełnia wymogi formalne i strukturalne dla prac naukowych na poziomie doktoratu. Struktura pracy jest klasyczna. Pierwszy element pracy to jest *Streszczenie zarówno w języku polskim jak i angielskim*,

Praca doktorska zatytułowana pt. „*Wpływ grzybów pleśniowych na niektóre właściwości fizyczne, mechaniczne i chemiczne drewna jesionu wyniosłego (Fraxinus excelsior L.)*” jest prawidłowo skonstruowanym opracowaniem, spełniającym wymogi formalne i strukturalne dla prac naukowych na poziomie doktoratu.

Główna część pracy podzielona jest na 6 rozdziałów, 19 podrozdziałów. Rozdziały, podrozdziały posiadają odpowiednie adekwatne tytuły w prawidłowy sposób charakteryzujące zawarte w nich treści, napisane poprawną polszczyzną. Kolejność rozdziałów jest właściwa. Pierwszy element pracy to *Wstęp*, następnie *Cel i zakres pracy* oraz *Stan Zagadnienia; Materiał i metodyka badań; Wyniki badań oraz analiza i dyskusja wyników*. Koniec pracy obejmują *Wnioski* i *Spis literatury*.

Szczegółowe wyniki zaprezentowano w 14 tabelach, 17 rysunkach umieszczonych w środku w pracy. Pod tym względem praca ma poprawny i typowy dla dysertacji naukowych opisujących badania eksperymentalne układ.

Wartość merytoryczna rozprawy

Celem przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej było określenie dynamiki i skali zmian jakie mogą wystąpić w strukturze i właściwościach drewna jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) pod wpływem działania grzyba pleśniowego *Aspergillus niger* (van Tieghem), a także porównanie tych zmian ze zmianami jakie mogą wystąpić na drewnie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) oraz na drewnie buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.). Badanie wpływu grzyba *A. niger* na różne gatunki drewna miało pozwolić na porównanie i ocenę, które gatunki drewna są bardziej odporne na tego rodzaju infekcje. Badania na różnych gatunkach drewna są wartościowe, ponieważ pozwalają porównać ich odporność na degradację wywoływaną przez pleśń. Tego rodzaju analiza jest praktyczna i istotna z perspektywy przemysłu drzewnego.

Zakres pracy obejmował badania tempa kolonizacji grzybów, zmiany barwy drewna przez grzyba *A. niger*, kąta zwilżania, nasiąkliwości, twardości metodą Brinella oraz zawartości substancji nierozpuszczalnych w roztworze NaOH. Dla zapewnienia szerszego kontekstu wyników pracy, jej zakres poszerzono o analogiczne badania wpływu grzyba *Chaetomium globosum* (Kunze) na właściwości drewna jesionu wyniosłego, sosny zwyczajnej oraz buka zwyczajnego. Grzyb *Ch. globosum* jest znanym patogenem drewna, dlatego porównanie jego wpływu na drewno w stosunku do zmian jakie powoduje *A. niger*, pozwoliło na uzyskanie bardziej miarodajnych informacji o sile oddziaływania grzyba *A. niger* na ten materiał.

Przegląd i analiza stanu wiedzy

Obszerny przegląd literatury Autorka dokonała w trzech obszarach:

- ogólna charakterystyka grzybów pleśniowych i ich oddziaływanie na otoczenie człowieka,
- charakterystyka oddziaływania grzybów pleśniowych na materiały techniczne;
- ogólna charakterystyka metodologii badania zmian właściwości drewna pod wpływem grzybów pleśniowych.

Reasumując, grzyby pleśniowe stanowią szeroką i zróżnicowaną grupę organizmów, która obejmuje wiele gatunków o różnorodnych właściwościach, a ich obecność jest powszechna zarówno w środowisku naturalnym, jak i w miejscach zamieszkałych przez człowieka. Charakterystyczne cechy pleśni to brak chlorofilu oraz heterotroficzny sposób odżywiania, co oznacza, że pozyskują one potrzebne składniki odżywcze z zewnętrznego otoczenia, nie przeprowadzając fotosyntezy. Występują w miejscach bogatych w materię organiczną, a ich rozwój wspierają wilgotne środowiska oraz obecność źródeł węgla i azotu. Powyższa charakterystyka grzybów pleśniowych oraz ich oddziaływania na otoczenie człowieka jest dobrze przygotowana i obejmuje szeroki zakres informacji na temat biologii, morfologii, środowiska, a także wpływu tych organizmów na zdrowie ludzkie i otoczenie. Jednakże warto zwrócić uwagę na kilka kwestii związanych z aktualnością tej wiedzy oraz użytej literatury.

Charakterystyka zawiera informacje na temat wpływu pleśni na zdrowie człowieka, w tym toksyn, które mogą powodować choroby, takie jak astma, alergie, nowotwory czy choroby układu oddechowego. Odniesienia do prac naukowych sprzed kilkunastu lat (np. 1999, 2005) nadal są istotne, jednak w ostatnich latach rozwinięto tę dziedzinę i odkryto nowe związki między grzybami pleśniowymi a chorobami. Wzrosło również zainteresowanie toksykologicznym wpływem mykotoksyn produkowanych przez różne gatunki pleśni i ich mutagennym działaniem na poziomie komórkowym.

Dlatego warto sięgnąć po nowsze publikacje, które badają mechanizmy molekularne i immunologiczne wpływu tych toksyn na organizm ludzki, aby zapewnić pełniejszy obraz.

Cytowane źródła dotyczące budynków i wilgotności (Wolejko i Matejczyk 2011) dostarczają podstawowej wiedzy o czynnikach konstrukcyjnych sprzyjających rozwojowi pleśni, ale od 2011 roku technologie budowlane ewoluowały. Obecnie na rynku stosuje się bardziej zaawansowane rozwiązania wentylacyjne oraz materiały o właściwościach hamujących rozwój grzybów. Literatura nowsza mogłaby więc poszerzyć informacje na temat aktualnych technik zapobiegania rozwojowi pleśni w budynkach mieszkalnych.

Cytowane prace są autorstwa zarówno polskich, jak i zagranicznych badaczy, a wiele z nich pochodzi sprzed ponad 10-15 lat. W ostatnich latach, wraz z rozwojem mykologii, toksykologii i mikrobiologii, opublikowano liczne nowe badania, które rozbudowują wiedzę o grzybach pleśniowych. Najnowsze źródła mogłyby dostarczyć informacji o nowych technologiach, metodach zwalczania pleśni oraz o bardziej szczegółowych oddziaływaniach toksyn grzybowych. Przedstawiona charakterystyka oparta jest na literaturze, która nadal jest wartościowa, ale z biegiem czasu część informacji mogła się zdezaktualizować. Aby uzyskać pełniejszy i bardziej aktualny obraz, warto uzupełnić wiedzę o nowsze publikacje z zakresu biologii grzybów, toksykologii mykotoksyn oraz wpływu pleśni na zdrowie i środowisko człowieka.

Materiał i metodyka badan

Rozdział ten zawiera szczegółowy opis prób drewna, specyfikację użytych gatunków grzybów (*Aspergillus niger* i *Chaetomium globosum*) oraz zastosowaną metodykę.

Dobór grzybów uważam za prawidłowy i wskazany. Grzyby *Aspergillus niger* i *Chaetomium globosum* wpływają na drewno w nieco odmienny sposób, choć oba gatunki przyczyniają się do jego degradacji. Każdy z tych grzybów wytwarza własny zestaw enzymów oraz metabolitów, które wpływają na właściwości drewna, zarówno estetyczne, jak i strukturalne. *Chaetomium globosum* znany ze swojej wysokiej aktywności celulolitycznej, ten grzyb aktywnie rozkłada celulozę oraz hemicelulozę, co prowadzi do osłabienia struktury drewna i jego większej kruchości. Jego aktywność enzymatyczna sprawia, że jest bardziej niszczyielski dla struktury drewna, zwłaszcza przy długotrwałej ekspozycji na wilgoć. *Aspergillus Niger* również posiada enzymy zdolne do rozkładu celulozy, ale w znacznie mniejszym stopniu niż *C. globosum*. Jego działanie ogranicza się głównie do powierzchni drewna, gdzie powoduje zmiany wizualne i może przyczyniać się do osłabienia powierzchniowej warstwy drewna. Jego aktywność w głębszych strukturach jest mniejsza.

Praca przedstawia zakres badań obejmujących analizę takich parametrów jak zmiana barwy, kąta zwilżania, nasiąkliwości, twardości oraz zawartości substancji nierozpuszczalnych w NaOH. Taki zakres pomiarów dostarcza danych, umożliwiających podstawową ocenę wpływu grzybów na drewno.

Wyniki badań oraz analiza i dyskusja wyników;

W rozdziale tym przedstawiono wyniki oraz dyskusję nad nimi, co jest zintegrowane z literaturą przedmiotu, porównując zmiany właściwości drewna porażonego przez grzyby.

Analiza wyników wykazuje, że autorka przeprowadziła podstawowe badania laboratoryjne, umożliwiające ocenę wpływu wybranych gatunków grzybów na drewno. Przedstawiono dane dotyczące zmian fizycznych, mechanicznych i chemicznych drewna pod wpływem infekcji grzybami, a

także dokonano porównania efektów dla różnych gatunków drewna. Wyniki są omówione w kontekście dotychczasowej literatury, co pozwala na uzyskanie szerszej perspektywy.

W ramach przeprowadzonych badań wykazano, że obserwuje się jednocześnie zmiany właściwości powierzchni drewna tj. barwa, kąt zwilżania, zmiany nasiąkliwości, a także zmiany właściwości mechanicznych i chemicznych drewna wywołane oddziaływaniem obu grzybów pleśniowych. Drewno jesionu było najszybciej kolonizowanym materiałem przez *Ch. globosum*, bowiem po 6 dniach badań drewno jesionu zostało porośnięte przez grzybnię grzyba *Ch. globosum* w 100%, podczas gdy drewno buka i sosny jedynie w 45 - 48%. Degradacja drewna przez grzyba pleśniowego *A. niger* spowodowała większe zmiany barwy drewna (ΔE) niż przez *Ch. globosum*. Wartości kąta zwilżania dla drewna jesionu porażonego przez *Ch. globosum* były niższe w porównaniu do drewna jesionu porażonego przez *A. niger*. Podobne zależności odnotowano w przypadku oznaczonej nasiąkliwości porażonego drewna jesionu. Degradacja drewna jesionu przez grzyby testowe spowodowała obniżenie twardości drewna jesionu badanej metodą Brinella, przy czym średnie wartości uzyskane dla próbek drewna porażonych przez *Ch. globosum* w zestawieniu z próbkami drewna jesionu porażonego przez *A. niger* były niższe o 35%. Zawartość substancji nierozpuszczalnych w 1% NaOH w drewnie jesionu porażonym przez *Ch. globosum* (80,20%) była zbliżona do wartości uzyskanych przez *A. niger* (80,00%), co może oznaczać, że badane grzyby pleśniowe mają podobny wpływ na skład chemiczny drewna. Drewno jesionu w porównaniu do innych gatunków drewna wydaje się być najbardziej dynamicznie kolonizowanym materiałem, a następnie degradowanym przez *Ch. globosum*.

Wnioski - Sugestie do rozważenia

Warto zastanowić się nad kilkoma kwestiami, które mogą uzupełnić wnioski. Propozycje do dalszego rozwinięcia w przyszłości

1. Opracowanie jest solidne, jednak dostrzec można kilka możliwości ulepszeń. Brakuje szczegółowych interpretacji dotyczących mechanizmów wpływu pleśni na poszczególne właściwości drewna oraz wniosków, które mogłyby odnosić się do praktycznych zastosowań tych wyników w ochronie i konserwacji drewna.
2. Praca dostarcza interesujących danych na temat interakcji grzybów pleśniowych z drewnem,
Ad . Zmiany właściwości powierzchni, mechanicznych i chemicznych drewna pod wpływem grzybów:
Badanie jednoznacznie pokazuje, że grzyby pleśniowe powodują zmiany we właściwościach drewna, takich jak barwa, nasiąkliwość czy właściwości mechaniczne. To istotne spostrzeżenie, ale warto by rozszerzyć zakres badania o długoterminowy wpływ, szczególnie na wytrzymałość mechaniczną i potencjalne uszkodzenia strukturalne.
Ad. Szybkość kolonizacji różnych gatunków drewna:
Jesion wykazał wysoką podatność na kolonizację przez *Ch. globosum*, ale w przypadku *A. niger* dominował buk. Wnioski są dobrze ugruntowane w wynikach, lecz wymagają doprecyzowania, czy warunki eksperymentalne (np. wilgotność, temperatura) nie faworyzowały rozwoju jednego z gatunków grzybów. Konieczna byłaby także analiza czynników chemicznych wpływających na preferencję grzybów wobec konkretnych gatunków drewna.
3. **Ad. Zmiany barwy drewna:**
Zmiany barwy jesionu pod wpływem grzybów są widoczne, ale mniej intensywne niż w przypadku innych gatunków. To może sugerować pewną odporność drewna jesionu na

degradację wizualną. Autorka mogłaby bardziej szczegółowo wyjaśnić, dlaczego grzyby wpłynęły mniej intensywnie na barwę jesionu, w kontekście jego właściwości chemicznych.

4. **Ad, Wpływ *A. niger* na zmiany barwy drewna:**

Wyższe wartości ΔE (zmiana barwy) pod wpływem *A. niger* są dobrze udokumentowane, ale rozpiętość wyników (10,01–34,76) jest znacząca i wymagałaby szczegółowego omówienia. Czy zmienność wynika z różnic w strukturze drewna, czy może innych, niekontrolowanych czynników?

5. **Ad, Kąt zwilżania:**

Wyniki pokazują, że drewno jesionu porażone przez *A. niger* miało niższy kąt zwilżania w porównaniu do drewna porażonego przez *Ch. globosum*. Podkreślono też, że porażenie grzybami generalnie zwiększa kąt zwilżania drewna. Jednak autorka nie odnosi się do praktycznych konsekwencji tych zmian, np. wpływu na klejenie lub impregnację drewna.

Podsumowanie

Doktorat zawiera jednak kilka niedoskonałości, które ograniczają pełną realizację zamierzonych celów badawczych i mogą stanowić podstawę do krytycznych uwag, a których uwzględnienie mogłoby wzbogacić lub ulepszyć efektywność realizacji założonego celu. Oto kluczowe niedociągnięcia:

Brak analizy strukturalnej. Analiza pomogłaby dostarczyć odpowiedzi na pytanie jakie występują zmiany w strukturze drewna pod wpływem grzybów pleśniowych. W pracy skoncentrowano się na właściwościach fizycznych (barwa, kąt zwilżania, nasiąkliwość) oraz mechanicznych (twardość), ale pominięto szczegółowe zmiany strukturalne wewnątrz tkanki drzewnej. Autorka nie zastosowała zaawansowanych technik analizy strukturalnej, takich jak skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) czy mikroskopia transmisyjna (TEM). Takie metody umożliwiłyby bezpośrednie zobrazowanie zmian strukturalnych na poziomie mikro- i nanoskali, które mogłyby wywołać grzyby pleśniowe. Ich brak sprawia, że trudno jednoznacznie określić wpływ grzybów na tkankę drewna na poziomie komórkowym.

Rozszerzenie analiz chemicznych: Analiza chemiczna drewna została ograniczona do zawartości substancji nierozpuszczalnych w 1% roztworze NaOH, co daje jedynie ogólny obraz zmian chemicznych. Brakuje dokładniejszych technik, takich jak spektroskopia FTIR, analiza termogravimetryczna (TGA) czy spektrometria mas, które mogłyby szczegółowo przedstawić zmiany w składzie chemicznym, wywołane działaniem grzybów. Tego typu analiza mogłaby wyjaśnić, jak poszczególne składniki drewna, np. celuloza, hemicelulozy, lignina, ulegają degradacji.

Zakres analizowanych gatunków drewna: Praca obejmuje drewno jesionu, buka i sosny, co pozwala na wartościowe porównanie międzygatunkowe. Jednak z perspektywy szerokiego zastosowania drewna w przemyśle, uwzględnienie dodatkowych gatunków (np. dębu lub modrzewia) mogłoby jeszcze bardziej rozszerzyć praktyczną wartość wyników, szczególnie dla branży budowlanej i konserwacji drewna.

Brak analizy długoterminowego wpływu: Badanie skupia się na krótkoterminowej dynamice degradacji, ale nie uwzględnia potencjalnego wpływu grzybów na drewno w dłuższych okresach czasu, co jest istotne w kontekście użytkowania drewna w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych.

Uwzględnienie warunków środowiskowych: Eksperymenty przeprowadzono w standardowych warunkach laboratoryjnych, jednak analiza wpływu zmiennych warunków środowiskowych (jak

wahania wilgotności i temperatury) na aktywność grzybów i tempo degradacji drewna mogłaby wzbogacić uzyskane wyniki, czyniąc je bardziej zbliżonymi do naturalnych warunków użytkowania drewna.

Brak zaawansowanej analizy mikroskopowej kolonizacji grzybów: Praca nie zawiera dokładnej analizy mikroskopowej przedstawiającej sposób, w jaki grzyby kolonizują powierzchnię i wnętrze drewna. Tego rodzaju obserwacje mogłyby być wykonane przy użyciu mikroskopii fluorescencyjnej lub konfokalnej, co mogłoby pokazać zasięg i głębokość penetracji grzybni w strukturę drewna.

Podsumowując, powyższe uwagi sugerują kierunki, które mogą usprawnić realizację celu pracy i przyczynić się do jeszcze bardziej wszechstronnego opracowania wyników, które będą lepiej odpowiadać na potrzeby przemysłu oraz praktycznych zastosowań ochrony drewna.

Ocena końcowa

Ja, niżej podpisana stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Mielnik spełnia warunki określone w art. 13.1 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. zmianami) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Leśne o dopuszczenie Agnieszki Mielnik do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

20 listopada 2024

.....
data sporządzenia recenzji

.....

podpis recenzenta