

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**  
**Mgr Alony Pawłowskiej**

**Wybrane właściwości biokompozytów na osnowie polilaktydu  
zawierających włókna lniane modyfikowane za pomocą związków  
pochodzenia roślinnego**

Dyscyplina naukowa: Inżynieria materiałowa  
Tryb eksternistyczny

Promotor rozprawy: dr hab. Magdalena Stepczyńska, prof. uczelni

wykonanej na zlecenie Przewodniczącego Rady Dziedziny Nauk Inżynieryjno-Technicznych,  
Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy  
dr hab. inż. Mieczysława Cieszka, prof. uczelni przedstawionej piśmie z dnia 17 .03. 2026 r.

Recenzję przygotowano na podstawie przedłożonej rozprawy doktorskiej wraz z cyklem publikacji stanowiących jej podstawę oraz informacji dotyczących wkładu Doktorantki w ich powstanie. Recenzja została wykonana zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r poz.1571. Rozprawa doktorska została przygotowana na podstawie cyklu czterech artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach indeksowanych na liście Journal Citation Reports (JCR). Dla wszystkich publikacji przedstawiono udział Doktorantki w jej przygotowaniu.

**1. Aktualność przedmiotu rozprawy i rozpoznawalność naukowa**

Tematyka rozprawy doktorskiej dotyczy opracowania oraz charakterystyki biodegradowalnych biokompozytów na osnowie polilaktydu (PLA), wzmacnianych włóknami lnianymi modyfikowanymi z wykorzystaniem naturalnych związków pochodzenia roślinnego, takich jak kwas taninowy i geraniol. Należy podkreślić, że problematyka pracy wpisuje się w aktualne i istotne kierunki badań w obszarze inżynierii materiałowej, związane z rozwojem materiałów przyjaznych środowisku oraz ograniczaniem negatywnego wpływu odpadów polimerowych na ekosystem. Autorka trafnie uzasadnia potrzebę podejmowania badań nad biopolimerami

i biokompozytami, wskazując na rosnącą skalę produkcji tworzyw sztucznych oraz ograniczone możliwości ich recyklingu. Za szczególnie wartościowe należy uznać ukierunkowanie pracy na materiały wielofunkcyjne, łączące właściwości mechaniczne z dodatkowymi cechami użytkowymi, takimi jak hydrofobowość oraz aktywność biobójcza. W kontekście rosnącego zapotrzebowania na bezpieczne materiały opakowaniowe i medyczne, podejmowana tematyka ma istotne znaczenie aplikacyjne.

## **2. Ogólna charakterystyka i ocena rozprawy doktorskiej**

Rozprawa doktorska liczy 132 strony, w tym 68 stron rozprawy, a reszta to załączniki dołączonych do rozprawy publikacji. Rozprawa posiada 7 rozdziałów i 16 podrozdziałów, obejmujących przegląd 173 pozycji literaturowych. Stanowi to dobry wynik i świadczy o dojrzałości naukowej Autorki, która syntetycznie ujęła zakres i przegląd badań oraz wnioski. Oryginalnym wkładem Autorki jest opracowanie biodegradowalnych biokompozytów zawierających włókna lniane modyfikowane za pomocą naturalnych modyfikatorów pochodzenia roślinnego oraz kompleksowa ocena wpływu tej modyfikacji na właściwości biobójcze i hydrofobowe materiałów

Rozprawa doktorska została przygotowana w formie cyklu czterech publikacji naukowych opublikowanych w czasopiśmie indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR), co stanowi istotny atut pracy i świadczy o jej wysokim poziomie naukowym.

Układ pracy jest logiczny i przejrzysty i obejmuje:

- część wprowadzającą, zawierającą uzasadnienie wyboru tematu i przegląd literatury,
- rozdział dotyczący metodyki badań,
- część eksperymentalną z wynikami badań,
- podsumowanie i wnioski.

Teza pracy została sformułowana w sposób przejrzysty i jednoznaczny. Zakłada ona, że zastosowanie naturalnych związków pochodzenia roślinnego jako modyfikatorów włókien lnianych pozwoli na poprawę ich właściwości powierzchniowych, co w konsekwencji umożliwi uzyskanie biokompozytów o właściwościach hydrofobowych i biobójczych, bez istotnego pogorszenia właściwości mechanicznych.

Cele pracy – zarówno naukowe, jak i utylitarne – zostały sformułowane prawidłowo i są spójne z przyjętą tezą. Obejmują one kompleksową analizę wpływu modyfikacji włókien lnianych na właściwości termiczne, mechaniczne, termomechaniczne, powierzchniowe oraz mikrobiologiczne otrzymanych materiałów.

Należy pozytywnie ocenić fakt, że Doktorantka nie ograniczyła się wyłącznie do aspektów poznawczych, lecz uwzględniła również potencjał aplikacyjny opracowanych kompozytów. Struktura pracy umożliwi czytelnikowi łatwe śledzenie toku rozumowania Doktorantki oraz analizę uzyskanych wyników, które przejrzysto zaprezentowano w pracy.

Metodyka badań została opracowana starannie i szczegółowo. Doktorantka zastosowała szeroki wachlarz metod badawczych, obejmujących m.in.:

- badania mechaniczne (statyczna próba rozciągania),
- badania termiczne (DSC, TG),
- badania termomechaniczne (DMA),
- analizę strukturalną (SEM),
- pomiary zwilżalności,
- badania mikrobiologiczne.

W pracy przedstawiono pełny proces przygotowania próbek, obejmujący modyfikację włókien lnianych różnymi stężeniami modyfikatorów, wytłaczanie oraz formowanie próbek, został opisany w sposób wyczerpujący i umożliwiający jego odtworzenie.

Na szczególną uwagę zasługuje:

- zgodność zastosowanych metod z obowiązującymi normami ISO,
- właściwy dobór parametrów procesowych,
- kompleksowe podejście do charakterystyki materiałów.

Pewnym niedosytem pozostaje natomiast ograniczona dyskusja dotycząca wpływu parametrów przetwórstwa na degradację włókien oraz strukturę międzyfazową kompozytów.

Niemniej należy podkreślić, iż rezultaty badań zostały przedstawione w sposób uporządkowany i czytelny. Autorka wykazała, że zastosowanie naturalnych modyfikatorów prowadzi do istotnych zmian właściwości powierzchniowych włókien oraz całych biokompozytów.

W szczególności udało się potwierdzić istotne dla realizacji pracy właściwości:

- uzyskanie właściwości biobójczych wobec bakterii *Staphylococcus aureus* oraz *Escherichia coli*,
- zwiększenie hydrofobowości materiałów, szczególnie dla wyższych stężeń modyfikatorów,
- ograniczenie absorpcji wody przez biokompozyty.

Interpretacja wyników jest w większości poprawna i logiczna. Autorka wykazuje umiejętność analizy danych eksperymentalnych oraz formułowania wniosków.

Niemniej jednak należy wskazać pewne obszary wymagające w przyszłości pogłębienia:

- ograniczona analiza mechanizmów oddziaływań międzyfazowych na poziomie molekularnym,
- miejscami opisowy charakter dyskusji, bez pogłębionej analizy zależności przyczynowo skutkowych
- drobne niedociągnięcia redakcyjne i językowe.

Uwagi te nie umniejszają jednak ogólnej, bardzo wysokiej wartości rozprawy doktorskiej.

#### Pytania dotyczące rozprawy

Dlaczego podrozdział 3.2 Właściwości mechaniczne jest po rozdziale 3.1 Właściwości termomechaniczne, a nie na odwrót?

Na stronie 48 pada stwierdzenie, iż zawartość wosku w włóknach lnu może wpływać na obniżenie temperatury zeszklenia, ile wosków może być we włóknach lnu?

### **3. Wnioski i ocena merytoryczna**

Wkład naukowy Autorki należy ocenić wysoko. Do najważniejszych osiągnięć można zaliczyć opracowanie własnej metody modyfikacji włókien lnianych z wykorzystaniem naturalnych związków roślinnych. Ponadto udało się wykazać wpływu tej modyfikacji na właściwości funkcjonalne biokompozytów, a w szczególności uzyskano materiały jednorodne, równocześnie o właściwościach hydrofobowych i biobójczych. Rozprawa doktorska przygotowana na podstawie cyklu czterech artykułów jest kompleksową charakterystykę opracowanych materiałów. Należy uznać i podkreślić samodzielne rozwiązanie oryginalnego problemu naukowego oraz ogólną wiedzę teoretyczną budującą umiejętność prowadzenia pracy naukowej. Praca posiada również istotny potencjał aplikacyjny, szczególnie w zakresie materiałów opakowaniowych, wyrobów jednorazowego użytku czy materiałów o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych.

Zastosowanie naturalnych, nietoksycznych modyfikatorów stanowi dodatkowy atut z punktu widzenia bezpieczeństwa użytkowania oraz ochrony środowiska.

### **4. Podsumowanie**

Recenzowana rozprawa doktorska jest wartościowym osiągnięciem naukowym i użytkowym. Prezentowane wyniki badań mogą stanowić podstawę do dalszych prac nad nowymi, bardziej zrównoważonymi materiałami opakowaniowymi czy wyrobami jednorazowymi o oczekiwanych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. Przedstawiona rozprawa

str. 4

doktorska mgr Alony Pawłowskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie inżynieria materiałowa, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe rozważania, oceniam rozprawę doktorską wysoko i uważam, że spełnia odpowiednie wymagania Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20.07.2018 r (Dz.U. z 2024 poz. 1571 art. 187. Praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i zasługuje moim zdaniem na wyróżnienie. Niniejszym wnoszę do Rady Naukowej dyscypliny Inżynieria Materiałowa Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, o przyjęcie rozprawy oraz dopuszczenie Autora, Mgr Alony Pawłowskiej do publicznej obrony, a po jej pozytywnym przebiegu o nadanie jej stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

*Stanisław Kuciel*