

Olsztyn, 16.07.2019 r.

Prof. dr hab. inż. Janusz Piechocki, prof. zw.  
Katedra Elektrotechniki, Energetyki, Elektroniki i Automatyki  
Wydział Nauk Technicznych  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
10-719 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 11

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Anity Ewy Kwaśniewskiej zatytułowanej „Modyfikacja struktury i fizycznych właściwości biopolimerów skrobiowych wybranymi nanododatkami ceramicznymi”**

### **1. Dane ogólne**

Recenzja niniejsza wykonana została na podstawie uchwały Rady Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 26 kwietnia 2019 roku powołującej mnie na recenzenta przedstawionej rozprawy doktorskiej mgr inż. Anity Ewy Kwaśniewskiej, Doktorantki na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (pismo z dnia 19 czerwca 2019 roku skierowane do mnie przez Dziekana Wydziału – prof. dr hab. inż. Andrzeja Marczuka) i w oparciu o Umowę o Dzieło z dnia 17 czerwca 2019 roku, gdzie Zamawiającym jest Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, w imieniu którego działa Prorektor ds. Organizacji i Rozwoju Uczelni – p.o. Prorektor ds. Organizacji i Rozwoju Uczelni – dr hab. inż. Adam Waśko, prof. uczelni, przy kontrasygnacie Kwestor Uczelni – mgr Ewy Walkowskiej. Rozprawa doktorska będąca przedmiotem tej recenzji została wykonana na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Promotorem niniejszej rozprawy jest prof. dr hab. inż. Bożena

Gładyszewska, a promotorem pomocniczym dr hab. Tomasz Oniszczyk prof. uczelni z Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

## **2. Informacja o rozprawie**

Rozprawa zawiera 108 stron druku formatu A-4, w tym spis treści, wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń, spis rysunków obejmujący 34 pozycje, spis tabel obejmujący 8 pozycji, 13 wzorów matematycznych oraz bibliografię zawierającą 178 pozycji. W treści pracy zawarte są ponadto definicje i objaśnienia wybranych pojęć użytych w jej treści. Opisy symboli przedstawianych w zależnościach matematycznych lub na wykresach znajdują się bezpośrednio pod nimi lub są umieszczone na wykresach czy w samym tekście pracy.

## **3. Merytoryczna ocena rozprawy**

Tytuł rozprawy w pełni odpowiada zawartej w niej treści, a jej konstrukcja jest zgodna z wymaganiami stawianymi pracom o tym charakterze. Prawidłowa jest także struktura i podział prezentowanego materiału, dlatego możliwe i w pełni uzasadnione jest dokonanie jej merytorycznej oceny.

Prowadzenie badań nad rozwojem nowych technologii produkcji opakowań do produktów żywnościowych pozwalających zachować odpowiednią jakość tych produktów, a równocześnie umożliwić odpowiednią utylizację tych opakowań, nie powodującą zakłóceń związanych z ochroną środowiska jest bardzo istotne z punktu widzenia konieczności spełnienia tych wymagań. Ponieważ jest to związane ze środkami spożywczymi, a więc materiałami pochodzenia rolniczego można z całą stanowczością stwierdzić, że działalność ta leży w obszarze nauk rolniczych, a w szczególności w inżynierii rolniczej.

Przemysł opakowaniowy odgrywa, jak już to stwierdzono, istotną rolę w gospodarce poszczególnych krajów. Najpopularniejszymi materiałami stosowanymi dotychczas do tych celów są tworzywa sztuczne, które charakteryzują się dobrymi właściwościami mechanicznymi, są odporne na negatywne działanie warunków atmosferycznych oraz czynników biologicznych w postaci grzybów i pleśni. Problemem jest jednak proces rozkładu tworzyw sztucznych, który może trwać nawet setki lat, dlatego obecnie największym wyzwaniem jest wytworzenie przyjaznych dla środowiska materiałów biodegradowalnych,

które mogłyby spełniać właściwą rolę jako środki opakowaniowe dla materiałów spożywczych.

Materiałami zabezpieczającymi obecnie żywność są nie tylko tworzywa polimerowe, ale także papier, karton, drewno, szkło i metale pełniące funkcje ochronne i stanowiące barierę między żywnością, a otaczającym je środowiskiem, zapobiegając jej uszkodzeniom i zabrudzeniom. Oczekuje się również, aby opakowania produktów spożywczych pozwalały na zachowanie ich świeżości, trwałości, koloru, zapachu i konsystencji podczas przewidywanego, maksymalnego okresu przydatności do spożycia. Biorąc pod uwagę sytuację na rynku żywności, w którym znacząca część produktów jest opakowana, należy przewidywać, że następnym krokiem będzie konieczność zwiększenia udziału opakowań biodegradowalnych w ogólnej produkcji opakowań, ze względu na aktualne trendy zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska.

Z tego powodu, jednym z głównych wyzwań produkcji opakowań jest wytworzenie materiałów biodegradowalnych, z cyklicznie odnawialnych źródeł roślinnych, przyjaznych dla środowiska, nadających się do kompostowania oraz cechujących się parametrami fizycznymi i właściwościami funkcjonalnymi zbliżonymi do materiałów sztucznych, które są powszechnie stosowane w przemyśle, takie jak polipropylen, polietylen czy polistyren. Tworzywa takie mogłyby być wykorzystywane między innymi jako ekologiczne opakowania jednorazowego użytku, które można byłoby kompostować wraz ze znajdującymi się wewnątrz przeterminowanymi lub nienadającymi się do spożycia produktami spożywczymi.

Przeprowadzone dotychczas badania naukowe dotyczące biopolimerowych materiałów opakowaniowych wykazały, że mają one niewystarczające właściwości mechaniczne, są kruche i charakteryzują się silnymi właściwościami hydrofilowymi, w wyniku czego stanowią znikomą barierę dla pary wodnej.

Ograniczone cechy użytkowe biopolimerów powodują, że nie stanowią one handlowej konkurencji dla materiałów syntetycznych, wytwarzanych z produktów rafinacji ropy naftowej, dlatego w różnych ośrodkach naukowych podejmowane są próby wykorzystania dodatków funkcjonalnych w celu polepszenia właściwości mechanicznych, barierowych i strukturalnych polimerów bazowych. Właśnie to było przyczyną podjęcia się przez Doktorantkę przeprowadzenia stosownych badań w tym zakresie.

Alternatywą dla wytwarzanych dotychczas tworzyw sztucznych jest produkcja folii opakowaniowych wytwarzanych na bazie skrobi termoplastycznej, materiału całkowicie biodegradowalnego, przyjaznego dla środowiska, ale cechującego się niewielką wytrzymałością i trwałością.

Nie wiadomo natomiast, czy i w jakim stopniu dodanie do matrycy polimeru wytworzonego na bazie natywnej skrobi ziemniaczanej, niemodyfikowanej nanogliny kaolinowej wpłynie na podstawowe parametry wytrzymałościowe, strukturalne i termiczne takiej folii biokompozytowej.

Celem pracy było przeprowadzenie odpowiednich badań, które by wyjaśniły czy taki wpływ występuje w zakresie dającym się stwierdzić aktualnie dostępnymi metodami.

Zakres pracy obejmował:

- zmodyfikowanie i zaadoptowanie powszechnie stosowanej metody castingowej do wytwarzania folii biopolimerowych w warunkach laboratoryjnych,
- wybór mieszanek surowcowych i dodatków funkcjonalnych w celu wytworzenia nanokompozytu biopolimer-kaolin,
- opracowanie szczegółowej procedury badania właściwości mechanicznych z wykorzystaniem metod:
  - a) testu jednoosiowego rozciągania;
  - b) testu nanoindentacji (UNHT);
  - c) testu nanoscratch (NST);
- przeprowadzenie badań powierzchniowych za pomocą mikroskopu sił atomowych (AFM), oraz pomiar zwilżalności metodą statyczną osadzonej kropli,
- zbadanie właściwości barierowych,
- zobrazowanie struktury wewnętrznej za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) oraz parametrów termicznych przy użyciu kalorymetrii różnicowej (DSC),
- pomiar barwy,
- opracowanie, analiza statystyczna i dyskusja otrzymanych wyników empirycznych.

Z przeglądu literatury i analizy otrzymanych wyników przedstawionych w recenzowanej pracy wynika, że wytworzenie uniwersalnego materiału opakowaniowego na bazie biopolimerów, spełniającego oczekiwane parametry technologiczne, użytkowe i ekologiczne jest bardzo trudne. Zaprezentowana w pracy problematyka nie wyczerpuje w całości zagadnienia dotyczącego modyfikacji właściwości folii całkowicie biodegradowalnej wytworzonej na bazie skrobi.

Można przypuszczać, że badane folie mogą sprawdzić się jako materiał opakowaniowy produktów spożywczych i być wykorzystane przy pracach nad wytwarzaniem nowych, innowacyjnych materiałów opakowaniowych, na które czekają potencjalni producenci. W celu wykazania przydatności biopolimerowych folii modyfikowanych

nanogliną kaolinową jako materiałów opakowaniowych konieczne są dalsze badania, a w szczególności wdrożenia aplikacyjne.

Na podstawie analizy przedstawionego przez Doktorantkę problemu naukowego, celu pracy i przeprowadzonego zakresu badań oraz wyciągniętych wniosków można stwierdzić, że praca ma charakter naukowy, a Doktorantka zaproponowała odpowiednie metody rozwiązania tego problemu. Zaproponowana i zrealizowana przez Doktorantkę metodyka badań oraz analiza uzyskanych wyników są bardzo interesujące nie budzą żadnych zastrzeżeń. Zagadnienia te wynikają bezpośrednio z celu pracy i stanowią jego konsekwentną realizację.

#### **4. Uwagi szczegółowe**

Należy stwierdzić, że praca mimo starannego przygotowania merytorycznego i starannego przygotowania pod względem formalnym i redakcyjnym ma jednak pewne drobne uchybienia w tym zakresie.

Uwagi dotyczą przede wszystkim zagadnień związanych z bibliografią załącznikową. Sprawy te są uregulowane przez Polską Normę: PN – ISO 690 : 2012 – Dokumentacja – Przypisy bibliograficzne – Zawartość, forma i struktura. Są pewne rozbieżności w zapisach zawartych w wymaganiach Normy, a zapisami zawartymi w treści pracy. Rozbieżności te nie powodują jednak zakłóceń w odbiorze treści zawartych w zapisach bibliograficznych, dlatego uznają, że nie wnosi to istotnych uwag do treści pracy.

W pracy jest też kilka błędów literowych. Szkoda, że autorka pracy wykonała jej niezbyt staranną korektę redakcyjną, bo błędy te są bardzo łatwe do wyeliminowania.

#### **5. Wniosek końcowy**

Moim zdaniem, sformułowany przez Doktorantkę problem naukowy oraz postawiony cel pracy w określonym zakresie badań został w pełni osiągnięty przez szczegółowe przebadanie i opisanie związków wynikających z przeprowadzonych w tym zakresie badań eksperymentalnych, a Doktorantka wykazała się dobrą znajomością problematyki w zakresie wynikającym z tematu rozprawy oraz dobrym przygotowaniem metodologicznym i formalnym do podjęcia próby oryginalnego rozwiązania problemu naukowego, dlatego należy stwierdzić, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi pewien istotny wkład w

uzupełnienie i rozwój stanu wiedzy z zakresu modyfikacji struktury i fizycznych właściwości polimerów skrobiowych wybranymi nanododatkami ceramicznymi.

Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością problematyki w zakresie wynikającym z tematu rozprawy oraz bardzo dobrym przygotowaniem metodologicznym i formalnym do oryginalnego rozwiązania problemu naukowego, co w pełni potwierdza przygotowanie Doktorantki do samodzielnej pracy naukowej.

W zupełności odpowiada to wymaganiom zawartym w art. 13 i 14 oraz 31 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014 r. poz.1852), w związku z art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 – Przepisy wprowadzające – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i 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 naukowego (Dz. U. z 2014 r. poz. 1383).

Stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej pt. „Modyfikacja struktury i fizycznych właściwości polimerów skrobiowych wybranymi nanododatkami ceramicznymi” i dopuszczenie mgr inż. Anity Ewy Kwaśniewskiej do jej publicznej obrony na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, w dyscyplinie „inżynieria rolnicza”.

  
/ Janusz Piechocki /