

Dr hab. inż. Tomasz Klepka, prof. uczelni
Katedra Technologii i Przetwórstwa
Tworzyw Polimerowych,
Wydział Mechanicznych
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin

Lublin 11.12.2023

Recenzja

Rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Weroniki Janik pt.: „Badania nad poprawą właściwości wytrzymałościowych tworzyw na osnowie biopolimerów”

Promotor: dr hab. inż. Gabriela Dudek, profesor uczelni

Wydział Chemiczny, Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów
Politechnika Śląska

Promotor pomocniczy: dr inż. Stanisław Kudła

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej
„Blachownia”

Recenzję opracowano zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Śląskiej z dnia 20 września 2023 roku oraz umowy o dzieło nr. UMC/3230/2023 z dnia 11.10.2023 roku.

1. Ogólna charakterystyka formalna rozprawy

Rozprawę doktorską napisano na podstawie 5 publikacji naukowych, które stanowią jednotematyczny cykl obejmujący opis problemu, badania biopolimerów oraz wnioski. We wszystkich pracach pierwszym autorem jest Doktorantka, a jej udział w ich powstaniu jest wysoce znaczący. Publikacje mają charakter oryginalnych opracowań, które zostały opublikowane w renomowanych i recenzowanych czasopismach naukowych tzw.

czasopismach z listy filadelfijskiej, o wartości punktów 100 oraz 140, według wykazu czasopism punktowanych Ministerstwa Edukacji i Nauki. Były to czasopisma: *Polymers*, *Materials*, *Carbohydrate Polymers*, *Scientific Reports* oraz *International Journal of Molecular Sciences*. Artykuły stanowiące oryginalne osiągnięcie naukowe przedstawiono w kolejności odpowiadającej głównym tezom pracy. Na cykl ten składają się następujące publikacje związane z tematem rozprawy:

Janik, W., Wojtala, A., Pietruszka, A., Dudek, G., Sabura, E. (2021.) Environmentally Friendly Melt-Processed Chitosan/Starch Composites Modified with PVA and Lignin. *Polymers*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/polym13162685> IF: 4.329 Punktacja MNiSW: 100

Janik, W., Nowotarski, M., Shyntum, D., Banaś, A., Krukiewicz, K., Kudła, S., & Dudek, G. (2022) Antibacterial and Biodegradable Polysaccharide-Based Films for Food Packaging Applications: Comparative Study. *Materials*, 15(9).

<https://doi.org/10.3390/ma15093236> IF: 3.623 Punktacja MNiSW: 140

Janik, W., Ledniowska, K., Nowotarski, M., Kudła, S., Knapczyk-Korczak, J., Stachewicz, U., Nowakowska-Bogdan, E., Sabura, E., Nosal-Kovalenko, H., Turczyn, R., & Dudek, G. (2022). Chitosan-based films with alternative eco-friendly plasticizers: Preparation, physicochemical properties and stability. *Carbohydrate Polymers*, 120277.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120277> IF: 11.2 Punktacja MNiSW: 140

Janik, W., Nowotarski, M., Ledniowska, K., Shyntum, D. Y., Krukiewicz, K., Turczyn, R., Sabura, E., Furgoń, S., Kudła, S., & Dudek G. (2023). Modulation physicochemical properties and antimicrobial activity of sodium alginate films through the use chestnut extract and plasticizers. *Scientific Reports*, 13(1).

<https://doi.org/10.1038/s41598-023-38794-3> IF: 4.996 Punktacja MNiSW: 140

Janik, W., Nowotarski, M., Ledniowska, K., Biernat, N., Abdullah, Syntum, D. Y., Kurkiewicz, K., Turczyn, N., Gołombek, K., & Dudek, G. (2023). Effect of Time on the Properties of Bio-Nanocomposite Films Based Chitosan with Bio-Based Plasticizer Reinforced with Nanofiber Cellulose. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(17).

<https://doi.org/10.3390/ijms241713205> IF: 6.208 Punktacja MNiSW: 140

Deklarowany zakres merytoryczny rozprawy, zawarty w cyklu publikacji jest bardzo szeroki i dotyczy opracowania koncepcji nowych biopolimerów, przyjęcia właściwej metodologii wraz z przeprowadzeniem badań i analiz z otrzymanych wyników. Sumaryczna punktacja dorobku naukowego według listy czasopism punktowanych Ministerstwa Edukacji i Nauki

(MEiN) oraz Impact Factor (IF) według Journal Citation Reports za rok opublikowania wynosi odpowiednio: **660 pkt. MEiN, sumaryczny IF 30,356.**

Doktorantka oprócz wyżej wymienionych publikacji ma w swoim dorobku także 6 zgłoszeń patentowych, których jest głównym twórcą i deklaruje 50% udziału.

Są to następujące zgłoszenia patentowe :

- Sposób wytwarzania kompozytów na bazie polimerów pochodzenia naturalnego (P.438269)
- Sposób wytwarzania aktywnej folii na bazie alginianu sodu (P.441599);
- Sposób wytwarzania aktywnej folii na bazie chitozanu (P.441600);
- Mieszanka do wytworzenia aktywnej folii na bazie alginianu sodu (P.441601);
- Mieszanka do wytworzenia aktywnej folii na bazie chitozanu (P.441602);
- Sposób wytwarzania wielowarstwowej folii na bazie skrobi termoplastycznej i przedzonego polilaktydu (P.445667).

Nie uzyskały one jeszcze ochrony patentowej i jak dotychczas pozostają tajemnicą Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”.

W dorobku naukowym Doktorantki znajduje się ponadto 7 publikacji i kilka monografii niewchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Doktorantka posiada także doświadczenie zdobyte podczas wystąpień na 12 konferencjach naukowych w latach 2018-2023 oraz przyznane naukowe granty rektorskie.

Teksty publikacji naukowych wchodzące w skład rozprawy doktorskiej zostały poprzedzone częścią opisową, która liczy 41 stron. Składają się na nią następujące elementy: spis treści, wykaz publikacji naukowych stanowiących cykl rozprawy doktorskiej, udział doktorantki w opracowaniu publikacji, wykaz skrótów, streszczenie w języku polskim oraz w języku angielskim (wraz ze słowami kluczowymi). Opis zawiera szczegółowe wprowadzenie teoretyczne związane z dokładną charakterystyką badanych materiałów, krótką charakterystykę procedur badawczych oraz komentarze wraz z omówieniem najważniejszych wyników badań. Doktorantka w przejrzysty sposób wskazuje cel i zakres rozprawy doktorskiej, cele naukowe, problemy i hipotezy badawcze, dobrane metody badawcze są właściwe i gwarantują uzyskanie wyników do prowadzenia głębokich analiz. W kolejnych punktach opisu Doktorantka przedstawia i omawia wyniki badań, przedstawia podsumowanie oraz formułuje wnioski końcowe.

Dodatkowo w dokumentach zamieszczony jest życiorys Doktorantki, wykaz dorobku naukowego oraz bibliografia - literatura pomocnicza oparta na 10 pozycjach, z których 8 pochodzi z ostatnich 5 lat, co świadczy o dużej aktualności podjętych przez Doktorantkę badań. W skład dokumentacji wchodzi także skoroszyt pt. ”Załączniki - oryginalne artykuły naukowe wraz z oświadczeniami”.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Problem poprawy niekorzystnych właściwości wytrzymałościowych materiałów polimerowych, dotyczy prawie wszystkich rodzajów tworzyw, a można to rozwiązać poprzez wykorzystanie innej niż dotychczas technologii przetwórstwa lub poprzez modyfikację składu kompozycji materiałowej. Doktorantka podjęła się rozwiązania zadania naukowego formułując cel jako opracowanie innowacyjnych materiałów na bazie polisacharydów, które można będzie zastosować na opakowania, skupiając się na poprawie ich właściwości wytrzymałościowych. Z uwagi na to, że planowane jest otrzymanie wyrobów na opakowania do żywności i uzyskanie ochrony produktu przed niekorzystnym działaniem czynników zewnętrznych i wewnętrznych, cel ten oraz zakres pracy wydaje się ważny i aktualny. Opakowanie powinno chronić żywność przed działaniem światła i wilgoci, wykazywać dobre właściwości barierowe, być selektywne, odporne na migrację gazów oraz innych związków lotnych, a w ostatnich czasach bardzo korzystne jest aby było także biodegradowalne. Konwencjonalne materiały polimerowe PP, PS, PE pomimo dobrych właściwości mechanicznych samodzielnie nie są uznawane za pełnowartościowe opakowania. Dlatego w myśl definicji opakowań należy je wykonywać jako kompozyty lub z mieszanin różnych materiałów funkcjonalnych.

Surowcami do tworzenia tego typu wyrobów oprócz polisacharydów, tj. skrobi, celulozy, chitozanu mogą być białka zwierzęce, typu kolagen, żelatyna lub roślinne; zeina, soja, gluten. Mogą to być także polimery syntetyczne z grupy polilaktydów lub polimery pochodzenia mikrobiologicznego takie jak: celuloza bakteryjna lub celuloza z alg morskich.

W mojej ocenie, w treści opracowanych artykułów Doktorantka dokonała właściwego przeglądu literatury, obejmującego charakterystykę surowców i materiałów, z których można wykonać nowe opakowania. Uzyskanie założonego celu i zakresu prac w ramach rozprawy było możliwe poprzez przyjęcie rozbudowanego planu eksperymentu oraz wykonania szeregu badań, które uznaję za kompletne oraz w pełni uzasadnione. Były to badania wytrzymałości mechanicznej, odporności na działanie wody i wilgoci, ocena właściwości barierowych dla

różnych gazów, badania morfologii oraz struktury chemicznej, ocena właściwości antybakteryjnych oraz cech wizualnych, w tym transparentność. Nie zabrakło także badań podatności na biodegradację w warunkach naturalnych. Właściwie dobrano także metody przetwórcze – technikę wylewania z roztworu (solvent casting) oraz wyłaczanie.

Dokładne opisy tworzenia kompozycji blend, sieciowanie oraz procesy plastyfikacji opisano dokładnie w poszczególnych publikacjach. Wszystkie z tych publikacji na końcu zawierają szczegółowe analizy oraz autorskie wnioski z przeprowadzonych badań.

3. Ocena końcowa rozprawy

Wykonanie kompozycji oraz przeprowadzenie szeregu pomiarów, badań i analiz pozwoliły na otrzymanie nowych materiałów polimerowych o oryginalnych cechach i właściwościach. Doktorantka słusznie zauważyła, że budowa, skład i metoda przetwórstwa ma duży wpływ na cechy poszczególnych materiałów, a użycie napelniaczy pochodzenia naturalnego, przyspiesza proces degradacji. Wszystko to wpisuje się w najnowsze trendy i ideę Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.

Biorąc powyższe fakty pod uwagę oraz ocenę merytoryczną rozprawy, stwierdzam, że Doktorantka wykazała się dużą aktywnością na wszystkich etapach badań, co świadczy o jej dużej samodzielności i szerokiej wiedzy w zakresie podjętego tematu badawczego. Przedstawiony przez Doktorantkę materiał badawczy, a także wnikliwa analiza i dyskusja uzyskanych wyników wnosi znaczący element nowości naukowej w obecny stan wiedzy tego rodzaju materiałów. Wyniki badań zostały przedstawione w przejrzysty i zrozumiały sposób, odznaczają się one oryginalnością, a ich rezultaty oraz przyjęta ścieżka ochrony własności intelektualnej, wskazują na duży potencjał wdrożeniowy.

Obowiązkiem recenzenta jest również wskazanie pewnych nieścisłości czy może kwestii dyskusyjnych, których oczywiście trudno uniknąć podczas opracowywania obszernego materiału badawczego. Zadanie to zostało mi ułatwione, ponieważ oceniany cykl prac został poddany analizie przez ekspertów w procesie recenzji wydawniczej, związanej z ich publikacją na łamach renomowanych czasopism naukowych. Mimo to w czasie lektury opisu celu i zakresu rozprawy doktorskiej nasunęły mi się drobne uwagi:

- wyjaśnienia wymaga określenie ...*innowacyjny materiał* ... jaką definicję Doktorantka przyjęła do oceny wskaźników innowacyjności ?

- proszę wyjaśnić dlaczego do badań wybrano trzy różne polisacharydy, a nie skupiono się na opracowaniu szczegółowej modyfikacji tylko jednego - najbardziej rokusującego materiału (str.10)
- z czego wynika warunek granicznych ilości chitozanu co najmniej 28 cg/g. oraz zawartości wody 20 cg/g. Czy ilości te i warunki są możliwe do utrzymania przez cały czas prowadzenia procesu wytwarzania ? (str. 13)
- proszę o wyjaśnienie jakie dokładnie kształty miały próbki badawcze stosowane do badań właściwości wytrzymałościowych, podanie nr normy, jakie były warunki przy których te próbki wykonywano (str. 16)
- na podstawie jakiej normy wykonano z kolei próbki do badań właściwości barierowych (str. 18) czy były one wykonywane specjalnie do tego rodzaju badań ?

Powyższe uwagi, sugestie i pytania nie umniejszają wartości merytorycznej prezentowanych rezultatów oraz mojej bardzo pozytywnej oceny. Reasumując, uważam, że założony przez Doktorantkę cel badań został zrealizowany, a otrzymane wyniki poszerzają dotychczasowy stan wiedzy w dziedzinie nauk chemicznych

W podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska **Pani mgr inż. Weroniki Janik pt.: „Badania nad poprawą właściwości wytrzymałościowych tworzyw na osnwie biopolimerów”** stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, dlatego też spełnia kryteria określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U. z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.).

Na tej podstawie wnioskuję do Wysokiej Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Śląskiej w Gliwicach o przyjęcie pracy i dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego. W związku z dobrą jakością publikacji oraz znaczącą ilością zgłoszeń patentowych wnioskuję również o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani Weroniki Janik.

Tomasz Klepka