



Poznań, 16.02.2025 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Anny CZAJKI-WAROWNEJ

z tytułu

Biokompozyty z modyfikowanymi chemicznie pozostałościami z przetwórstwa roślin

Podstawa: Uchwała nr 562/II/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej z dnia 20 grudnia 2024 roku oraz stosowne pismo Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Pani prof. dr hab. inż. Małgorzaty Lewandowskiej z dnia 3 lutego 2025 roku.

Podstawa prawna: zgodność z elementami uwzględnionymi w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Cel i zakres pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Czajki-Warownej została zrealizowana w Zakładzie Materiałów Ceramicznych i Polimerowych Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej, a także Katedrze Chemii i Technologii Polimerów Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej.

Pracę doktorską wykonano pod kierunkiem Pani prof. dr hab. inż. Joanny Ryszkowskiej ekspertki między innymi w zakresie materiałów polimerowych oraz kompozytów polimerów termoplastycznych, w tym zastosowania wypełniaczy naturalnych, głównie produktów ubocznych z przemysłu rolno-spożywczego. Drugim równorzędnym promotorem jest Pan dr hab. inż. Andrzej Plichta, prof. uczelni, specjalizujący się w szeroko rozumianych badaniach dotyczących chemii i technologii polimerów oraz przetwórstwie materiałów funkcjonalnych i biopolimerów syntetycznych.

Celem badań, przeprowadzonych przez Doktorantkę, była poprawa wybranych właściwości biokompozytów poprzez chemiczną modyfikację materiałów lignocelulozowych wykorzystywanych jako wypełniacze biotworzyw. Zaś przedmiotem badań były biokompozyty z modyfikowanymi chemicznie wypełniaczami lignocelulozowymi, które są pozostałościami przemysłu rolno-spożywczego. Przeprowadzona przez Autorkę rozprawy modyfikacja polegała na estryfikacji grup hydroksylowych wypełniacza przy użyciu kwasu mlekowego (LAc) przy jednoczesnej jego kondensacji do oligomerów (OLAs). Na podstawie przeglądu literatury i przeprowadzonych badań wstępnych Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna do zastosowania jako wypełniacze wybrała trzy pozostałości poprodukcyjne: wytloki z aronii, wysłodki buraczane i słomę pszeną. Doktorantka pracę rozpoczęła od wytypowania optymalnych parametrów modyfikacji na podstawie serii reakcji wykonanych w małej skali. Kolejno, wytypowane parametry posłużyły do modyfikacji lignocelulozy prowadzonych w powiększonej skali.

W ten sposób wytworzono biokompozyty na osnwie biodegradowalnego polilaktydu (PLA) i na podstawie wstępnych analiz wytypowano najefektywniejszy stopień napęlnienia i rozmiar cząstek. Jako uzupełnienie badań Autorka wykonała biokompozyty z dodatkiem oligomerycznego przedłużacza łańcucha oraz określiła wpływ chemicznej modyfikacji na właściwości mechaniczne, mechaniczno-dynamiczne, reologiczne, termiczne i chłonność wody biokompozytów. Wytworzone na tym etapie badań produkty Doktorantka porównała do kompozytów z niemodyfikowanymi napęlniaczami i do nienapęlnionych tworzyw – PLA i poli(3-hydroksymaślan-co-3-hydroksywalerian) (PHBV). Dodatkowo, określiła wpływ modyfikacji na proces krystalizacji izotermicznej biokompozytów oraz na stopień rozdrobnienia biokompozytów w próbie symulowanego kompostowania w skali laboratoryjnej.

Tematyka rozprawy doktorskiej zaproponowana przez Panią mgr inż. Annę Czajkę-Warowną jest niezwykle interesująca i bardzo istotna z naukowego punktu widzenia. Wszystkie zaproponowane, a następnie zrealizowane badania są bardzo aktualne i ściśle ze sobą powiązane. Ponadto, wpisują się one w nurt najwyższej jakości badań naukowych prowadzonych w tym obszarze we wiodących ośrodkach akademickich. Wniosek ten wysuwam na podstawie własnych obserwacji obecnych trendów naukowych w obrębie uprawianej przez Doktorantkę tematyki, potwierdzonych informacjami prezentowanymi w ogólnodostępnych bazach naukowych.

Ocena układu rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska, zrealizowana w obrębie dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa (dziedzina nauk techniczno-inżynierskich), została przedstawiona na 233 stronach maszynopisu w języku polskim. Pełen tytuł dysertacji doktorskiej zdefiniowany przez Panią mgr inż. Annę Czajkę-Warowną brzmi: *Biokompozyty z modyfikowanymi chemicznie pozostałościami z przetwórstwa roślin.* Został on sformułowany poprawnie i w pełni odnosi się do prezentowanych w rozprawie wyników badań i całego zawartego w niej materiału naukowego.

Rozprawę doktorską otwiera *Streszczenie* (str. 5–6) oraz *Abstract* (streszczenie w języku angielskim, str. 7–8), po którym Autorka zamieściła *Spis treści* (str. 9–11) oraz *Wykaz najważniejszych skrótów* (str. 12–14). Kolejno, Doktorantka przedstawiła: *Wprowadzenie* (rozdział 1, str. 15–16), *Przegląd literatury* (rozdział 2, str. 17–67) oraz *Cel i zakres pracy* (rozdział 3, str. 68–70). W części literaturowej Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna uwzględniła takie podrozdziały, jak:

- *Naturalne napęlniacze tworzyw sztucznych* (str. 17–27), gdzie zaprezentowała m.in. napęlniacze naturalne w postaci włókien i proszków, charakterystykę lignocelulozy, pozostałości przemysłu rolno-spożywczego jako napęlniacze tworzyw sztucznych (w tym: wyłoki z aronii, wysłodki buraczane, słoma pszenna);
- *Tworzywa sztuczne* (str. 28–53) – w ramach tego podrozdziału Doktorantka uwzględniła również biotworzywa, w tym: poli(kwas mlekowy) oraz polihydroksyalkaniany (w szczególności ich strukturę, charakterystykę i zastosowanie);
- *Biokompozyty* (str. 53–60), gdzie zaprezentowała ogólny i szczegółowy podział biokompozytów, a także wyjaśniła pojęcie oraz najważniejsze zalety i wady biokompozytów;
- *Modyfikacje materiałów lignocelulozowych i ich biokompozyty* (str. 60–65) – w tym elemencie pracy dokonała podziału i scharakteryzowała m.in. (i) modyfikacje fizyczne (modyfikacja parą wodną, modyfikacja termiczna, modyfikacja z użyciem plazmy czy obróbka wyładowaniem koronowym); (ii) modyfikacje biologiczne (z użyciem grzybów, enzymów, modyfikacje

bakteryjne) oraz (iii) modyfikacje chemiczne (alkalizacja, acetylacja, modyfikacja bezwodnikiem maleinowym czy silanami, estryfikacja, *etc.*).

Doktorantka w ramach przeglądu literaturowego dokonała wnikliwej i rzetelnej analizy dostępnej bibliografii, powołując się na 171, w zdecydowanej większości, aktualnych pozycji bibliograficznych, opublikowanych w czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej. W tym miejscu dodam jeszcze, że bardzo dobrym i ciekawym pomysłem było uwzględnienie przez Autorkę *Podsumowania części literaturowej* (podrozdział 2.5, str. 65–67).

Ta część pracy stanowi bardzo dobrze przygotowany materiał będący wprowadzeniem do części badawczej i należy ją uznać za właściwie skonstruowaną i rzetelnie opracowaną. W przyszłości może ona stanowić źródło interesującej publikacji przeglądowej, do opracowania której bardzo serdecznie zachęcam.

W kolejnej części rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna przedstawiła *Badane materiały i metody* (rozdział 4, str. 71–90), w ramach których uwzględniła: (i) *Materiały* (w tym: biomasa użyta jako wypełniacze proszkowe w biokompozytach, odczynniki chemiczne użyte do chemicznej modyfikacji oraz tworzywa sztuczne użyte jako osnowy biokompozytów), (ii) *Chemiczną modyfikację wypełniaczy lignocelulozowych*, (iii) *Metody wytwarzania biokompozytów*, (iv) *Metodykę badań wypełniaczy lignocelulozowych* (analiza składu chemicznego, badania spektroskopowe, analiza rozkładu wielkości cząstek, ocena mikrostruktury powierzchni cząstek, analiza termogravimetryczna) oraz (v) *Metody badań biokompozytów* (ocena mikrostruktury, analiza stabilności termicznej, analiza właściwości reologicznych, ocena chłonności wody, badania właściwości dynamiczno-mechanicznych i mechanicznych oraz analiza stopnia rozdrobnienia w próbie symulowanego kompostowania w skali laboratoryjnej).

Ilość metod i technik użytych przez Autorkę na tym etapie badań jest w pełni adekwatna. Z pewnością posiada Ona odpowiednią i profesjonalną wiedzę w zakresie wszystkich użytych analiz, co stanowi wartość dodaną do wiedzy Doktorantki i będzie procentować w Jej przyszłej karierze, czy to naukowej, czy w przemyśle.

W dalszej części pracy Doktorantka przedstawiła najistotniejszą część rozprawy, a mianowicie *Wyniki badań i ich analizę* (rozdział 5, str. 91–198), a także *Podsumowanie i wnioski końcowe* (rozdział 6, str. 199–202). Te części pracy zawierają ogrom bardzo dobrze zaprezentowanego materiału badawczego i są ze sobą spójne tematycznie. Omówię je szczegółowiej w dalszej części recenzji.

W końcowej części pracy Doktorantka zamieściła: *Spis rysunków* (łącznie 78 rysunków, str. 203–207), *Spis tabel* (łącznie 34 tabele, str. 208–209) oraz *Literaturę* (272 pozycje bibliograficzne, str. 210–228). Pracę dopełnia wykaz doświadczenia naukowego Autorki (str. 229–233).

Podsumowując, przedstawione przez Panią mgr inż. Annę Czajkę-Warowną elementy pracy są poprawnie ułożone i oznaczone, umożliwiając czytelnikowi właściwą orientację oraz przebrnięcie przez bardzo dużą ilość materiału badawczego w niej zawartego. Chciałbym w tym miejscu podkreślić, że recenzowana dysertacja zasługuje na słowa pochwały, jest ona estetycznie zredagowana, a każdy nawet najmniejszy element szczegółowo dopracowany.

Ocena merytoryczna rozprawy

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na ochronę środowiska i racjonalną gospodarkę odpadami głównie z powodu stale rosnącego zanieczyszczenia środowiska tworzywami sztucznymi. Jednym z możliwych rozwiązań jest zastosowanie materiałów lignocelulozowych jako funkcjonalnych

napełniaczy tworzyw sztucznych. Takie rozwiązanie pozwala między innymi na zmniejszenie użycie osnowy polimerowej, a powiązane jest z dodatkową korzyścią dla środowiska w postaci wykorzystania napełniaczy pochodzących ze źródeł odpadowych oraz biodegradowalnego biotworzywa pochodzącego ze źródeł odnawialnych. Kompozyty powstałe w ten sposób charakteryzują się szeregiem różnego rodzaju korzyści, niemniej jednak nie można zapominać o wadach, które mogą limitować ich użycie.

To właśnie kluczowe zagadnienia w obrębie wyżej wspomnianego obszaru, stanowią domenę recenzowanej dysertacji doktorskiej Pani mgr inż. Anny Czajki-Warownej. Świadczy to zatem niepodważalnie o aktualności problemu badawczego, jak i umiejętności doboru tematyki badawczej w aspekcie rozwoju badań podstawowych oraz ich przełożeniu na aspekt użytkowy.

Aktualnie chciałbym szerzej omówić problem badawczy, jakiego podjęła się Autorka w ramach swojej pracy doktorskiej.

Doktorantka przeprowadziła chemiczną modyfikację polegającą na estryfikacji za pomocą LAc grup hydroksylowych materiału lignocelulozowego przy jednoczesnej kondensacji *in situ* OLAs. Wykorzystała Ona następujące napełniacze: wytloki z aronii (WA), wysłodki buraczane (WB) i słomę pszenną (SP), które stanowiły pozostałości przemysłu rolno-spożywczego. Przeprowadzone badania, w wyniku których otrzymano biokompozyty z udziałem materiałów lignocelulozowych ze źródeł odpadowych stanowią szczególnie ważny temat w kierunku rozwoju racjonalnej gospodarki odpadami. Ponadto, ważny aspekt stanowi również zmniejszenie kosztów wytworzonego materiału (poprzez zastąpienie części osnowy odpadowym napełniaczem) i jego większa przyjazność dla środowiska. Doktorantka dostrzega jednak wady takich rozwiązań, między innymi: (i) gorsze właściwości mechaniczne, w porównaniu do nienapełnionej osnowy, (ii) zwiększona chłonność wody, a co za tym idzie – (iii) zmiana wymiarów detalu. Według opinii Autorki przyczyną tego jest znaczna hydrofilowość materiału lignocelulozowego i jego gorsza kompatybilność z hydrofobową, odmienną w strukturze chemicznej, osnową polimerową. Stąd zaproponowana chemiczna modyfikacja napełniacza prowadząca do zwiększenia jego powinowactwa z osnową.

W ramach prac Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna określiła optymalne parametry reakcji modyfikacji, tj.: rodzaj kwasu (racemat LAc), jego stosunek masowy do suchego napełniacza (1:1) i temperaturę (160°C) w reakcjach prowadzonych w małej skali. W reakcjach w powiększonej skali określono optymalny czas kondensacji (11 godzin) i wybrano bezkatalityczne środowisko reakcji. Wszystkie wykorzystane w pracy napełniacze, zarówno modyfikowane, jak i niemodyfikowane Doktorantka przebadła z użyciem metod spektroskopowych i termicznych. Określiła między innymi rozkład wielkości cząstek i ich morfologię. Z kolei z wykorzystaniem badań FTIR potwierdziła modyfikację napełniaczy na drodze reakcji estryfikacji. Na podstawie przeprowadzonej analizy spektroskopowej wnioskuje, że produktem takiej reakcji jest estryfikowany napełniacz lignocelulozowy LAc i/lub OLAs, niezwiązane OLAs, resztki nieprzereagowanego substratu i produkt uboczny – LA. Doktorantka wskazała także, że skład mieszaniny i efektywność estryfikacji różnią się w zależności od zastosowanych warunków procesu i użytego napełniacza. Stwierdziła, że modyfikacja z użyciem LAc zmniejsza odporność termiczną napełniaczy z powodu niskiej temperatury degradacji OLAs i możliwych produktów termicznej degradacji materiału lignocelulozowego.

W dalszej części badań Autorka zaprojektowała biokompozyty z dodatkiem niemodyfikowanych i modyfikowanych napełniaczy z udziałem dwóch biodegradowalnych polimerów: PLA i PHBV oraz z dodatkiem przedłużacza łańcucha. Określiła także optymalny rozmiar cząstek i ich zawartość w biokompozycie. Badania nad kompozytami obejmowały między innymi określenie właściwości

mechanicznych, mechaniczno-dynamicznych, termicznych i reologicznych. Doktorantka oceniła również adhezję napełniacza do osnowy dzięki przeprowadzeniu obserwacji mikrostruktury oraz przeanalizowała absorpcję wody przez biokompozyty. Ponadto, przeprowadziła próbę symulowanego kompostowania w celu określenia stopnia dezintegracji według normy ISO 20200:2015. W wyniku przeprowadzonych badań Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna udowodniła zwiększenie adhezji na granicy włókno osnowa PLA, jak i PHBV. Dodatkowo wnioskuje, iż odporność termiczna biokompozytów z udziałem PLA jest mniejsza, w porównaniu do czystego PLA i ulega pogorszeniu po wprowadzeniu modyfikowanego napełniacza. Spowodowane jest to mniejszą stabilnością termiczną samej lignocelulozy, jak i OLAs.

W toku prowadzonych badań Doktorantka wskazała, że modyfikacja napełniaczy nie ma jednak znaczącego wpływu na stabilność biokompozytów na bazie PHBV. Z kolei ma ona znaczący wpływ na właściwości reologiczne materiałów, w szczególności na osnowie PLA. Spowodowane jest to głównie hydrolizującym wpływem wody i OLAs, co zmniejsza masę cząsteczkową, a tym samym wpływa na lepkość układu. Właściwości mechaniczne są lepsze dla biokompozytów PLA z modyfikowanymi napełniaczami, w porównaniu do biokompozytów z niemodyfikowanymi odpowiednikami. Wpływ modyfikacji na właściwości mechaniczne biokompozytów PHBV jest nieznaczny, co Autorka potwierdziła większą kompatybilnością modyfikantów PLA aniżeli PHBV. Najwyższą wartość R_m uzyskał kompozyt z udziałem PLA i niemodyfikowanej SP z przedłużaczem łańcucha ADR, który ma działanie kompatybilizujące oraz może działać jako środek rozgałęziający lub sieciujący. Chłonność wody biokompozytów z modyfikowanymi napełniaczami jest mniejsza niż z ich niemodyfikowanymi odpowiednikami. Zmniejszoną absorpcję wody Doktorantka stwierdziła również dla biokompozytów z dodatkiem ADR. Z kolei większą higroskopijność przypisała biokompozytom PHBV, co potwierdza przeznaczenie modyfikacji z użyciem LAc/OLAs do napełniaczy wprowadzanych do osnowy PLA.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna sformułowała następujące najważniejsze obserwacje i wnioski:

- w wyniku przeprowadzonej analizy FTIR potwierdzono efektywność estryfikacji grup hydroksylowych WA, WB i SP z użyciem LAc (zwiększenia intensywności pasma pochodzącego od wiązania estrowego, przy liczbie falowej ok. 1735 cm^{-1});
- przeprowadzona modyfikacja kompozytów na bazie PLA, jak i PHBV ma znaczący wpływ na poprawę adhezji na granicy napełniacz-osnowa (obserwacje SEM). Z kolei w wyniku uzyskanych danych w toku prowadzonych badań mechanicznych i DMA wnioskowano, że kompatybilność modyfikowanego napełniacza z PLA jest lepsza niż PHBV. Powodem tego jest jednakowa budowa chemiczna OLAs i PLA (różniące się jedynie długością łańcuchów makrocząsteczek);
- niezwiązane, jak i związane OLAs wytworzone *in situ* w procesie modyfikacji napełniacza mogą działać jak plastyfikatory PLA, a ich zdolność do plastyfikacji zwiększa się wraz ze zwiększeniem zawartości wolnych OLAs;
- modyfikacja napełniacza WA z użyciem LAc pozwoliła uzyskać najbardziej korzystne zmiany właściwości jego biokompozytów, w porównaniu do biokompozytów z modyfikowanymi WB i SP. Powodem tego może być znaczna zawartość ligniny w WA, która chroni napełniacz przed negatywnym działaniem podwyższonej temperatury reakcji w trakcie modyfikacji poprzez kondensację LAc.

- modyfikacja z użyciem LAc ma pozytywny wpływ na dezintegrację biokompozytów w warunkach symulowanego kompostowania. OLAs katalizują procesy hydrolizy, co zwiększa szybkość dezintegracji.

Na podstawie wyżej przywołanych obserwacji/wniosków Doktorantka stwierdziła, że estryfikowane z użyciem LAc napelniacze lignocelulozowe (w szczególności WA) mają potencjał jako napelnienie PLA pełniącego funkcję opakowania spożywczego. Jednak w celu przedmiotowego zastosowania i wdrożenia takowych produktów na rynek niezbędne jest przeprowadzenie w przyszłości dodatkowych badań.

Podsumowując całą zawartość dysertacji doktorskiej Pani mgr inż. Anny Czajki-Warownej stwierdzam, że cele/koncepcje są właściwie opracowane, a zrealizowane przez Doktorantkę badania, oparte na właściwie dobranych metodach i technikach pomiarowych, w pełni potwierdzają, że zostały one osiągnięte.

Chciałbym w tym miejscu jednoznacznie podkreślić, że praca została zredagowana poprawnie, a jej szata graficzna zasługuje na pochwałę. Rozprawa doktorska zawiera relatywnie niewielką ilość błędów edytorskich i stylistycznych (brak znaków interpunkcyjnych, literówki, podwójne spacje, drobne przejęzyczenia *etc.*), które nie umniejszają wartości merytorycznej prezentowanych rezultatów i w związku z powyższym nie będę ich przytaczał w niniejszej recenzji.

Pozwolę sobie w tym miejscu wskazać jedynie trzy kwestie dyskusyjne, które wynikają oczywiście z obowiązków recenzenta, a w żaden sposób nie umniejszają mojej bardzo pozytywnej opinii o pracy:

- co skłoniło Panią do wyboru takich właśnie napelnaczy lignocelulozowych? Czy była to kwestia przypadku, czy może zaczerpnęła Pani inspirację z literatury?
- w pracy stwierdziła Pani, że estryfikowane z użyciem LAc materiały lignocelulozowe (w szczególności wytloki z aronii) mają potencjał jako napelnienie PLA pełniącego funkcję opakowania spożywczego – czy prowadziła Pani może już jakieś rozmowy z przemysłem, które umożliwiłyby dalszy rozwój tego tematu?
- dużym problemem związanym z biopolimerami, w tym stanowiącymi materiały odpadowe, jest ograniczona powtarzalność ich właściwości. Może to stanowić poważne wyzwanie w rozmowach z przemysłem – rynek oczekuje bowiem produktów wysokiej jakości, o tych samych, zawsze identycznych cechach. Jak Pani to skomentuje w perspektywie swoich badań?

Wypunktowane powyżej pytania czy komentarze są symboliczne i nie umniejszają mojej bardzo pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy.

Ocena całego dorobku naukowego

Na koniec, chciałbym pokrótce podsumować dotychczasową aktywność naukową Pani mgr inż. Anny Czajki-Warownej.

Całkowity dorobek naukowy wyrażony jest w postaci 7 artykułów naukowych (2 artykuły związane z tematyką rozprawy doktorskiej oraz 5 pozostałych artykułów), które opublikowane zostały w: *Materials* (3 prace), *Polymer* (1 praca), *Polymers* (1 praca), *ChemSusChem* (1 praca) oraz *Tworzywa Sztuczne w Przemysle* (1 praca). Łączna wartość współczynnika oddziaływania *Impact Factor* dla tych publikacji wynosi 35,2 (średnia w przeliczeniu na 1 publikację: ~5,0). Z kolei, sumaryczna liczba punktów MNiSW jest równa 760. Są to wartości bardzo dobre, co potwierdza jakość działalności naukowej, jaką prowadziła w tym czasie Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna.

Doktorantka brała także udział, jako wykonawca, w realizacji aż 10 projektów badawczych, w tym europejskich. Ponadto, prezentowała wyniki swoich badań na różnych konferencjach

międzynarodowych oraz krajowych. Łącznie była autorem lub współautorem 3 prezentacji ustnych oraz 7 posterowych.

Na uwagę zasługuje współautorstwo Doktorantki w patencie PCT/PL2023/050107 nt. *Method of surface modification of a polyester composites with organosilicon compounds* (z dnia 22.12.2023 r.).

Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna odbyła jeden krajowy (UAM, Poznań, 3-16.10.2022 r.) i dwa zagraniczne (TU Delft, Delft, Holandia, 6-17.05.2024 r. oraz 7-18.10.2024 r.) staże doktorskie. Ponadto, uczestniczyła w zagranicznym szkoleniu o tematyce *Workshop on paper writing* oraz *Workshop on testing* (TU Dresden, Drezno, Niemcy, 23-27.09.2024 r.).

Na uwagę zasługuje również aktywny udział Doktorantki w trakcie trwania studiów doktoranckich w Wydziałowej Radzie Doktorantów, Radzie Doktorantów Politechniki Warszawskiej. Była Ona także członkiem wielu komisji wydziałowych oraz Senackiej Komisji ds. Etyki Zawodowej w kadencji 2021/2022. Między innymi za tę aktywność Pani mgr inż. Anna Czajka-Warowna odebrała aż sześć Nagród Rektora.

Całokształt dorobku naukowego, wyszczególnionego przez Doktorantkę w pracy doktorskiej, oceniam pozytywnie. Dodatkowo, Jej działalność na polu organizacyjnym można zakwalifikować jako wyróżniającą.

Wniosek końcowy

Podsumowując, chciałbym zaznaczyć wkład Pani mgr inż. Anny Czajki-Warownej w rozwój uprawianej dyscypliny naukowej – inżynieria materiałowa, w szczególności w zakresie badań dotyczących poprawy wybranych właściwości biokompozytów poprzez chemiczną modyfikację materiałów lignocelulozowych wykorzystywanych jako napelniacze biotworzyw.

Sposób zaplanowania eksperymentów, zrealizowania oryginalnych badań, interpretacja uzyskanych wyników połączona z rzeczową analizą świadczą o wysokich kompetencjach naukowo-badawczych Autorki rozprawy i są dowodem Jej przygotowania merytorycznego do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Na podstawie oceny rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Czajki-Warownej zatytułowanej *Biokompozyty z modyfikowanymi chemicznie pozostałościami z przetwórstwa roślin* oraz zawartej w dysertacji aktywności naukowej jednoznacznie stwierdzam, że recenzowana praca spełnia wszystkie wymogi ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim. Dlatego wnioskuję do Wysokiej Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej o przyjęcie pracy i przeprowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę aktualność podjętej tematyki badawczej, zakres prac eksperymentalnych, jakość wniosków i ich wkład w istniejący stan wiedzy, wnioskuję ponadto o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Czajki-Warownej.

Praca doktorska została wykonana z wielką starannością, a dodatkowo stanowi kompendium wiedzy o wysokich walorach poznawczych i praktycznych. Ponadto, Doktorantka jest współautorem publikacji naukowych opublikowanych w uznanych czasopismach o obiegu międzynarodowym, a także może pochwalić się bardzo dobrym dorobkiem na różnych płaszczyznach, w tym między innymi naukowej oraz organizacyjnej.

Julian Kijewski