

Prof. dr hab. inż. Ewa Schab-Balcerzak

Zabrze, 05.06.2026

Ocena osiągnięcia naukowego, dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
doktora Bartłomieja Kosta
w postępowaniu habilitacyjnym prowadzonym przez Radę Naukową Centrum Badań
Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk w Łodzi

Materiały przedłożone przez pana dr. Bartłomieja Kosta są wystarczające, aby ocenić zarówno osiągnięcie naukowe, jak i dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny, jako Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne, zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późniejszymi zmianami).

Recenzja składa się z następujących części: opisu sylwetki naukowej Habilitanta, oceny ogólnego dorobku naukowego, w tym aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji, osiągnięcia naukowego, działalności dydaktycznej i organizacyjnej oraz wniosków końcowych.

Sylwetka naukowa Habilitanta, ocena ogólnego dorobku naukowego i istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji

Dr Bartłomiej Kost ukończył studia pierwszego stopnia w 2015 roku na Wydziale Chemii, Uniwersytetu Łódzkiego, a drugiego stopnia na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, uzyskując tytuł zawodowy magistra w 2017 roku na podstawie pracy pod tytułem: „*Otrzymywanie związków zapachowych z 3-metylotiofenu*”. Swoją karierę zawodową związał z Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych (CBMiM) Polskiej Akademii Nauk, gdzie zrealizował pracę doktorską zatytułowaną „*Supramolekularne polilaktydy jako potencjalne nośniki substancji biologicznie aktywnych*” - pod kierunkiem profesora Instytutu dr. hab. Tadeusz Bieli i dr. hab. Marka Brzezińskiego pełniącego funkcję promotora pomocniczego, którą obronił w 2021 roku. Od roku 2017 pan Kost jest zatrudniany w CBMiM PAN, gdzie

Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych jest instytutem Polskiej Akademii Nauk

początkowo pracował na stanowisku chemika, następnie przez 4 lata na stanowisku asystenta, a od roku 2023 do chwili obecnej na stanowisku adiunkta.

Na całokształt dorobku naukowego doktora Kosta składa, się jak podaje Kandydat - 41 artykułów zamieszczonych w recenzowanych czasopismach naukowych znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR), o łącznej liczbie wpływu IF= 198,06, co daje wysoką średnią wartość 4,83 na jedną pracę. W momencie obrony doktoratu był on współautorem 11 manuskryptów opublikowanych w latach 2018-2020 o sumarycznym współczynniku oddziaływania 38,74, czyli o średniej wartości IF na jedną publikację wynoszącą 3,52. Natomiast po uzyskaniu stopnia doktora, dorobek naukowy Habilitanta istotnie wzrósł zarówno liczbowo – 30 artykułów opublikowanych w okresie od 2021 do 2026, jak i jakościowo, biorąc pod uwagę sumaryczny IF (159,32) i jego średnią wartość na jedną publikację, która wyniosła 5,31 - co potwierdza wzrost aktywności naukowej pana Kosta po doktoracie. Wśród 30 prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, w czterech (w tym w trzech włączonych do cyklu habilitacyjnego H5–H7) - Habilitant jest autorem korespondującym, natomiast w siedmiu, w tym w jednej należącej do cyklu habilitacyjnego (H8), pełni rolę współautora korespondującego. Pozostałe parametry naukometyczne podane przez Kandydata kształtują się następująco: liczba cytowań publikacji: – łącznie: 630 (Web of Science), 630 (Scopus), 775 (Google Scholar) – bez autocytowań: 556 (Web of Science), 587 (Scopus), 714 (Google Scholar); – indeks Hirscha (h-index): 15 (Web of Science); 14 (Scopus); 15 (Google Scholar). Przeprowadzone, w trakcie wykonywania recenzji, w Web of Science wyszukiwanie wykazało oprócz ukazania się dwóch nowych artykułów wzrost liczby cytowań łącznych do 687, a bez autocytowań, do 619, co świadczy o zainteresowaniu pracami naukowymi dr. Kosta. Najczęściej cytowanymi artykułami są dwie prace opublikowane w 2019 w Polymer International “*Microfluidics for producing polylactide nanoparticles and microparticles and their drug delivery application*” (pozycja 39 z załącznika 4 - 47 cytowań) i w European Polymer Journal “*Stereocomplexed micelles based on polylactides with β -cyclodextrin core as anti-cancer drug carriers*” (pozycja 38 z załącznika 4 - 38 cytowań). Dorobek naukowy Habilitanta uzupełniają dwa patenty i zgłoszenie patentowe oraz prezentacje na konferencjach naukowych. Habilitant przedstawiał komunikaty ustne i plakatowe w większości na konferencjach krajowych. Przed doktoratem przedstawił 3 prezentacje ustne i 5 plakatowych. Po doktoracie dominują komunikaty ustne – 4 w tym jeden wykład na zaproszenie. Wypracowane dane bibliometryczne, upoważniają dr. Kosta do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Habilitant po doktoracie uczestniczył i uczestniczy w realizacji projektów badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki. Był kierownikiem projektu Miniatura 5 „*Synteza i właściwości kopolimerów laktydu z wybranymi cyklicznymi acetalami*”, dotyczącym badań w

ramach przedstawionego osiągnięcia naukowego i wykonawcą w dwóch zakończonych projektach OPUS (2018-2024 i 2021-2025) oraz w realizowanym obecnie grantie Sonata Bis (2025-2030). Przed otrzymaniem stopnia doktora pan Bartłomiej Kost był także wykonawcą w projektach bilateralnych w tym dwóch ze Słowacką Akademią Nauk i jednego z Rumuńską Akademią Nauk, oraz w grantie dla młodych naukowców CBMiM PAN (2018-2019).

Dr Bartłomiej Kost odbył pięć zagranicznych staży naukowych w takich jednostkach jak Instytut Chemii Makromolekularnej "Petru Poni" w Iasi w Rumunii, Instytut Polimerów Słowackiej Akademii Nauk w Bratysławie oraz Uniwersytet w Gandawie w Belgii w zespole prof. Filipa Du Preza. Były to cztery krótkoterminowe, tygodniowe staże oraz jeden dłuższy, trzymiesięczny staż podoktorski na Uniwersytecie w Gandawie. Jak wynika z przedstawionego dorobku Kandydata, wyniki badań uzyskane podczas stażu podoktorskiego nie zostały opublikowane w żadnej pracy afiliowanej przez dr Kosta przy Uniwersytecie w Gandawie. Habilitant dołączył do dokumentów oficjalne zaświadczenie o odbyciu stażu z podaniem czasu trwania. Staż podoktorski świadczy, że Habilitant nie ograniczył swojej działalności wyłącznie do macierzystej jednostki. W dokumentacji jednak brak informacji, wykazującej, że staż miał charakter „istotnej działalności naukowej”, która powinna generować efekty w postaci wspólnej publikacji, czy wspólnego doniesienia konferencyjnego. Podanym przez Habilitanta mierzalnym efektem takiej aktywności naukowej jest złożenie wspólnego z prof. Filipem Du Prezem wniosku projektowego w konkursie NCN Sonata 21, kierowanego przez Kandydata. Jednakże wniosek grantowy nie jest elementem dokumentacji habilitacyjnej. Wyniki konkursu nie były jeszcze znane w momencie przygotowywania niniejszej recenzji. Zasadnym byłoby dołączenie potwierdzenia złożenia wniosku z systemu OSF z wykazem jednostek partnerskich lub kopii porozumienia o współpracy na rzecz realizacji wnioskowanego projektu badawczego lub podania zakresu badań, jakie są planowane do przeprowadzenia na Uniwersytecie w Gandawie. Oczekiwane byłoby podanie, jaka podjęta aktywność naukowa Habilitanta w zespole prof. Filipa Du Preza, dała podstawy do złożenia projektu. Tym bardziej, że podane przez dr. Kosta temat stażu „*Otrzymywanie sieci o właściwościach zdolnych do ponownego przetwarzania zbudowanych z wiązań tioeterowych lub amidowych*” i tytuł złożonego projektu „*Modyfikacja chemiczna przemysłowych poliestrów aromatycznych w celu poprawy ich podatności na recykling*” dotyczą raczej różnych zagadnień. Prosiłabym pana dr. Kosta o przedstawienie w trakcie kolokwium habilitacyjnego istotności tego stażu i wskazania, w jaki sposób działalność naukowa prowadzona na Uniwersytecie w Gandawie przełożyła się na złożony projekt. W Autoreferacie Habilitant w punkcie *Aktywność naukowa po uzyskaniu stopnia doktora realizowana w instytucjach naukowych poza jednostką macierzystą* wymienia, oprócz już wspomnianego złożonego wniosku grantowego w konkursie NCN Sonata 21, inne jednostki naukowe, z którymi współpracuje, jednakże według

mojej oceny nie dowodzi to spełnienia ustawowego kryterium takiej aktywności (Art. 219 ust. 1 pkt 3), ponieważ w ramach współpracy wykonano w CBMiM badania do prac dyplomowych oraz prowadzono badania, które zaowocowały powstaniem wspólnych publikacji naukowych ze współautorstwem dr Kosta, jednak niepopartej jego afiliacją przy innej jednostce. Jednakże biorąc pod uwagę 3-miesięczny staż i złożony wniosek, można podsumować, że Habilitant spełnia w podstawowym zakresie kryterium ustawowe aktywności naukowej w więcej niż jednej instytucji.

Dr Kost, jak wspominałam powyżej jest zaangażowany we współpracę z krajowymi instytucjami naukowymi takimi jak Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej (współpraca z prof. Aliną Kunicką-Styczyńską), Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego (współpraca z dr hab. Agnieszką Krupą i dr Agnieszką Kobylińską), Wydział Chemii Uniwersytetu Łódzkiego (współpraca z dr Martą Hoelm), Wydział Chemii Politechniki Warszawskiej (współpraca z dr hab. Ewą Zygadło Monikowską) i Zakład Technologii Chemicznej Środków Leczniczych Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu (współpraca z prof. Tomaszem Goślińskim). Prowadzone badania w ramach współpracy z wymienionymi ośrodkami doprowadziły do powstania 14 prac naukowych opublikowanych w latach 2020 do 2025, z których dwie (H2 i H6) Habilitant włączył do cyklu artykułów wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. Spośród tej liczby artykułów dr Kost jest współautorem korespondującym w trzech publikacjach, a korespondującym w dwóch.

Dr Kost może wykazać się także współpracą z otoczeniem gospodarczym, co jest istotne z punktu widzenia transferu wiedzy do sektora przemysłowego. Od 2024 roku jest zaangażowany we współpracę z firmą Aflofarm Farmacja Polska, w ramach, której opracował dwie metody ilościowego i jakościowego oznaczania wybranych substancji aktywnych w wyrobach farmaceutycznych oferowanych przez tę spółkę. Ponadto przeprowadzał badania i wykonał ekspertyzy dla kilku firm (Urgo, Biovico, Invizion oraz Umicorp).

Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego: *„Modyfikacja właściwości fizykochemicznych wybranych polimerów poprzez wprowadzenie wiązania acetalowego do makrocząsteczek. Synteza, właściwości i zastosowanie”*

Podstawę osiągnięcia naukowego stanowi cykl 8 prac (H1-H8) opublikowanych w latach 2021-2026 o łącznej liczbie wpływu 46,55 (średnio 5,81 na pracę), co świadczy o ich wysokim poziomie naukowym. Przedstawione prace opublikowano w czasopiśmie o międzynarodowej cyrkulacji z listy JCR: *Polymer Chemistry* (3 prace), *Food Chemistry* (1 praca), *Macromolecules* (2 prace) *Polymer Degradation and Stability* (1 praca) i *Polymer* (1 praca). Artykuły opublikowano w bardzo dobrych oficynach wydawniczych (*RSC* (3 prace), *ACS* (2 prace) i *Elsevier* (3 prace)), co potwierdza również znaczenie podjętej tematyki badawczej. Do realizacji

osiągnięcia habilitacyjnego przyczyniło się uzyskanie finansowanie projektu Miniatura (2022–2023). Otrzymane wyniki w ramach jego realizacji Habilitant przedstawił aż w czterech publikacjach cyklu habilitacyjnego (H3-H6). Jak podaje dr Kost, publikacje H3, H4 i H8, których jest współautorem koncepcji, stanowią część rozprawy doktorskiej mgr Karoliny Cichoń przygotowywanej pod opieką promotora dr hab. Małgorzaty Baśko i Habilitanta pełniącego funkcję promotora pomocniczego.

Warto zwrócić uwagę na liczbę autorów poszczególnych prac — są to nie tylko prace wieloautorskie, co jest uzasadnione ze względu na zakres i interdyscyplinarny charakter prowadzonych badań, ale również dwa artykuły dwuautorskie (H1 i H7), co świadczy o znaczącym wkładzie Kandydata w realizację badań czy też przygotowanie publikacji (H7). Habilitant dołączył stosowne oświadczenia współautorów wyjaśniające ich wkład w powstanie danej pracy oraz przedstawił w nich swój udział. Analizując opisany przez Habilitanta zakres jego indywidualnego wkładu w powstanie artykułów oraz oświadczenia współautorów zaskakiwać może brak zaangażowania Habilitanta w przygotowanie tekstów wszystkich manuskryptów, czy też we wszystkich publikacjach z wyjątkiem H7 odpowiedzi na recenzje. Dr Kost przygotował manuskrypty dwóch prac H5 i H7. W przypadku prac H4 i H8 współuczestniczył w przygotowaniu artykułu, a w pozostałych Jego udział ograniczał się do korekty manuskryptu (H1, H2, H3). Można by było oczekiwać większej pod tym względem aktywności Habilitanta. Jest to istotne z punktu widzenia roli samodzielnego pracownika naukowego posiadającego stopień doktora habilitowanego. Habilitant w Autoreferacie podaje: „*W sześciu publikacjach (H3–H8) pełnię rolę autora korespondencyjnego, natomiast w dwóch pozostałych (H1 i H2) jestem pierwszym autorem.*” Należało uściślić, że w trzech publikacjach pełnił rolę współautora korespondującego (H3, H4 i H8) będąc współtwórcą (H3 i H8) oraz twórcą koncepcji pracy (H4), a w trzech korespondującego (H5, H6 i H7) będąc współautorem (H5) i pomysłodawcą koncepcji artykułów (H6 i H7). Dr Kost uczestniczył zarówno w planowaniu eksperymentów polegającym, jak wynika z podanego wkładu w Autoreferacie, na opracowaniu metodologii otrzymania polimerów, uwalniania kwercetyny i chemicznego recyklingu oraz opracowaniu metodologii w pracach H4, H5, H6 i H7, czyli jak można rozumieć odpowiadał za utworzenie usystematyzowanego planu badawczego oraz jego częściowym wykonaniu. Pod względem eksperymentalnym wkład Kandydata w realizację osiągnięcia habilitacyjnego to wykonanie syntez makroinicjatorów i części (ko)polimerów, funkcjonalizacja – silylowanie grup hydroksylowych wybranych (ko)polimerów w celu określenia grup końcowych makrocząsteczek, badanie uwalniania kwercetyny z mikrocząstek, badanie zdolności kompleksowania litu za pomocą techniki NMR oraz pomiar transparentności folii za pomocą metody UV-Vis. Habilitant w swoim wkładzie do publikacji wymienia również analizę i opracowanie danych oraz nadzór nad prowadzonymi badaniami wraz

ze współautorem korespondującym manuskryptów, czyli poza umiejętnościami praktycznymi wykazał się umiejętnością analizowania i systematyzowania otrzymanych wyników.

Tematyka prac przedstawionego cyklu habilitacyjnego (H1-H8) jest spójna i dotyczy aktualnego zagadnienia skupiającego się na poszukiwaniu nowych rozwiązań materiałowych zgodnych z gospodarką o obiegu zamkniętym, w tym polimerów o kontrolowanej degradacji czy też ulegających ekologicznemu recyklingowi również dla nowoczesnych zastosowań. Tego typu materiały powinny spełniać określone wymagania technologiczne łącząc funkcyjność użytkową z dbałością o środowisko naturalne. Rosnące wymagania użytkowe i środowiskowe wymagają precyzyjnego projektowania struktury polimerów już na etapie syntezy, czego podjął się Habilitant. Dr Kost swoje badania, tworzące osiągnięcie habilitacyjne poświęcił zagadnieniu opracowania i charakterystyce nowych związków wielkocząsteczkowych o kontrolowanej degradowalności lub ulegających recyklingowi chemicznemu w warunkach bardziej przyjaznych środowisku niż w procedurach standardowych oraz sprawdzeniu możliwości ich wykorzystania w wybranych zastosowaniach. Istotą budowy syntezowanych (ko)polimerów są wiązania acetalowe łatwo ulegające hydrolizie kwasowej. Jako obiekt badań wybrał Habilitant dwa biodegradowalne poliestry takie jak polilaktyd (PLA) i polikaprolakton (PCL) oraz poli(tlenek etylenu) (PEO). Poprzez wbudowanie wiązań acetalowych w strukturę makrocząsteczek Habilitant wpływał na proces ich degradacji (H1, H4 i H5) lub recyklingu chemicznego (H3 i H6-H8). Biorąc pod uwagę aspekt aplikacyjny otrzymanych nowych związków wielkocząsteczkowych można wyróżnić badania dotyczące możliwości zastosowania ich w układach kontrolowanego dostarczania leków (H2), jako składnika polimerowego stałych elektrolitów w bateriach litowo-jonowych (H6) czy też do wytwarzania folii opakowaniowych (H8). Wiązania acetalowe wprowadzał Autor do makrocząsteczek stosując cykliczne acetale jako monomery (H1, H3-H6 i H8) oraz wykorzystując reakcję polikondensacji paraformaldehydu z telechelicznym PCL (H7). Jako monomery dr Kost zastosował komercyjnie dostępne acetale: 1,3-diksolan (DXL) (H1-H3 i H8), 2-bromoetylo-1,3-dioksolan (Br-DXL) (H5) i 2-chloroetylo-1,3-dioksolan (Cl-DXL) (H5) oraz syntezowane związki: 4-[(alliloksymetylo)]-1,3-dioksolan (Ally-DXL) (H4), 4-chloroetylo-1,3-dioksolan (4-Cl-DXL) (H4) i acetale glikoli etylenowych (OMEO2-OMEO4) (H6).

Cykl habilitacyjny rozpoczyna praca H1, w której przedstawiono wyniki dotyczące zastosowania przez Habilitanta 1,3-dioksolanu i laktydu (LA) do otrzymania kopolimerów o zróżnicowanej zarówno zawartości merów pochodzących z DXL jak i masie molowej. Autor zwraca uwagę, że jest to pierwszy przykład kopolimeryzacji monomerów DXL i LA. Dodatkowo dr Kost syntezował także polimery z DXL i LA. Do przeprowadzenia polireakcji zastosował Kandydat polimeryzację kationową odpowiednio dobierając jej warunki. Przeprowadzone badania hydrolizy bezładnych kopolimerów PLA/PDXL w roztworze kwasu solnego w odniesieniu do

PLA wykazały zależność pomiędzy zawartością grup acetalowych a szybkością degradacji, czym potwierdzono zasadność wprowadzania tego typu struktur. Obecność tych wiązań wpłynęła także na właściwości termiczne, zahamowała krystalizację fragmentów pochodzących z laktydu oraz wpłynęła na hydrofilowość kopolimerów. Rezultaty badań opisane w pracy H1 dały podstawy do projektowania kopolimerów o kontrolowanych szybkościach degradacji. Dalszy etap badań obejmował określenie potencjału wybranych kopolimerów PLA/PDXL, opisanych w pracy H1, jako nośników substancji biologicznie aktywnej - kwercetyny, co przedstawia artykuł H2. Określono wpływ budowy kopolimerów na efektywność enkapsulacji kwercetyny oraz profil jej uwalniania z przygotowanych mikrosfer. Wykazano, że wzrost zawartości jednostek acetalowych w kopolimerach zwiększa skuteczność mikrosfer przeciwko szczepom bakterii *Escherichia coli* i *Pseudomonas aeruginosa*, niezależnie od pH środowiska. Jak wynika z manuskryptu, po raz pierwszy zastosowano tego typu związki wielocząsteczkowe, jako skuteczne nośniki przeciwdrobnoustrojowe, które mogą znaleźć zastosowanie w konserwacji żywności. Dalszym rozwojem koncepcji kopolimerów z DXL było otrzymanie trójblokowych układów ABA, w których bloki A otrzymano z LA lub z kaprolaktonu (CL), co prezentuje praca H3. Habilitant na pierwszym etapie otrzymał poliacetale zakończone grupami hydroksylowymi (HO-PDXL-OH) o dwóch różnych masach molowych, które zastosował, jako makroinicjatory do syntezy serii kopolimerów blokowych. Użycie różnego stosunku molowego cyklicznych estrów do HO-PDXL-OH pozwoliło na otrzymanie kopolimerów o różnym składzie i różnych masach molowych w tym 10 z LA i 2 z CL. Przeprowadzono badania mające na celu określenie wpływu budowy kopolimerów w odniesieniu do homopolimerów na hydrofilowość i właściwości termiczne. Badania degradacji w roztworze HCl prowadzono dla wybranego kopolimeru (PLA-PDXL₇₀₀₀-PLA-4) poprzez analizę zmiany masy molowej po upływie określonego czasu oraz zmian w strukturze obserwowane w widmach NMR zależne od stężenia kwasu. Dodatkowo, jako, że w przypadku PDXL może zachodzić depolimeryzacja z wydzieleniem 1,3-dioksolanu, PLA-PDXL₇₀₀₀-PLA-4 poddano ogrzewaniu z fosforanem difenyli w 120°C obserwując wydzielenie się monomeru po 15 min, a pozostałość stanowiły krótkie bloki PLA, czym wykazano, że syntezowane kopolimery są interesujące w kontekście recyklingu chemicznego. Jest to istotne osiągnięcie biorąc pod uwagę fakt, że recykling chemiczny do monomeru termoplastów opartych na PLA jest wyzwaniem naukowym i technologicznym. Przeprowadzono badania mające na celu sprawdzenie, czy tego typu kopolimery mogą być wykorzystane do wytwarzania polimerowych folii nadających się do recyklingu, co opisano w pracy H8. Stosując ten sam makroinicjator i modyfikując warunki polireakcji otrzymano większe ilości kopolimerów różniących się składem i masą molową w stosunku do przedstawionych w H2, które scharakteryzowano biorąc pod uwagę stabilność termiczną oraz mieszalność bloków PLA i PDXL. Przygotowano folie polimerowe z

trzech syntezowanych kopolimerów PLA-PDXL-PDA oraz z komercyjnego PLA, które podano badaniom istotnym dla zastosowania materiałów polimerowych w opakowaniach. Przeprowadzono badania mechaniczne wyznaczając wytrzymałość na rozciąganie oraz wydłużenie przy zerwaniu, właściwości barierowych - przepuszczalności tlenu, oraz właściwości przetwórczych wybranego kopolimeru określając wskaźnik szybkości płynięcia, czym wykazano jego zdolności do przetwarzania metodą ekstruzji i wtrysku. Folię polimerową o najkorzystniejszych właściwościach aplikacyjnych poddano recyklingowi chemicznemu odzyskując 1,3-dioksolan o 95% czystości. W opisanych powyżej pracach uwagę skupiono na kopolimerach otrzymanych głównie z LA, co prawda w artykule H3 pokazano także dwa kopolimery PCL- PDXL₇₀₀₀-PCL jednakże nie zbadano ich zdolności do degradacji. Natomiast modyfikację PCL w kierunku poprawy degradowalności przedstawił Habilitant w pracy H7. Zastosował w niej koncepcję wprowadzania wiązań acetalowych poprzez reakcję polikondensacji syntezowanych trzech telechelicznych polikaprolaktonów o różnych masach molowych z paraformaldehydem. Stosując różne stosunki molowe PCLs do paraformaldehydu otrzymano 10 kopolimerów różniących się masą molową i liczbą merów z CL w segmentach PCL, co istotne bez zmiany stopnia krystaliczności i właściwości termicznych w odniesieniu do niemodyfikowanego PCL. Badania degradacji wykazały możliwość skutecznego jej zainicjowania przy wyjątkowo niskim stężeniu HCl oraz depolimeryzacji prowadzącej do odzyskania wyjściowego PCL z wysoką wydajnością. Ponadto wykazano możliwość ponownego użycia uzyskanego z depolimeryzacji PCL do polikondensacji z paraformaldehydem otrzymując kopolimer o nieco niższej masie molowej i większej dyspersyjności, co jednak nie wpłynęło na jego właściwości termiczne.

Kolejne badania Habilitanta opisane w pracach H4-H6 ukierunkowane są na zastosowanie, jako monomerów DXL z grupami funkcyjnymi, pozwalającymi na dalsze modyfikacje oraz acetalu glikoli etylenowych (OME02-OME04 i OME0x). Początkowy etap pracy obejmował ocenę zdolności monomerów z grupami funkcyjnymi do tworzenia polimerów, a następnie zastosowanie ich do kopolimeryzacji z LA, co skutkowało otrzymaniem 10 reaktywnych kopolimerów. Zastosowanie różnych warunków kopolimeryzacji pozwoliło na otrzymanie kopolimerów o różnej zawartości wiązań acetalowych [H4]. Potwierdzono ich zdolność do degradacji oraz wykazano możliwość funkcjonalizacji kopolimerów poprzez reakcję typu „click” ich grup bocznych z szeregiem związków. Natomiast kopolimery z LA z Br-DXL i z Cl-DXL użyto jako makroinicjatorów w kontrolowanej polimeryzacji rodnikowej z przeniesieniem atomu metakrylanu metylu (MMA) otrzymując 8 kopolimerów szczepionych o różnej masie molowej i zawartości jednostek z MMA [H5]. Dzięki strategii szczepienia MMA do makroinicjatora PLA-Br(Cl)DXL poprawie uległa mieszalność niemieszających się bloków oraz potwierdzono

możliwość kwasowej hydrolizy otrzymanych kopolimerów. Z kolei syntezowane acetale glikoli etylenowych (OME02-OME04) oraz ich mieszaninę w odpowiednim stosunku molowym z komercyjnym poli(tlenkiem etylenu) (PEO) o niskiej masie molowej (OME0x) zastosował Habilitant do otrzymania poliacetali o różnej długości segmentów tlenu etylenu w celu zastosowania ich jako składnika stałych elektrolitów polimerowych w bateriach (H6). Przeprowadzone przez Habilitanta badania za pomocą NMR wykazały, że POME04 i POME0x charakteryzowały się zdolnością do kompleksowania kationów litu porównywalną do PEO stosowanego w elektrolitach. Pomiarzy przewodnictwa przygotowanych elektrolitów z poliacetali za pomocą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej w zakresie temperatur od 20 do 100°C pokazały, że najwyższe przewodnictwo zbliżone do PEO w temperaturze pokojowej obserwowano dla POME0x.

Podsumowując, lektura przedstawionych prac cyklu habilitacyjnego dr. Kosta o wysokiej jakości przedstawionych w nich badań, była dla mnie niezwykle interesująca i nie ma wątpliwości, że w przeprowadzonych badaniach kluczowa jest synteza (ko)polimerów o zaprojektowanej budowie chemicznej, za co odpowiadał głównie Habilitant. Należy podkreślić, że otrzymanie modyfikowanych (ko)polimerów i ich charakterystyka strukturalna wymagała odpowiedniej wiedzy i doświadczenia. Stwierdzam, istotny udział Habilitanta w powstaniu przedstawionego dorobku. Jednak w postępowaniu habilitacyjnym oprócz samych osiągnięć będących podstawą habilitacji istotny jest też sposób ich przedstawienia, czyli przygotowanie poprawnego Autoreferatu, a szczególnie opis osiągnięcia, świadczący o umiejętności pokazania szerokiego zakresu badań, co jest ważne w pracy promotora pod kątem przygotowania rozpraw doktorskich, których to w przyszłości Habilitant będzie promotorem.

Przedstawione przez dr. Kosta 35-stronicowe *Omówienie celu naukowego ww. publikacji i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania*, stanowiące rozdział 4.3. Autoreferatu, wsparte 44 pozycjami literaturowymi, składa się z celu pracy, wprowadzenia wraz z motywacją do podjęcia badań, opisu publikacji cyklu prac zawierających wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań i podsumowania z wypunktowanymi najważniejszymi osiągnięciami. Habilitant opisuje zaproponowane osiągnięcie poprzez opis poszczególnych publikacji z początkową informacją, co było celem badań zaprezentowanych w danym artykule. Na tym etapie kariery naukowej oczekiwany byłby bardziej dojrzały naukowo opis, ze spójną narracją. A tak np. czytamy, co było celem pracy H1, co było celem artykułu H2 mimo, że we wprowadzeniu jest to już wyjaśnione. Natomiast nie ma informacji, że w pracy H2 badano wybrane kopolimery przedstawione w pracy H1. Nie mamy tutaj zwartego opisu zaplanowanych i przeprowadzonych poszczególnych etapów prac w celu realizacji założonej koncepcji badań, w której otrzymane wyniki są potwierdzone przez cytowane artykuły cyklu habilitacyjnego. Opis wyników

składających się na osiągnięcia Kandydata uzupełniają 4 tabele oraz 26 rysunków, bezpośrednio zaczerpniętych z publikacji, niektóre z nich zmodyfikowano, jednak należało zacytować pracę źródłową w opisach rysunków. Zastrzeżenia może budzić kopiowanie rysunków z prac opublikowanych w czasopismach niebędących w Open Access, bez zgody wydawnictwa np. rys. 1, 4, 5a, 6, 7, 8, 10 i 13 (z rys. 13 należało usunąć oznaczenie *a*) zasadne w publikacji H6). Można było oczekiwać od osoby chcącej być samodzielnym pracownikiem naukowym bardziej starannego przygotowania opisu osiągnięcia. Pojawiły się 2 błędy ortograficzne. Niejednolicie przygotowany jest spis literatury cytowanej – pozycje 3, 5, 6, 15, 29, 38, 34 i 44 są niekompletne, brak woluminu i numerów stron lub stosowany jest skrót tytułu czasopisma, gdy przyjęto używanie pełnych nazw. W tekście słowo „rysunek” i „tabela” niepotrzebnie pisane są z dużej litery. Autor nie ustrzegł się potknięć językowych np. „*wielkocząsteczkowy polimer*” czy stosowane opisy odnoszące się do zawartości jednostek pochodzących z monomerów np. „...*jednostek 1,3 dioksolanu w łańcuchu polimerowym*” - taki zapis sugeruje obecność nieprzereagowanego monomeru, a opis dotyczy zawartości jednostek strukturalnych wbudowanych w łańcuch polimerowy pochodzących z 1,3- dioksolanu lub innych monomerów. Ponadto w wielu miejscach czytelnikowi brakuje ważnych informacji dotyczących np. sposobu wyznaczania stopnia krystaliczności, badania hydrofilowości, czy też pojawiają się istotne nieścisłości. Np. w podrozdziale 4.4.3 dotyczącym prac H3 i H8, Habilitant nie opisuje kopolimerów ABA z blokami PCL przedstawionych w H3, o których wspomina na początku tego podrozdziału „*W przedstawionej pracy opisano syntezę i charakterystykę nowych triblokowych kopolimerów typu ABA, w których zewnętrzne segmenty A stanowią biodegradowalne poliestry takie jak polilaktyd (PLA) lub polikaprolakton (PCL)...*”, str. 24 „*Zaobserwowano, że w podwyższonej temperaturze (ok. 60 °C) materiał polimerowy uległ łatwej degradacji...*”, a z pracy H8 wynika, że proces prowadzono w 150°C. Z kolei w opisie pracy H6 podaje Autor, że używany był PEO o masie molowej 400 g/mol, a z publikacji wynika, że był stosowany PEO o $M_n = 200$ g/mol. Pojawiają się mało precyzyjne opisy np. „*Analiza danych przedstawionych na termogramach DSC (Rysunek 15a i b) wykazała, że dla homopolimerów PCL oraz polimerów PCL zmodyfikowanych wiązaniem acetalowym, wartość T_g znajduje się w zakresie od -65°C do -63°C.*”, a rysunek 15a i b przedstawia temperatury topnienia i T_g nie jest zaznaczone.

Z funkcji recenzenta muszę też zwrócić uwagę na kilka następujących kwestii:

- We Wprowadzeniu, dane dotyczące produkcji tworzyw sztucznych dotyczą okresu do 2020 wg cytowanych pozycji 1 i 2 z roku 2019 i 2017, a są dostępne bardziej aktualne dane.
- Przedstawiony opis H5 na str. 9 nie jest spójny z pozostałymi pracami wchodzącymi w skład cyklu habilitacyjnego „*Otrzymywanie kopolimerów szczepionych laktydu i metakrylanu metylu*”

oraz badanie separacji fazowej otrzymanych kopolimerów (H5)”. Należało dodać, że informacje o jednostkach acetalowych i badaniach degradowalności.

- Podając masy molowe (ko)polimerów należało uściślić czy chodzi o liczbowo czy wagowo średnią masę molową. Pojawił się błąd w podanej masie molowej w opisie pracy H1, powinno być do 14 000 g/mol wg H1 a nie do „1400 g/mol”.
- Niezbyt dokładnie Autor opisuje istotne wyniki z badania procesu degradacji, kluczowego dla cyklu habilitacyjnego. Np. w opisie pracy H1 Habilitant podaje, że do badań hydrolizy wybrano ...”kopolimery zawierające odpowiednio 7%, 22% oraz 27% molowych jednostek DXL w łańcuchu...”, ale nie zaznacza, że proces degradacji prowadzono wg dwóch procedur i ogranicza analizę następujących zmian mas molowych w wyniku hydrolizy do dwóch kopolimerów zawierających największe udziały struktur z DXL, pomijając kopolimer o najmniejszej liczbie wiązań acetalowych.
- Czy jest sens rozpoczynania opisu H2 od informacji, że „Celem pracy było opracowanie nowych pH-czułych mikrocząstek jako nośników kwercetyny...”? Wyniki wykazały, że „Cechą szczególnie istotną z punktu widzenia zastosowań praktycznych była ograniczona wrażliwość systemów PLA/PDXL+Q na zmianę pH”, celem pracy winno być sprawdzenie możliwości zastosowania syntezowanych kopolimerów, jako nośników leków.
- Pożądanym byłby komentarz do tabeli 1. Ponadto czy poprawne jest określenie z tej tabeli „Wzrost strefy zahamowania wzrostu [mm]” (Growth inhibition zone diameter [mm])? Raczej chodzi o średnicę strefy zahamowania wzrostu.
- Opisując właściwości mechaniczne Habilitant wspomina o module Younga - o jego relatywnie niskich wartościach, jednak w publikacji H8 nie ma takich informacji. Jak wynika z pracy H8 badania właściwości mechanicznych przeprowadzono stosując statyczną próbę rozciągania tworzyw sztucznych wg normy PN-EN ISO 527-2 – dot. warunków badań tworzyw sztucznych przeznaczonych do różnych technik formowania. Wyznaczono wydłużenie przy zerwaniu (ϵ_b) i wytrzymałość na rozciąganie (σ_m). Przeprowadzona statyczna próba rozciągania (PN-EN ISO 527-2) umożliwia wyznaczenie też innych parametrów, takich jak moduł sprężystości wzdłużnej, naprężenie przy rozciąganiu na granicy plastyczności, wytrzymałość na zerwanie przy rozciąganiu, naprężenie przy określonym wydłużeniu czy wydłużenie na granicy plastyczności, jednak nie można z tych pomiarów wyznaczyć udarności. Dlatego wątpliwości budzi stwierdzenie, że „Zazwyczaj, parametr σ_m służy do oceny odporności na rozciąganie oraz sztywności, natomiast ϵ_b odzwierciedla udarność, istotną w przypadku materiałów opakowaniowych.” Udarność to odporność na zniszczenie materiału pod wpływem obciążenia dynamicznego. W przypadku folii stosowanych w opakowaniach test udarności jest istotny do oceny odporności na uderzenia i badania prowadzi się wg odpowiednich norm (ASTM D1709).

Zdanie: „*Wydłużenie przy zerwaniu przekraczające 191% sugeruje wysoką udarność porównywalną do powszechnie stosowanych elastomerów i poliolefin opakowaniowych.*” - wymagałoby podania odpowiednich pozycji literaturowych.

Do Autoreferatu Habilitant dołączył zarys planu badawczego na najbliższe lata, z którego wynika, że zamierza kontynuować tematykę modyfikacji zdolności do degradacji polimerów poprzez zastosowanie wiązań acetalowych, rozszerzając badania na inne rodzaje związków wielkocząsteczkowych o znaczeniu przemysłowym, co jest jak najbardziej uzasadnione biorąc pod uwagę uzyskane wyniki przedstawione w manuskryptach cyklu habilitacyjnego.

W Autoreferacie dr Kost zawarł również opis innych swoich badań naukowych podejmowanych po otrzymaniu stopnia doktora dotyczących: (i) modyfikacji PLA strukturami tetrafenyloetanu, co skutkowało otrzymaniem kopolimerów blokowych oraz sieci polimerowych i wyniki opisano w 4 artykułach (P1-P4), (ii) otrzymywania sieci polimerowych z poli(2-izopropenylo-2-oxazoliny) (P5-P9) oraz (iii) układów dostarczania leków z wykorzystaniem PLA (P10-P14). W trzech z tych pracach (P5, P-6 i P11) dr Kost jest współautorem korespondencyjnym. Dwa pierwsze zagadnienia związane były z realizacją projektów Opus, których Habilitant był głównym wykonawcą oraz promotorem pomocniczym doktorantów zatrudnionych w tych projektach. Natomiast trzeci temat jest kontynuacją badań podjętych przed doktoratem.

Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Habilitant, jako pracownik PAN, tj. instytucji ściśle naukowej nie prowadzi regularnych zajęć dydaktycznych. Natomiast prowadził wykłady z chemii polimerów dla studentów BioChemMed Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów PAN. Szkoda, że nie ma informacji o wymiarze godzin wykładu. Ponadto aktywnie uczestniczy w procesie dydaktycznym, jako opiekun prac dyplomowych realizowanych w CBMiM we współpracy z jednostkami zewnętrznymi z Politechniką oraz Uniwersytetem Łódzkim. Był opiekunem 2 prac inżynierskich i 5 magisterskich. Opiekował się także studentami odbywającymi praktyki w CBMiM. Ponadto jest promotorem pomocniczym wielu prac doktorskich - jednej już obronionej oraz czterech będących w realizacji - co dowodzi jego aktywności w działalności dydaktycznej. Habilitant recenzował znaczną liczbę - 77 artykułów wysłanych do czasopism z listy JCR, co jest świadectwem uznania Jego kompetencji przez środowisko naukowe.

Osiągnięcia organizacyjne dr. Kosta obejmują członkostwo w Komitecie naukowym i organizacyjnym konferencji „XXIII Scientific Conference Controlled Polymerization”, oraz organizację „XXIV Scientific Workshop: Controlled Polymerisation” - oba wydarzenia miały

miejsce w Łodzi. W ramach osiągnięć popularyzujących naukę Habilitant dwukrotnie brał udział w Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki w Łodzi, wygłaszał wykłady w ramach IX Dni Nauki w Bielskiej Szkole Przemysłowej w Bielsku Białej, Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki w Łodzi, II i III Łódzkiej Nocy Naukowców w EC1 oraz Dni Otwartych CBMiM PAN. Od 2025 roku jest członkiem zarządu łódzkiego oddziału PTChem oraz od 2023 roku członkiem Rady Naukowej CBMiM PAN. Za swoje osiągnięcia Habilitant był wielokrotnie nagradzany w swojej jednostce, a mianowicie otrzymał dwukrotnie Nagrodę im. Prof. Jana Michalskiego dla najlepszego doktoranta i trzykrotnie Nagrodę dla najlepszego młodego naukowca w CBMiM za wyróżniające osiągnięcia.

Wnioski końcowe

Reasumując, uważam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe w postaci jednotematycznego cyklu publikacji pt.: *„Modyfikacja właściwości fizykochemicznych wybranych polimerów poprzez wprowadzenie wiązania acetalowego do makrocząsteczek. Synteza, właściwości i zastosowanie”* o wysokiej wartości merytorycznej wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki chemicznej. Wyniki przedstawione w cyklu artykułów są ważne z punktu widzenia badań podstawowych, jak i ze względu na możliwe praktyczne zastosowania.

Uwzględniając także osiągnięcia w zakresie pozostałego dorobku naukowego, działalność dydaktyczną oraz organizacyjną, stwierdzam, że dr Bartłomiej Kost spełnia wymagania, jako Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w ustawie – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Naukowej Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych Polskiej Akademii Nauk w Łodzi o dopuszczenie dr. Bartłomieja Kost do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Schab-Balcerek