dr hab. inż. Izabela Czekaj, prof. nadzw. PK
Instytut Chemii i Technologii Organicznej
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej
Politechnika Krakowska
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków
tel. 12 628 21 11
e-mail: iczekaj@chemia.pk.edu.pl

Kraków, 24.01.2019

Recenzja
osiągnięcia naukowego pt. „Matryce hydrożelowe na bazie chitozanu"
oraz działalności naukowej dr inż. Bożeny Tyliszczak w związku z postępowaniem habilitacyjnym

Podstawa opracowania recenzji

Recenzja została opracowana w oparciu o decyzję Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 8 listopada 2018 roku o powołaniu komisji habilitacyjnej oraz pismo Dziekana Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej z dnia 30 listopada 2018 roku (znak C07.512.2871.2018).

Podstawę prawną wykonania recenzji stanowi Ustawa z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytułach oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.) z uwzględnieniem wymagań Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. 196, poz. 1165). Recenzję wykonano w oparciu o przepisy uchylone ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1668 z 2018 roku), z uwagi na wszczęcie postępowania przed wejściem w życie uchwalonych zmian.

Otrzymana dokumentacja, na podstawie której została przygotowana recenzja, obejmuje: wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna, poświadczoną kopię dyplomu doktora nauk chemicznych, autoreferat w języku polskim i angielskim, kopie publikacji składających się na cykl wskazany jako osiągnięcie naukowe, oświadczenia współautorów publikacji oraz dorobek w języku polskim.

SEKRETARIAT WIITCh
Wpłynęło dnia 24 STY. 2019
L.Dz. 163/2019

Informacje ogólne

Dr inż. Bożena Tyliszczak w roku 2006 ukończyła studia na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej, uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera w specjalności technologia chemiczna. Pracę magisterską „Badania nad syntezą modyfikowanych agrożeli polimerowych" wykonała pod kierunkiem dr Jerzego Polaczka. W okresie studiów prowadziła badania naukowe w ramach studenckiego koła naukowego.

W latach 2006-2010 odbywała studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej. W roku 2010 obroniła pracę doktorską „Otrzymywanie, struktura i właściwości hydrożeli akrylowych zdolnych do kontrolowanego uwalniania nawozów mineralnych", uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Krzysztof Pielichowski.

Dr inż. Bożena Tyliszczak ukończyła również kilka rocznych studiów podyplomowych: „Biomateriały - materiały dla medycyny", „Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy", „Menedżer badań naukowych i prac rozwojowych", „Zarządzanie projektem badawczym i komercjalizacja wyników badań".

Od roku 2010 dr inż. Bożena Tyliszczak jest zatrudniona w Katedrze Chemii i Technologii Tworzyw Sztucznych na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki.

Dr inż. Bożena Tyliszczak odbyła również 6 staży naukowych m.in. w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN (3 miesiące, 2012), Stanford University (3 miesiące, 2013), University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom (razem 9 miesięcy, 2014-2015), French Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA) wspólnie z French National Institute for Nuclear Science and Technology (INSTN) (3 miesiące, 2015), University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno Faculty of Pharmacy (3 miesiące, 2015) oraz 12 staży przemysłowych m.in. w Zakładach Azotowych w Tarnowie-Mościcach (3 miesiące, 2012) oraz w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego i Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.

Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego

Osiągnięciem naukowym, przedstawionym przez dr inż. Bożenę Tyliszczak jako podstawa wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, jest cykl 9 publikacji zatytułowany „Matryce hydrożelowe na bazie chitozanu".

Prace zostały opublikowane w latach 2016-2018 w renomowanych czasopismach międzynarodowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR): *Molecules, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials, Journal of Biomaterials Science, Journal of Polymer Research, Journal of Renewable Materials, Acta Biochimica Polonica.* W większości są to czasopisma z dziedziny polimerów oraz biomateriałów i dziedzin pokrewnych. Wartości współczynnika wpływu IF poszczególnych czasopism (dla roku opublikowania danej pracy) wynoszą od 0.345 do 4.294. **Sumaryczna wartość współczynnika IF dla całego cyklu jest równa 15.93, co daje średnią wartość IF około 1.77 na publikację. Liczba punktów MNiSW wynosi 215, co daje średnią wartość około 24 punkty na publikację.** Jest to wymierny dowód na to, że Autorka publikuje w dobrych i bardzo dobrych czasopismach. Biorąc pod uwagę, że część tych prac ukazała się niedawno, uważam to za wynik bardzo dobry. **Wzrastający odzew środowiska naukowego na opublikowane prace tworzące cykl potwierdza wysoką wartość ocenianego osiągnięcia naukowego.**

Wszystkie artykuły w przedstawionym cyklu są wieloautorskie, jednak w każdej pracy dr inż. Bożena Tyliszczak jest pierwszym autorem. Z przedstawionych oświadczeń współautorów wynika, że wkład procentowy Habilitantki w powstanie poszczególnych prac wynosi od 50 do 66%, przy czym tylko w trzech przypadkach wkład ten jest mniejszy niż 60%. Świadczy to dobitnie o tym, że dr inż. Bożena Tyliszczak jest głównym autorem przedstawionego cyklu. Dodatkowym potwierdzeniem dominującej roli Habilitantki w przeprowadzeniu i opisaniu badań będących przedmiotem cyklu publikacji jest treść oświadczeń współautorów. Wynika z nich, że dr inż. Bożena Tyliszczak w każdym przypadku sformułowała problem naukowy i opracowała koncepcję badań oraz miała wiodący udział w przygotowaniu publikacji, analizie danych i interpretacji wyników. We wszystkich przypadkach zdobywała również fundusze na badania i stworzyła zespół badawczy, którego badania nadzorowała na każdym etapie prac. We wszystkich przypadkach należy uznać Habilitantkę za pomysłodawcę i osobę koordynującą całość badań. **Podsumowując, nie ulega wątpliwości, że rola dr inż. Bożeny Tyliszczak w powstaniu przedstawionego cyklu publikacji jest wiodąca.**

Dominujący udział w ocenianych pracach stanowi tematyka badawcza z dziedziny, która w ostatnich latach określana jest na świecie terminem *biomateriałów*. Ogromny postęp, jaki się dokonał zarówno w zakresie metod pozyskiwania substancji pochodzenia naturalnego, ich oczyszczania, jak i technologii ich bezpośredniego wykorzystania w produktach medycznych i farmaceutycznych jest przyczyną rosnących nakładów na badania oraz szybkiego rozwoju

działalności naukowej w tym kierunku. W szczególności dotyczy to hydrożelowych substancji czynnych, gdzie takie badania wymagają posługiwania się zaawansowanymi metodami zarówno obróbki materiałów jak i tworzenia nowych technologii wytwarzania produktów istotnych przemysłowo. Habilitantka jest obecnie specjalistką w tej dziedzinie, gdyż tą tematyką zajmuje się już od początku swoich studiów doktoranckich. **Warto podkreślić, że wszystkie prace z cyklu dotyczą różnego typu podejścia do procesów opracowania nowoczesnej matrycy hydrożelowej na bazie chitozanu i kompozytów do otrzymywania opatrunków nowej generacji.** Część prac obejmuje badania eksperymentalne właściwości fizykochemicznych ale również badania biologiczne, co jest dodatkowym atutem, ponieważ wyniki te dają komplementarną wiedzę, która może być bezpośrednio użyta w projektowaniu materiałów docelowych.

Przedstawiony cykl prac dotyczy kilku różnych procesów otrzymywania chitozanowych matryc hydrożelowych modyfikowanych produktami naturalnymi jak i nanocząstkami metalicznymi (głównie srebrem i złotem). Metody określania wpływu na układy biologiczne sprzężone z nowoczesnymi technikami spektroskopowymi są szczególnie predystynowane do badania struktury biomateriałów i matryc hydrożelowych na poziomie mikroskopowym oraz, co szczególnie ważne, do określania zależności pomiędzy składem i budową matryc hydrożelowych a ich właściwościami biologicznymi i septycznymi. **Takie informacje mogą mieć duże znaczenie praktyczne, ułatwiając projektowanie nowych materiałów hydrożelowych. W ten sposób osiągnięcie naukowe dr inż. Bożeny Tyliszczak wpisuje się w aktualny i ważny na świecie nurt badań w zakresie biomateriałów.**

Biorąc pod uwagę rangę czasopism, w których opublikowano prace stanowiące cykl, należy uznać, że zostały już one zrecenzowane przez niezależnych ekspertów. Poniżej ograniczę się zatem tylko do ich ogólnego omówienia oraz przedstawienia najważniejszych osiągnięć Habilitantki.

W swoich badaniach Habilitantka wykorzystała zarówno komercyjnie dostępną chitynę jak i, co bardzo istotne z aplikacyjnego punktu widzenia rozwinęła metodologię pozyskiwania chityny z pancerzy pszczół. Habilitantka stosowała liczne metody obróbki takie jak usuwanie wosków, soli mineralnych, białek czy melaniny. Wiązało się to z faktem, iż w pancerzach pszczół chityna występuje w licznych kompleksach. O dużym wkładzie Habilitantki w rozwój metodologii pozyskiwania chityny z produktów naturalnych może również świadczyć fakt, iż posiada Ona prawa do nazwy Beetosan (znak towarowy Z-433112). W przedstawionym cyklu publikacji Habilitantka przedstawiła szerokie spektrum badań naukowych dotyczących:

- otrzymywania Beetosanu z chityny pochodzącej z pancerzy pszczół,

- opracowania składu kompozycji zawierającej ekstrakty roślinne i apiprodukty do modyfikacji matrycy hydrożelowej,
- modyfikacji matrycy polimerowej nanocząstkami srebra i złota,
- określenia właściwości mechanicznych i fizykochemicznych otrzymanych matryc hydrożelowych,
- badań inkubacyjnych w symulowanych płynach ustrojowych,
- określenie wpływu otrzymanych hydrożeli modyfikowanych nanocząstkami srebra na wybrane bakterie,
- badań otrzymanych materiałów z zastosowaniem linii komórkowych.

W całym cyklu przedstawionych przez Habilitantkę prac widzę bardzo dużą logikę i konsekwencję w prowadzeniu badań naukowych oraz doborze nowoczesnych metod zarówno pozyskiwania substratów do produkcji biomateriałów jak i ich modyfikacji. Habilitantka brała pod uwagę również nowoczesne i zrównoważone metody syntezy związków wielkocząsteczkowych, jakimi są hydrożele chitozanowe. Wykorzystała bowiem metody promieniowania mikrofalowego i promieniowania UV w procesach otrzymywania hydrożeli. Przeprowadziła również, istotne z punktu widzenia aplikacyjnego modyfikacje otrzymanych matrycy hydrożelowych poprzez wprowadzenie dodatków w oparciu o składniki naturalne takie jak kofeina, szałwia, *Aloe vera* czy pyłek pszczeli. Bardzo istotny z punktu widzenia poznawczego był również dobór metod określenia właściwości fizykochemicznych uzyskanych materiałów. W przedstawionym cyklu prac zastosowano całe spektrum nowoczesnych metod począwszy od metod analizy składu atomowego, poprzez analizę geometryczną, mikroskopie SEM i AFM, po metody spektroskopowe. Habilitantka przedstawiła pełną charakterystykę uzyskanych materiałów oraz analizę zwilżalności otrzymanych matryc hydrożelowych. Kolejnym etapem prac Habilitantki była poprawa właściwości antybakteryjnych matryc hydrożelowych poprzez wprowadzenie nanocząstek metalicznych (głównie srebra, jak również złota), na czym nie poprzestano. Ponieważ Habilitantka podjęła również istotne próby redukcji oraz stabilizacji nanocząstek, co spowodowało powstanie materiałów o bardzo dobrym rozproszeniu nanocząstek, co uważam za szczególnie wartościowe i pomocne w przypadku medycznych aplikacji uzyskanych matryc hydrożelowych o właściwościach antybakteryjnych. Habilitantka przeprowadziła również całą gamę badań mikrobiologicznych, pozwalających na bezpośrednią aplikację matryc chitozanowych. Na szczególną uwagę zasługują, oprócz charakterystyki właściwości antybakteryjnych przy użyciu bakterii *Escherichia coli*, szczególnie badania cytotoksyczności przy użyciu testów aktywności mitochondrialnej z użyciem komórek skóry właściwej i

naskórka oraz test żywotności komórek nowotworowych. **Za bardzo istotne osiągnięcie Habilitantki z punktu widzenia aplikacji medycznych uważam otrzymanie matrycy hydrożelowej modyfikowanej ekstraktem szałwii, co może być zastosowane w niedalekiej przyszłości w terapii antynowotworowej.**

Przeprowadzone przez Habilitantkę badania nad otrzymywaniem oraz modyfikacją biomateriałów hydrożelowych substancjami czynnymi mają bardzo dużą wartość naukową i poznawczą, a możliwość opracowania technologii wytwarzania nowych biomateriałów hydrożelowych ma bardzo duże znaczenie praktyczne, zwłaszcza w aplikacjach medycznych oraz farmaceutycznych. Celem jak założyła sobie Habilitantka był rozwój wiedzy na temat nowoczesnych materiałów hydrożelowych do zastosowań biomedycznych na bazie chitozanu modyfikowanych substancjami naturalnymi oraz nanocząstkami metalicznymi. Jednym z ciekawszych zastosowań takich materiałów, zaproponowanym przez Habilitantkę są innowacyjne opatrunki nowej generacji. Uważam, iż dobór badań naukowych, ich logiczność oraz systematyczność prowadzonych prac, wysuwanie logicznych wniosków w przedstawionych w cyklu pracach świadczą o dużej swobodzie Habilitantki w prowadzeniu własnych prac badawczych na wysokim poziomie naukowym i poznawczym.

Bardzo istotnym faktem, świadczącym o randze dorobku są 2 patenty oraz 5 zgłoszeń patentowych, w których Habilitantka ma znaczący udział (30-40%), 35 publikacji w materiałach zjazdowych i konferencyjnych związanych z osiągnięciami habilitacyjnymi oraz 17 medali lub wyróżnień jakie uzyskały wynalazki Habilitantki na forum międzynarodowym.

Podsumowując, badania wykonane przez dr inż. Bożenę Tyliszczak przyczyniły się do lepszego poznania hydrożelowych matryc na bazie chitozanu i prób znalezienia ich zastosowań technologicznych w produktach medycznych i farmaceutycznych. Uzyskane oryginalne wyniki mogą być pomocne w projektowaniu nowych materiałów o szerokiej użyteczności, zarówno w medycynie i farmacji jak i w innych procesach technologicznych.

Stwierdzam zatem, że przedstawiony cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych stanowi znaczny wkład dr inż. Bożeny Tyliszczak w rozwój wiedzy na temat naturalnych substancji polimerowych i biomateriałów.

Ocena działalności naukowej

Habilitantka prowadzi szeroki wachlarz interdyscyplinarnej działalność naukowo-badawczej w kilku dziedzinach takich jak nanotechnologia, inżynieria materiałowa czy technologia chemiczna i biotechnologia. Całkowity dorobek naukowy dr inż. Bożeny

Tyliszczak obejmuje 27 publikacji. **Sumaryczna wartość współczynnika IF dla wszystkich prac wynosi 56,5** (wartości IF dla roku opublikowania danej pracy). 24 artykuły, zostały opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora w latach 2011-2018. Ich sumaryczna wartość IF to 55, co daje średnio 2,29 na publikację. Warto w tym miejscu również podkreślić, że deklarowany wkład procentowy Habilitantki w powstanie tych prac nie jest mały, waha się od 20 do 70%, z wyjątkiem 2 pozycji, gdzie wynosi 15%. Dodatkowo Habilitantka wymienia 189 prac typu monografie i innych publikacji w czasopismach międzynarodowych lub krajowych oraz 7 opracowań zbiorowych.

Liczba cytowań wszystkich prac dr inż. Bożeny Tyliszczak na dzień 28.08.2018 (według bazy Scopus, bez autocytowań) wynosiła 146. **Natomiast według bazy Scopus, liczba cytowań obcych na dzień 23.01.2019 wynosiła 184. Indeks Hirscha, bez autocytowań, jest równy 9 (według bazy Scopus). Należy to uznać za wynik bardzo dobry, świadczący o stosunkowo dużym i ciągle rosnącym zainteresowaniu innych naukowców badaniami Habilitantki (o czym świadczy również bardzo znaczący wzrost liczby cytowań w 2018 (73) w stosunku do lat poprzednich (20-25 na rok) oraz już 14 cytowań 1 miesiącu 2019 roku).** Wykonywanie recenzji prac naukowych dla renomowanych czasopism międzynarodowych (wymieniono kilkanaście czasopism, nie podano liczby recenzji) jest kolejnym dowodem na to, że Habilitantka jest zauważana w środowisku naukowym.

Habilitantka jest współautorką (udział 20-40%) 4 patentów międzynarodowych lub krajowych oraz 8 zgłoszeń patentowych (udział 30-45%), 1 znaku towarowego oraz brała udział w 96 wystawach.

O dużej aktywności naukowej dr inż. Bożeny Tyliszczak świadczy również aktywny udział w konferencjach (142, w tym 121 po uzyskaniu stopnia doktora) oraz częste prezentowanie wyników na konferencjach międzynarodowych (19 wystąpień ustnych) oraz udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji (ponad 50 po uzyskaniu stopnia doktora).

Dr inż. Bożena Tyliszczak ma dosyć duże doświadczenie w realizacji projektów badawczych. Habilitantka kierowała kilkoma projektami badawczymi o zasięgu międzynarodowym i krajowym oraz brała czynny udział w takich projektach: 12 (w tym w 3 projektach Lider, 2 Iuventus Plus, Ventures, Sonata i innych - jako kierownik lub główny wykonawca).

Zgodnie z informacjami podanymi w dokumentacji, dr inż. Bożena Tyliszczak była wielokrotnie nagradzana za swoją działalność naukową przez różne gremia (otrzymała 37

nagród), co dodatkowo potwierdza wagę prowadzonej przez Habilitantkę działalności naukowej. Uczestniczyła również w 21 programach zarówno europejskich jak i krajowych.

Mogę zatem stwierdzić, że dr inż. Bożena Tyliszczak w okresie po uzyskaniu stopnia doktora wykazała się istotną aktywnością naukową, czego efektem jest bardzo dobry dorobek naukowy, dotyczący w znacznej mierze biomateriałów, polimerów hydrożelowych oraz nanomateriałów.

Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Dr inż. Bożena Tyliszczak jest zatrudniona na etacie nauczyciela akademickiego łącznie od roku 2011 (jako asystent naukowo-dydaktyczny, a od roku 2013 jako adiunkt naukowo-dydaktyczny na WIiTCh PK) i posiada bardzo duże doświadczenie dydaktyczne na kilku kierunkach studiów (Technologia chemiczna, Biotechnologia, Nanotechnologie i nanomateriały, Inżynieria chemiczna oraz Chemia budowlana). W ramach swojej pracy dydaktycznej prowadzi wykłady, laboratoria oraz seminaria z zakresu szerokiej gamy metod fizykochemicznych oraz biomateriałów i materiałów stosowanych w budownictwie. O dużym zaangażowaniu w pracę dydaktyczną może dodatkowo świadczyć duża ilość prac (39 prac inżynierskich oraz 23 prac magisterskich), których promotorem była Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora w 2010 roku. Habilitantka brała również czynny udział w opiece nad studentami zagranicznymi w ramach programu Erasmus czy też studentów medycyny i lekarzy. Sukcesy w pozyskiwaniu środków finansowych na stypendia wyjazdowe i badania naukowe oraz kierowanie kilkoma projektami badawczymi, duża ilość patentów, liczne udziały w wystawach wynalazców pozwala na wysoką ocenę działalności organizacyjnej dr inż. Bożeny Tyliszczak. Na podkreślenie zasługuje również jej zaangażowanie w udział w zespołach eksperckich i konkursowych (28, np. jako Doradca Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego) i wykonane ekspertyzy (14) oraz zaangażowanie w podwyższenie globalnego poziomu nauki (poprzez recenzowanie projektów naukowych oraz artykułów międzynarodowych) a także udział w 51 komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych.

Habilitantka jest również członkiem licznych organizacji i towarzystw naukowych (19) w tym Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Polskiego Stowarzyszenie Biomateriałów, Fundacja Rozwoju Nauki, Rada Główna Nauki i Szkolnictwa Wyższego czy Stowarzyszenie Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów.

Wniosek końcowy

Podsumowując uważam, że dokumentacja przedstawiona przez Habilitantkę jest zgodna z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 10 listopada 2015 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2015 r., poz. 1842).

Na podstawie analizy przedstawionego cyklu publikacji „Matryce hydrożelowe na bazie chitozanu" oraz oceny aktywności naukowej jak i dydaktycznej dr inż. Bożeny Tyliszczak stwierdzam z całym przekonaniem, że spełnione są wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, wraz z późniejszymi zmianami) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. 196, poz. 1165).

Zwracam się zatem do Komisji Habilitacyjnej z wnioskiem o wystąpienie do Rady Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej o nadanie dr inż. Bożenie Tyliszczak stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Izabela Greluj