ZAŁĄCZNIK NR 2 DO WNIOSKU O WSZCZĘCIE POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

AUTOREFERAT

Dr inż. Bożena Tyliszczak

Kraków 2018

1. Imię i Nazwisko – **Bożena Tyliszczak**
Dane Kontaktowe:

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej
Katedra Chemii i Technologii Polimerów
Ul. Warszawska 24
31-155 Kraków

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2012 - 2013	Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie studia podyplomowe *kierunek: Zarządzanie projektem badawczym i komercjalizacja wyników badań*
2011 – 2012	Centrum Studiów Podyplomowych Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji w Lublinie studia podyplomowe *kierunek: Menedżer badań naukowych i prac rozwojowych*
2010.12.15	**Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki** **Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej** ***uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych***
2006 – 2010	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki studia doktoranckie Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej *kierunek: Technologia Chemiczna*
2007 – 2008	Centrum Szkolenia i Organizacji Systemów Jakości Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki studia podyplomowe *kierunek: Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy*
2006 – 2007	Akademia Górniczo Hutnicza w Krakowie studia podyplomowe Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki *kierunek: Biomateriały - materiały dla medycyny*
2001 – 2006	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki studia dzienne magisterskie Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej *kierunek: Technologia Chemiczna*

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.

2013.06 – obecnie	Adiunkt naukowo – dydaktyczny Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej Katedra Chemii i Technologii Polimerów
2011.07 – 2013.05	Asystent naukowo – dydaktyczny Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej Katedra Chemii i Technologii Polimerów
2010.11 – 2011.06	Starszy referent inżynieryjno – techniczny Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej Katedra Chemii i Technologii Tworzyw Sztucznych

4. Wskazanie osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311) jest jednotematyczny cykl publikacji.

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Matryce hydrożelowe na bazie chitozanu

b) Zestawienie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego. We wszystkich publikacjach jestem autorem wiodącym.

Lp.		Impact Factor	Impact Factor 5	MNiSW
1.	**B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, 2017, *Comparison of hydrogels based on commercial chitosan and beetosan® containing nanosilver,* Molecules, 22 (1), s.1-11. DOI: 10.3390/molecules22010061 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań,*	3,057	3,268	30

	stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, przygotowanie danych do analizy, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji *Mój udział procentowy szacuję na 66%*			
2.	**B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, K. Bialik-Wąs, R. Kijkowska, A. Sobczak-Kupiec, 2017 *Preparation and cytotoxicity of chitosan-based hydrogels modified with silver nanoparticles,* Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 160, s. 325-330. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2017.09.044 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 54%*	3,997	4,294	35
3.	**B. Tyliszczak**, S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Drabczyk, A. Sobczak-Kupiec, 2018 *Synthesis, characterization, and in vitro cytotoxicity of chitosan hydrogels containing nanogold,* International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials, s. 1-8. DOI: 10.1080/00914037.2018.1429438 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, przygotowanie danych do analizy, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 60%*	2,127	1,514	30
4.	**B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Sobczak-Kupiec, 2017 *Preparation, characterization, and in vitro cytotoxicity of chitosan hydrogels containing silver nanoparticles,* Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 28 (15), s. 1665-1676.	1,911	1,902	25

	DOI: 10.1080/09205063.2017.1344116 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, przygotowanie danych do analizy, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 65%*			
5.	**B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, 2017 *In vitro cytotoxicity of hydrogels based on chitosan and modified with gold nanoparticles,* Journal of Polymer Research, 24 (10), s. 1-7. DOI: 10.1007/s10965-017-1315-3 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 55%*	1,434	1,636	30
6.	**B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, A. Sobczak-Kupiec, 2017 *Beetosan®-based hydrogels modified with natural substances,* Journal of Renewable Materials, 5 (3-4), s. 174-179. DOI: 10.7569/JRM.2017.634107 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, przygotowanie danych do analizy, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 65%*	0,986	1,159	20
7.	**B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, B. Grabowska, M. Kędzierska, 2017 *Physicochemical properties and cytotoxicity of hydrogels based on Beetosan® containing sage and bee pollen,* Acta Biochimica Polonica, 64 (4), s. 709-712.	1,239	1,463	15

	DOI: 10.18388/abp.2017_2319 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 50%*			
8.	**B. Tyliszczak**, S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Drabczyk, M. Krzan, 2017 *Comparison of polysaccharides-based hydrogel matrices*, Przemysł Chemiczny, 96 (12), s. 2540-2543. DOI: 10.15199/62.2017.12.30 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań , zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, analizę danych, interpretację wyników, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 64%*	0,399	0,345	15
9.	**B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, A. Drabczyk, S. Kudłacik, A. Sobczak-Kupiec, 2016 *Animal-derived chitosans. Characteristics, comparison, application*, Przemysł Chemiczny, 95 (10) s. 2059-2062. DOI: 10.15199/62.2016.10.42 *Mój wkład obejmował: stworzenie koncepcji badań dotyczących Beetosanu, zdobycie funduszy na badania, zaplanowanie badań, stworzenie zespołu prowadzącego badania i zarządzanie nim, nadzorowanie wszystkich etapów badań, przygotowanie koncepcji artykułu, analizę danych, przygotowanie maszynopisu, ustosunkowanie się do recenzji* *Mój udział procentowy szacuję na 60%*	0,385	0,345	15
SUMA		15,535	15,926	215

c) Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Przedmiot badań i ich znaczenie

W związku z postępem nauk medycznych i farmaceutycznych przywiązuje się coraz większą wagę do właściwości biomateriałów polimerowych, dlatego też zaczęto poszukiwać substancji biozgodnych oraz biofunkcyjnych, które mogłyby posłużyć do ich syntezy. Celem tych poszukiwań, zarówno w przeszłości, jak i obecnie jest uzyskanie funkcjonalnego materiału, o udoskonalonych właściwościach. Badania nad otrzymywaniem oraz modyfikacją biomateriałów hydrożelowych substancjami czynnymi mają charakter perspektywiczny i długofalowy. Są jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin działalności naukowej, co znajduje potwierdzenie zarówno w rosnących nakładach na tego typu badania na światowym rynku naukowym, jak również w stale zwiększającej się liczbie zespołów badawczych zajmujących się tą tematyką naukową. Opracowanie podstaw technologicznych wytwarzania nowych biomateriałów hydrożelowych pozwoli na ich wdrożenie w warunkach praktycznych oraz na adaptację do zmiennych potrzeb rynkowych. Zagadnienia przedstawione jako przedmiot badań zostały wybrane przede wszystkim ze względu na ich znaczenie poznawcze oraz możliwości praktycznego wykorzystania wyników badań w medycynie i farmacji.

Cel naukowy

Celem mojej działalności naukowo-badawczej jest rozwój badań dotyczących otrzymywania materiałów hydrożelowych do zastosowań biomedycznych. Podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest cykl publikacji dotyczący opracowania nowoczesnej matrycy hydrożelowej na bazie chitozanu modyfikowanej produktami naturalnymi oraz nanocząstkami srebra i złota. Proponowane badania mają na celu opracowanie składu kompozycji, które mogą posłużyć do otrzymywania innowacyjnych opatrunków nowej generacji.

Cel badań w szczególności obejmował:

1. Otrzymywanie Beetosanu z chityny pochodzącej z pancerzy pszczół z osypu zimowego.
2. Otrzymanie matrycy hydrożelowej z chitozanu.
3. Opracowanie i dobór składu kompozycji zawierającej ekstrakty roślinne i apiprodukty do modyfikacji matrycy hydrożelowej.
4. Opracowanie i dobór składu kompozycji zawierającej nanocząstki srebra i złota do modyfikacji matrycy polimerowej.
5. Modyfikacja matrycy hydrożelowej nanocząstkami złota i srebra.
6. Charakterystyka właściwości mechanicznych otrzymanych matryc hydrożelowych – określenie wytrzymałości na zrywanie.

7. Przeprowadzenie badań inkubacyjnych w symulowanych płynach ustrojowych.
8. Określenie wpływu otrzymanych hydrożeli modyfikowanych nanocząstami srebra na bakterie *Escherichia coli*.
9. Zbadanie otrzymanych materiałów z zastosowaniem linii komórkowych.

Osiągnięte wyniki i ich zastosowanie

Chityna jest substancją budującą zewnętrzny szkielet wielu skorupiaków i owadów, a także ściany komórkowe niektórych grzybów. Zaraz po celulozie jest drugim najpowszechniej występującym w środowisku polimerem naturalnym. Chityna jest zbliżona budową do celulozy. Zawiera jednostki N-acetylo-D-glukozo-2-aminowe, które tworzą długie łańcuchy polimerowe połączone wiązaniami β–1,4–glikozydowymi.

Istnieje wiele metod ekstrakcji chityny z pancerzy skorupiaków morskich, która występuje związana w postaci kompleksów m.in. z białkami oraz solami mineralnymi. Pancerze są rozdrabniane, a następnie pozbawiane węglanu wapnia, co przeprowadza się działając na nie rozcieńczonym roztworem kwasu solnego (1-10%) w temperaturze pokojowej. Natomiast białka są usuwane na drodze reakcji z roztworem wodorotlenku sodu (1-10%) w wysokiej temperaturze (85-110°C). Fizykochemiczne właściwości chityny będą oczywiście zależeć od parametrów ekstrakcji. Największy wpływ mają temperatura, stężenie używanych związków chemicznych, czas ich działania oraz rozmiar i ilość pancerzy. Podstawowe parametry charakteryzujące chitynę to stopień polimeryzacji, stopień deacetylacji oraz czystość.

Poddanie chityny reakcji deacetylacji powoduje zastąpienie części grup N-acetamidowych ($-CH_3CONH_2$) grupami aminowymi ($-NH_2$), tworząc produkt rozpuszczalny w rozcieńczonych roztworach kwasów, którym jest chitozan. Stopień deacetylacji jest zależny od czasu trwania reakcji, temperatury i stężenia r-ru NaOH. Ponadto, wiele chemicznych cech chitozanu, takich jak: ciężar cząsteczkowy, polidyspersyjność czy czystość są silnie zależne od metody jego pozyskiwania, użytego sprzętu, a także źródła pancerzy. Nie bez znaczenia jest również całkowita długość łańcucha polimeru, ponieważ ma ona bezpośredni wpływ na jego ciężar cząsteczkowy a ten jest kluczowym parametrem mającym wpływ na jego dalsze zastosowanie.

Zarówno chityna jak i chitozan znajdują szerokie zastosowanie w kosmetyce, biotechnologii oraz biomedycynie. Duże zainteresowanie tymi polisacharydami wynika przede wszystkim z ich właściwości, do których należą: biokompatybilność, biodegradowalność, bakteriostatyczność, nietoksyczność, dobra adsorpcja, bardzo dobra wytrzymałość mechaniczna oraz bioadhezyjność.

Interesującym, alternatywnym źródłem pozyskiwania chityny są martwe pszczoły z osypu zimowego pozyskiwane od pszczelarzy. Odpowiednie warunki i czystość produkcji w pasiekach powodują, że w ramach wiosennych prac

porządkowych z uli zbierane są martwe owady lub ich fragmenty. Pozyskany w ten sposób surowiec może być zastosowany do produkcji chitozanu.

Do przeprowadzonych badań użyłam chitozan komercyjny oraz chitozan otrzymywany z chityny pochodzącej z pancerzy pszczół z osypu zimowego. Chitozan otrzymywany z pancerzy pszczół jest nazywany w tekście oraz publikacjach Beetosanem. Warto zaznaczyć, że posiadam prawa do nazwy Beetosan, która jest chronionym znakiem towarowym Z-433112 od 22.09.2014 r.

W związku z pozyskaniem chitozanu z pszczół z osypu zimowego przeprowadziłam następujące etapy obróbki owadów: usuwanie wosków, usuwanie soli mineralnych, usuwanie białek i usuwanie naturalnego pigmentu – melaniny.

W ramach prowadzonych badań dobrałam parametry prowadzenia poszczególnych procesów biorąc pod uwagę strukturę chemiczną otrzymywanego produktu. Strukturę produktu otrzymywanego w efekcie przeprowadzenia każdego z powyższych etapów porównywałam ze strukturą chitozanu komercyjnego z wykorzystaniem spektroskopii FT-IR oraz dyfraktometrii rentgenowskiej (metoda XRD).

Przeprowadzone badania dowiodły, że pszczoły mogą być alternatywnym źródłem chitozanu, który obecnie na skalę przemysłową jest pozyskiwany ze skorupiaków. Pozyskiwany Beetosan wykazywał fazę amorficzną, która jest pożądana w zastosowaniach medycznych i farmaceutycznych, a właśnie pod takim kątem były badane otrzymane materiały hydrożelowe. Proponowane kierunki wykorzystania chityny pochodzącej z pszczół z osypu zimowego przedstawiłam w pracy [H9].

W dobie zrównoważonego rozwoju i zgodnie z zasadami zielonej chemii zastosowanie promieniowania mikrofalowego i promieniowania UV w reakcjach otrzymywania hydrożeli wydaje się interesującym rozwiązaniem w porównaniu do tradycyjnych metod syntezy związków wielkocząsteczkowych. Hydrożele to usieciowane polimery o trójwymiarowej strukturze, które posiadają zdolność absorpcji wody i innych roztworów, w tym również płynów ustrojowych w sposób odwracalny. Hydrożele chitozanowe należą do grupy materiałów biodegradowalnych, biokompatybilnych oraz nietoksycznych. Dzięki temu znajdują szerokie zastosowanie w kosmetyce, biotechnologii, biomedycynie, medycynie i farmacji.

W ramach prowadzonych badań porównywałam właściwości materiałów hydrożelowych, które zostały otrzymane z chitozanu komercyjnego oraz z Beetosanu – chitozanu pochodzącego z pszczół z osypu zimowego. Syntezy omawianych materiałów prowadziłam z wykorzystaniem promieniowania mikrofalowego oraz promieniowania UV. Technologia otrzymywania materiałów polimerowych pod wpływem promieniowania mikrofalowego i UV zaliczana jest do technologii bezodpadowej, dlatego też jest przyjazna dla środowiska. Główną zaletą syntezy w polu promieniowania mikrofalowego jest zdolność do molekularnego ogrzewania, które w efekcie prowadzi do homogenicznych i szybkich reakcji termicznych, co zdecydowanie skraca czas procesu i obniża straty energii w odniesieniu do metod tradycyjnych. Gotowy produkt można otrzymać zaledwie w kilka minut, podczas gdy w obecności ogrzewania konwencjonalnego bardzo często czas prowadzenia reakcji

jest znacznie dłuższy. Ponadto, prowadzenie reakcji w możliwie jak najkrótszym czasie pozwala przede wszystkim na mniejsze zużycie energii, co jest zgodne z zasadami „zielonej chemii". Jednakże opisywana metoda ma również pewne wady. Podobnie jak w przypadku zastosowania promieniowania UV pojawiają się trudności z dobraniem odpowiedniej dawki i czasu promieniowania tak, aby w trakcie syntezy nie zachodziła degradacja otrzymywanego hydrożelu oraz żeby zachować powtarzalność. Ponadto, w układzie dochodzi do miejscowych przegrzań (*ang. hot - spots effect*), co bezpośrednio wpływa na strukturę otrzymanego materiału hydrożelowego. W pracy [H8] porównałam sposób otrzymywania oraz właściwości matryc chitozanowych syntezowanych w polu promieniowania mikrofalowego oraz pod wpływem promieniowania UV. Natomiast w pracy [H1] przedstawiłam właściwości hydrożeli otrzymanych z chitozanu komercyjnego oraz Beetosanu.

Dobierając metodę otrzymywania produktów finalnych brałam pod uwagę właściwości fizykochemiczne otrzymywanych matryc, które charakteryzowałam pod kątem zdolności sorpcyjnych, struktury chemicznej, morfologii powierzchni oraz badań inkubacyjnych w symulowanych płynach ustrojowych (płyn Ringera, SBF i sztuczna ślina) oraz w wodzie destylowanej.

Ostateczny skład otrzymywanych materiałów wyselekcjonowałam w oparciu o właściwości jakimi charakteryzowała się otrzymana matryca polimerowa. Mianowicie wykazywała ona zdolność absorpcyjną zarówno w wodzie destylowanej, jak i płynach fizjologicznych, co jest bardzo istotne z punktu widzenia jej potencjalnego zastosowania. Wybrałam materiał otrzymywany pod wpływem promieniowania UV, ze względu na jednorodność struktury powierzchni oraz w miarę równomierne rozmieszczenie porów. Ponadto, tak otrzymane materiały hydrożelowe charakteryzowały się lepszą elastycznością, a przez to mniejszą kruchością w porównaniu do materiałów otrzymanych pod wpływem promieniowania mikrofalowego. W przypadku hydrożeli otrzymanych pod wpływem promieniowania mikrofalowego zaobserwowałam niejednorodność ich powierzchni. Reakcja sieciowania w obecności promieniowania mikrofalowego zachodzi bardzo gwałtownie, w wyniku czego tworzą się pęcherzyki powietrza na zewnętrznej warstwie materiału, a niektóre z nich ulegają pęknięciu. Związane jest to z pojawieniem się dodatkowych zmian w strukturze analizowanych materiałów, co jest widoczne na mikrofotografiach SEM. Podstawowym problemem tego procesu jest ogrzewanie objętościowe, które zachodzi wewnątrz materiału. Ciepło przepływa od wewnętrznej do zewnętrznej warstwy materiału, w wyniku czego reakcja sieciowania nie zachodzi równomiernie. Dodatkowo dochodzi także do miejscowych przegrzań. Wszystkie te czynniki powodują zmiany w strukturze otrzymanego materiału [H8]. Hydrożele otrzymywane pod wpływem promieniowania UV charakteryzują się stosunkowo równomiernym rozmieszczeniem porów o podobnej wielkości. Cechy te są bardzo istotne ze względu na potencjalne zastosowanie otrzymanego materiału do celów medycznych. Stopień porowatości oraz jednorodność porów wpływają na szybkość uwalniania substancji leczniczej oraz na właściwą wymianę gazową.

Dodatkowo scharakteryzowałam również strukturę powierzchni hydrożeli chitozanowych będących w formie suchej oraz w formie spęczniałej za pomocą

mikroskopii sił atomowych (AFM). Materiały zostały przebadane z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych Firmy Bruker, typ głowicy FastScan. Zakres pomiarowy głowicy XY: 30 µm, Z: 3 µm. Tryb pomiaru PEAKFORCE QNM z wykorzystaniem sondy SCM PIT (f: 75 KHz, k: 2,8 N/m, l: 225 µm). Wyniki przeprowadzonych badań opisałam w pracy [H3].

Z uwagi na dużą korugację powierzchni materiałów, widoczną gołym okiem, znalezienie na badanym materiale płaskiej powierzchni pozwalającej uzyskać stabilne warunki pomiaru było utrudnione. Dlatego też analiza tego typu materiałów za pomocą techniki AFM jest problematyczna. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdziłam, że badane hydrożele polimerowe na bazie chitozanu charakteryzowały się bardzo niejednorodną powierzchnią. Niejednorodność ta ma wpływ m.in. na pojemność sorpcyjną badanego materiału. Natomiast, analizując wyniki otrzymane dla próbek w formie spęczniałej stwierdziłam, że badane materiały odznaczają się strukturą powierzchni o większej jednorodności i równomiernym rozkładem porów, a szorstkość ich powierzchni pozostaje na poziomie kilkudziesięciu nanometrów.

Kolejnym etapem prowadzonych badań była modyfikacja hydrożeli wybranymi ekstraktami roślinnymi i apiproduktami. Wprowadzenie dodatkowych składników do mieszaniny reakcyjnej wpływa zarówno na przebieg reakcji polimeryzacji i sieciowania, jak również na właściwości otrzymanych materiałów hydrożelowych. Zbyt duża zawartość ekstraktów roślinnych i apiproduktów może zaburzyć reakcję otrzymywania matryc hydrożelowych, natomiast wprowadzenie za małej ilości tych dodatków nie poprawi właściwości leczniczych produktu finalnego.

Otrzymane materiały hydrożelowe zostały poddane badaniom spektroskopowym w celu określenia obecności charakterystycznych grup funkcyjnych w ich strukturze. W pracy [H6] przedstawiłam wyniki analizy spektroskopowej matryc zawierających pyłek pszczeli oraz ekstrakt z szałwii. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdziłam, że nie obserwuje się pików pochodzących od pyłku pszczelego oraz od szałwii, których nie przypisano by również związkom budującym niemodyfikowaną matrycę hydrożelową. To powinno być rozpatrywane jako pozytywny efekt, gdyż dodatek substancji aktywnej nie powinien wpływać na modyfikację struktury, tylko nadawać jej właściwości leczniczych. W przypadku pyłku pszczelego nie obserwuje się również różnic w intensywności pików.

Kolejno, scharakteryzowałam morfologię otrzymanych modyfikowanych materiałów hydrożelowych z wykorzystaniem Skaningowej Mikroskopii Elektronowej (SEM). Zdjęcia mikrostruktury materiału dostarczają informacji o zewnętrznej topografii badanej próbki oraz o charakterze budowy wewnętrznej czyli porowatości. Wyniki i analizę przedstawiłam w pracy [H7].

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłam, że dodatek substancji naturalnych ma znaczący wpływ na powierzchnię materiałów hydrożelowych. Powierzchnia niemodyfikowanych hydrożeli jest bardziej niejednorodna w porównaniu do powierzchni materiałów hydrożelowych zawierających dodatki w swej matrycy. Wprowadzenie do matrycy hydrożelowej substancji w postaci roztworów

prowadzi prawdopodobnie do napełniania porów materiału. Ponadto, należy zaznaczyć, że zmiana ta zależy od typu wprowadzonej substancji. Materiały hydrożelowe zawierające ekstrakt szałwii, a także modyfikowane roztworem pyłku pszczelego charakteryzują się bardziej jednorodną powierzchnią w porównaniu do hydrożeli niemodyfikowanych.

Dodatkowo przeprowadzono analizę zwilżalności otrzymanych matryc chitozanowych (tj. wyznaczono kąty zwilżania powierzchni dla wybranych materiałów oraz fotografowano zachowanie się materiału pod wpływem kropli wody). Wyniki powyższych badań przedstawiłam w pracy [H7].

W celu poprawienia właściwości antybakteryjnych syntezowanych hydrożeli na etapie syntezy dodałam do matrycy nanocząstki złota lub srebra. Nanocząstki srebra zostały otrzymane w wyniku redukcji chemicznej. Rolę czynnika redukującego jony srebra pochodzące od azotanu srebra pełnił borowodorek sodu. Ponadto, otrzymana zawiesina nanocząstek srebra stabilizowana była z wykorzystaniem poliwinylopirolidonu (PVP). Rozkład wielkości nanocząstek srebra w otrzymanym roztworze koloidalnym określiłam z wykorzystaniem metody dynamicznego rozpraszania światła (DLS, z ang. *dynamic light scattering*).

Na podstawie tego badania stwierdziłam, że otrzymałam nanocząstki srebra o wymiarach poniżej 10 nm. Ok. 25% zawiesiny stanowiły cząstki o wymiarach ok. 4 nm. Ponadto, w otrzymanej zawiesinie nie występowały aglomeraty. Dodatkowo, przeprowadziłam analizę spektrofotometryczną UV-Vis zawiesiny nanosrebra. Lokalizacja maksimum absorbancji (λ_{max}) zależy od rodzaju nanocząstek, ich wielkości oraz kształtu i dla nanocząstek srebra λ_{max} mieści się w zakresie od 380 do 450 nm. Analiza otrzymanej zawiesiny nanosrebra potwierdziła powyższe założenia teoretyczne – λ_{max} nanosuspensji srebra wynosi około 430 – 440 nm. Syntezę nanocząstek srebra oraz ich charakterystykę przedstawiłam w pracach [H2] i [H4].

Nanocząstki złota zostały otrzymane w wyniku redukcji chemicznej kwasu tetrachlorozłotowego (III). Rolę czynnika redukującego jony złota pochodzące od kwasu tetrachlorozłotowego do złota metalicznego pełnił borowodorek sodu. Ponadto, otrzymaną zawiesinę nanocząstek złota stabilizowano z wykorzystaniem cytrynianu sodu. Rozkład wielkości nanocząstek złota w otrzymanym roztworze koloidalnym określiłam z wykorzystaniem metody dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Na podstawie przeprowadzonej analizy DLS można stwierdzić, że średni rozmiar otrzymanych nanocząstek złota wynosił 68 nm, przy czym najwięcej było cząstek w rozmiarze 10 – 20 nm. Dodatkowo, przeprowadziłam analizę spektrofotometryczną UV-Vis zawiesiny nanozłota.

Na otrzymanym widmie zaobserwowałam maksimum absorbancji przy długości fali ok. 521 nm. Jest to zgodne z danymi literaturowymi, ponieważ pik świadczący o obecności w danym roztworze nanocząstek złota powinien pojawić się w zakresie 510 – 530 nm.

Syntezę nanocząstek złota oraz rozkład wielkości otrzymanych nanocząstek przedstawiłam w pracy [H3]. Natomiast w pracy [H5] dodatkowo potwierdziłam otrzymanie nanocząstek złota za pomocą metody spektroskopii UV-Vis.

Następnie przeprowadziłam modyfikację matrycy chitozanowej poprzez wprowadzenie do układu zawiesiny nanocząstek srebra i złota. Stwierdziłam, że wprowadzenie wybranej ilości dodatków do matrycy hydrożelowej powoduje otrzymanie materiału o pożądanym stopniu usieciowania. Jak już wcześniej wspomniałam, zbyt duża ilość dodatku wprowadzonego do mieszaniny reakcyjnej powoduje zaburzenie równowagi układu, utrudnia jego dostateczne usieciowanie bądź też znacznie wydłuża czas polimeryzacji konieczny do otrzymania produktu finalnego o pożądanej strukturze. Taki materiał szybciej ulega degradacji w badanych płynach ustrojowych. Natomiast w przypadku wprowadzenia zbyt małej ilości dodatku nie nadaje się otrzymanemu produktowi finalnemu wystarczających właściwości leczniczych. Ponadto, zbyt mała ilość wprowadzonej substancji czynnej przeważnie nie ma wpływu na pozostałe właściwości fizykochemiczne zmodyfikowanej matrycy. Dlatego też, dodanie zbyt małej ilości substancji czynnej do układu nie jest zasadne z punktu widzenia ekonomicznego.

Modyfikację matrycy chitozanowej nanocząstkami srebra przedstawiłam w pracach [H1] [H2] i [H4]. Ponadto, w pracy [H1] porównałam modyfikację matrycy na bazie chitozanu komercyjnego oraz Beetosanu nanocząstkami srebra. W kolejnych pracach tj. [H3] i [H5] opisałam modyfikację matrycy hydrożelowej nanocząstkami złota.

Kolejnym etapem prac było scharakteryzowanie właściwości mechanicznych otrzymanych matryc hydrożelowych, tj. ich wytrzymałości na zrywanie pod wpływem przyłożonej siły. Do badań wykorzystano następujący aparat: analizator tekstury Brookfield CT3. Przeprowadzenie badania wymagało wykrojenia z badanych matryc hydrożelowych próbek o kształcie wiosełek zgodnie z normami ISO 527-2 typ 5A oraz ISO 37 typ 2 przy użyciu wykrojnika ZCP020. Badaniu poddałam próbki, które wcześniej były suszone w temperaturze pokojowej pod stałym obciążeniem, tak aby uniknąć zdeformowania struktury.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłam, że wprowadzenie dodatków modyfikujacych do matrycy hydrożelowej ma wpływ na właściwości mechaniczne analizowanego materiału. Nie są to bardzo znaczące różnice, jednak z punktu widzenia aplikacji takiego materiału aspekt wytrzymałościowy jest bardzo istotny. W pracy [H3] przedstawiłam metodykę badań oraz otrzymane wyniki. Matryce hydrożelowe zawierające substancje czynne charakteryzują się większą elastycznością w porównaniu do matrycy niemodyfikowanej, tj. działanie tego samego naprężenia powoduje większą deformację badanego materiału. Prawdopodobnie wynika to z faktu, że dodatki są wprowadzane w formie roztworów bądź zawiesin, w wyniku czego dochodzi do rozcieńczenia układu (wprowadzenia dodatkowej ilości rozpuszczalnika), co prowadzi do rozluźnienia się łańcuchów polimerowych. W rezultacie struktura takich materiałów robi się mniej zwarta, a tym samym bardziej elastyczna.

W celu określenia wpływu inkubacji w symulowanych płynach ustrojowych na strukturę chemiczną modyfikowanych matryc hydrożelowych przeprowadzono analizę spektroskopową FT-IR. Na podstawie przeprowadzonych badań, w pracy [H4], można stwierdzić, że inkubacja nie wpływa znacząco na zmianę struktury

hydrożeli. W badanych przypadkach nie doszło do degradacji materiałów w symulowanych płynach ustrojowych. Jest to korzystne z punktu widzenia ewentualnego zastosowania takich materiałów w medycynie, farmacji czy inżynierii tkankowej, gdzie wymagany jest długotrwały kontakt ze środowiskiem wodnym.

W kolejnym etapie badań scharakteryzowałam właściwości antybakteryjne otrzymanych hydrożeli chitozanowych zmodyfikowanych nanosrebrem względem bakterii *Escherichia coli*. Wyniki badań przedstawiłam w pracy [H4]. Wszystkie hydrożele chitozanowe modyfikowane nanocząstkami srebra wykazywały inhibitujący wpływ na wzrost bakterii *Escherichia coli* już po 2 h. Dzięki tym właściwościom hydrożele chitozanowe modyfikowane nanocząstkowym srebrem mogą znaleźć zastosowanie jako biomateriały.

Biorąc pod uwagę potencjalne wykorzystanie otrzymanych matryc hydrożelowych do celów biomedycznych, istotną kwestią było określenie ich wpływu na wybrane linie komórkowe. Przeprowadzone zostały następujące rodzaje badań cytotoksyczności: test XTT oraz test MTT. Metodykę oraz wyniki przeprowadzonych badań cytotoksyczności przedstawiłam w pracach: [H2], [H4] – analiza hydrożeli chitozanowych modyfikowanych nanocząstkowym srebrem oraz odpowiednio w pracach [H3], [H5] – analiza hydrożeli chitozanowych modyfikowanych nanocząstkowym złotem.

Test aktywności mitochondrialnej XTT polega na redukcji soli sodowej 2,3-bis[2-metoksy-4-nitro-5-sulfofenylo]-2H-tetrazolio-5-karboksyanilidu (znanej jako odczynnik XTT) do błękitnego formazanu. Reakcja ta zachodzi pod wpływem enzymu dehydrogenazy mitochondrialnej, który obecny jest jedynie w żywych komórkach. Ilość powstałego formazanu oznaczana jest kolorymetrycznie. Test XTT został przeprowadzony z wykorzystaniem chitozanowych matryc hydrożelowych zawierających różne ilości zawiesiny nanocząstek srebra oraz złota. Badanie zostało wykonane z użyciem komórek skóry właściwej (linie komórkowe BJ, ATCC CRL-2522) oraz komórek naskórka (CD 1106 KERTr).

Żywotność badanych linii komórkowych określano po 24 h hodowli w obecności ekstraktów z otrzymanych matryc hydrożelowych przygotowanych z wykorzystaniem pożywki DMEM (z ang. *Dulbecco's Minimal Essential Medium*) zawierającej glukozę, pirogronian, witaminy i dodatkowo suplementowaną płodową surowicą bydlęcą w ilości 5-10% mas. Na podstawie przeprowadzonych testów XTT stwierdzono, że matryce hydrożelowe zawierające nanocząstki metaliczne, tj. nanozłoto oraz nanosrebro nie wykazywały cytotoksyczności w stosunku do komórek naskórka ani komórek skóry właściwej bez względu na ilość zawiesiny nanocząstek wprowadzoną do matrycy hydrożelowej.

Dodatkowo, w toku dalszych badań zostały przeprowadzone analizy cytotoksyczności otrzymanych materiałów hydrożelowych z wykorzystaniem testu MTT.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdziłam, że badane materiały hydrożelowe znacząco wpływają na żywotność komórek nowotworowych. Już po 3 dniach hodowli zauważono wyraźny spadek liczebności żywych komórek w analizowanych hodowlach. Procentowa zawartość martwych komórek w całej

hodowli wynosiła ok. 70% w przypadku hodowli prowadzonej w obecności hydrożelu o matrycy chitozanowej zawierającego pyłek pszczeli oraz ok. 83% w przypadku matrycy chitozanowej zmodyfikowanej ekstraktem z szałwii. Po kolejnych dniach hodowli w obecności badanych materiałów hydrożelowych, dalej obserwowano spadek liczebności komórek nowotworowych. Świadczy to o tym, że otrzymane polimery odznaczają się wyraźnie negatywnym wpływem na wzrost i proliferację komórek zmienionych nowotworowo. Największy efekt zahamowania proliferacji zauważono w obecności hydrożelu o matrycy na bazie chitozanu zawierającego ekstrakt z szałwii, ponieważ było to aż ponad 90% martwych komórek zmienionych nowotworowo po 7 dniach hodowli. Dlatego też można stwierdzić, że wprowadzenie ekstraktu z szałwii do badanych matryc polimerowych skutkuje uzyskaniem układu o najkorzystniejszych właściwościach z punktu widzenia potencjalnego zastosowania do celów medycznych – ze szczególnym uwzględnieniem terapii antynowotworowej.

Test MTT wykorzystano także do oceny cytotoksyczności otrzymanych matryc hydrożelowych względem komórek skóry właściwej (komórki BJ, ATCC CRL-2522) oraz komórek naskórka (CD 1106 KERTr). Na podstawie otrzymanych wyników testu MTT stwierdzono, że matryce hydrożelowe zawierające zawiesiny nanocząstek metalicznych nie wykazują cytotoksyczności względem komórek naskórka oraz komórek skóry właściwej.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że otrzymane materiały hydrożelowe charakteryzują się bardzo interesującymi właściwościami, które stawiają je w bardzo korzystnym świetle pod kątem przyszłego zastosowania do celów biomedycznych ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań jako nowoczesne materiały opatrunkowe o działaniu antybakteryjnym bądź jako materiały mogące zostać wykorzystane w terapii antynowotworowej.

Patenty i zgłoszenia patentowe komplementarne z osiągnięciem habilitacyjnym:

Patenty:

1. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, K.Z. Gaca, 2017, PL 227007, Sposób wytwarzania zawiesiny nanocząstek srebra i zawiesina nanocząstek srebra, zakres terytorialny ochrony patentowej Polska, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej.
   Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na przygotowaniu zawiesiny nanocząstek srebra, określeniu właściwości otrzymanych materiałów oraz przygotowaniu opisu syntez. Mój udział procentowy szacuję na 40%.
2. **B. Tyliszczak**, A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, K.Z. Gaca, 2017, PL 227206, Sposób wytwarzania zawiesiny nanocząstek srebra i zawiesina

nanocząstek srebra, zakres terytorialny ochrony patentowej Polska, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej.
Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na przygotowaniu zawiesiny nanocząstek srebra, określeniu właściwości otrzymanych materiałów oraz przygotowaniu opisu syntez. Mój udział procentowy szacuję na 40%.

Zgłoszenia patentowe:

1. **B. Tyliszczak**, A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, rok zgłoszenia wniosku: 2015, P 413444, Sposób wytwarzania zawiesiny nanocząstek srebra i zawiesina nanocząstek srebra.
   Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na opracowaniu koncepcji wynalazku, przeprowadzeniu syntez hydrożelu, określeniu właściwości otrzymanych materiałów oraz przygotowaniu opisu syntez. Mój udział procentowy szacuję na 40%.
2. **B. Tyliszczak**, A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, rok zgłoszenia wniosku: 2015, P 413445, Sposób wytwarzania zawiesiny nanocząstek srebra i zawiesina nanocząstek srebra.
   Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na opracowaniu koncepcji wynalazku, przeprowadzeniu syntez hydrożelu, określeniu właściwości otrzymanych materiałów oraz przygotowaniu opisu syntez. Mój udział procentowy szacuję na 40%.
3. A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, **B. Tyliszczak,** Z. Wzorek, rok zgłoszenia wniosku: 2014, P 409949, Sposób otrzymywania nanocząstek srebra,
   Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na przygotowaniu zawiesiny nanocząstek srebra, określeniu właściwości otrzymanych materiałów oraz przygotowaniu opisu syntez. Mój udział procentowy szacuję na 30%.
4. A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, **B. Tyliszczak,** K. Pluta, K. Bialik-Wąs, rok zgłoszenia wniosku: 2015, P 413441, Sposób wytwarzania zawiesiny nanocząstek srebra i zawiesina nanocząstek srebra.
   Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na przygotowaniu zawiesiny nanocząstek srebra, określeniu właściwości otrzymanych materiałów oraz przygotowaniu opisu syntez. Mój udział procentowy szacuję na 30%.
5. A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, **B. Tyliszczak,** K. Pluta, K. Bialik-Wąs, rok zgłoszenia wniosku: 2015, P 413446, Sposób wytwarzania zawiesiny nanocząstek srebra i zawiesina nanocząstek srebra.
   Mój wkład w powstanie tego patentu polegał na przygotowaniu zawiesiny nanocząstek srebra, określeniu właściwości otrzymanych materiałów oraz przygotowaniu opisu syntez. Mój udział procentowy szacuję na 30%.

Prace komplementarne z osiągnięciem habilitacyjnym zostały przedstawione w materiałach zjazdowych i konferencyjnych:

1. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, A. Sobczak-Kupiec, 2017, Preparation of Beetosan's Hydrogels, ICACCE- Civil and Construction Engineering, 19(8), s.2257.
2. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, J. Jaśkowska, A. Sobczak-Kupiec, 2017, Preparation of hydrogels containing trehalose, ICHM 2017: 19th International Conference on Healthcare and Medicals, 19(3), s.1201.
3. J. Jaśkowska, A. Drabczyk, S. Kudłacik, A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, 2017, Synthesis of Beetosan's Hydrogels with Yellow Tea, ICHM: 19th International Conference on Healthcare and Medicals, 19(3), s.1204.
4. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Sobczak-Kupiec, 2017, Beetosan® based hydrogels modified with yellow tea (China kekecha), 2nd International Conference Pressure - sensitive adhesives and adhesive materials – research, development, technology and application (PSAT), s.132. ISBN: 978-83-7663-245-2.
5. A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, B. Grabowska, M. Kędzierska, **B. Tyliszczak**, 2017, Physicochemical properties and cytotoxicity of hydrogels based on Beetosan® containing sage, bee pollen and caffeine, 6th Central European Congress of Life Sciences Eurobiotech, s.156.
6. S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Drabczyk, M. Krzan, E. Olejnik, **B. Tyliszczak**, 2017, Beetosan – proecological chitosan – preparation, characterization, and in vitro cytotoxicity, 6th Central European Congress of Life Sciences Eurobiotech, s.160.
7. S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Drabczyk, **B. Tyliszczak**, 2017, Application of naturally died honeybees as a raw material for preparation of polymers, Bioinnovation International Summit, s.59. ISBN: 978-83-64042-31-7.
8. A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, **B. Tyliszczak**, 2017, Hydrogel dressings containing nanosilver, Bioinnovation International Summit, s.60. ISBN: 978-83-64042-31-7.
9. A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, K. Bialik-Was, **B. Tyliszczak**, 2016, Charakterystyka hybrydowych materiałów hydrożelowych, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich = Infrastructure and Ecology of Rural Areas, N 2/2, s. 581-588, DOI 10.14597/infraeco.2016.2.2.041
10. **B. Tyliszczak**, K. Bialik–Wąs, D. Walczyk, D. Malina, A. Sobczak-Kupiec, 2016, Cytotoxicity analysis of hydrogels based on chitosan incorporated with variable amounts of silver nanoparticles, 10th World Biomaterials Congress, s.1241. ISSN: 2296-4185.
11. A. Drabczyk, S. Kudłacik, K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, 2016, Studies on chitosan/beetosan – based hydrogels modified with *Salvia officinalis* and bee

pollen, 6th International Seminar on Modern Polymeric Materials for Environmental Applications, 6, s.81-88. ISBN: 978-83-937270-4-9.

12. S. Kudłacik, A. Drabczyk, K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, 2016, Attainment and physicochemical analysis of chitosan/beetosan based hydrogel matrices incorporated with caffeine, 6th International Seminar on Modern Polymeric Materials for Environmental Applications, 6, s.191-198. ISBN: 978-83-937270-4-9.
13. S. Kudłacik, A. Drabczyk, K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, 2016, Synthesis and characterization of hydrogels with chitosan containing caffeine, 6th International Seminar on Modern Polymeric Materials for Environmental Applications, 6, s.199-205. ISBN: 978-83-937270-4-9.
14. K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, M. Kulig, A. Drabczyk, D. Malina, A. Sobczak-Kupiec, 2016, Characterization of acrylic hydrogels containing chitosan and gold nanoparticles, 6th International Seminar on Modern Polymeric Materials for Environmental Applications, 6, s.17-22. ISBN: 978-83-937270-4-9.
15. **B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, D. Walczyk, D. Malina, A. Sobczak-Kupiec, 2016, Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of chitosan based hydrogels modified with gold nanoparticles, 6th International Seminar on Modern Polymeric Materials for Environmental Applications, 6, s. 349-354. ISBN: 978-83-937270-4-9.
16. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, 2016, Beetosan – Chitosan from the Corpses of Bees, International Scholarly and Scientific Research & Innovation, WASET World Academy of Science, Engineering and Technology.
17. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, 2016, Beetosan – from Bees to chitosan, International Congress on Water, Waste and Energy Management.
18. **B. Tyliszczak**, 2016, Biopolymer hydrogel containing metallic nanoparticles for biomedical application, 8th Central European Conference „Chemistry towards Biology", s.157. ISBN: 978-80-7305-777-0.
19. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, 2016, Comparison of hydrogels based on commercial chitosan and Beetosan containing nanosilver, 8th Central European Conference „Chemistry towards Biology", s.158. ISBN: 978-80-7305-777-0.
20. A. Sobczak-Kupiec, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, 2016, Hydrogel based on Beetosan – chitosan originating from naturally died bees, 2nd International EPNOE Junior Scientists Meeting, s.76.
21. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak- Kupiec, 2016, Beetosan based hydrogels modified with natural substances, 7th Workshop Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry, V Nanotechnology Congress, s.35.
22. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, 2016, Beetosan/chitosan from Bees - Preparation and Properties, The 16th

International Conference on Science Technology and Management, s.22-24. ISBN:978-9385973-32-1.

23. S. Kudłacik, A. Drabczyk, K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, 2016, Effect of the photoinitiator amount on properties and structure of the hydrogel matrix, Infrastructure and Ecology of Rural Areas, 2/2, s.627-636. DOI: 10.14597/infraeco.2016.2.2.045.
24. K. Bialik-Wąs, S. Kudłacik, A. Drabczyk, **B. Tyliszczak**, 2016, Influence of microwave radiation and UV radiation on properties of chitosan hydrogels, Infrastructure and Ecology of Rural Areas, 2/2, s.605-614. DOI: 10.14597/infraeco.2016.2.2.043.
25. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, M. Wójcik, A. Drabczyk, D. Malina, 2015, Physicochemical properties of hydrogel matrix modified by chitosan, 6th Workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry Polytechnic Institute of Bragança, s.100-101. ISBN:978-972-745-188-3.
26. K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, D. Walczyk, A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, A. Drabczyk, 2015, Study on systems containing protein-chitin-melanin complexes, 6th Workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry Polytechnic Institute of Bragança, s.113-114. ISBN:978-972-745-188-3.
27. D. Malina, **B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, 2015, Chitosan derived from bee abdom, 6th Workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry Polytechnic Institute of Bragança, s.73-84. ISBN:978-972-745-188-3.
28. **B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, D. Malina, S. Kudłacik, A. Sobczak-Kupiec, 2015, Preparation of protein-chitin–melanin complexes attained by extraction, 6th Workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry Polytechnic Institute of Bragança, s.115-116. ISBN:978-972-745-188-3.
29. **B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, D. Walczyk, A. Drabczyk, 2015, Intermediate products in preparation of chitin and chitosan from bee abdom, International Conference on Chemical and Biochemical Engineering, s.374. ISBN:978-84-944311-1-1.
30. **B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, D. Walczyk, S. Kudłacik, 2015, Characterization of chitin – melanin complexes, International Conference on Chemical and Biochemical Engineering, s.272. ISBN:978-84-944311-1-1.
31. A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, S. Kudłacik, **B. Tyliszczak**, Raw materials used in the preparation of Beetosan®, 1st International Conference Pressure - sensitive adhesives and adhesive materials – research, development, technology and application (PSAT), s.141. ISBN: 978-83-7663-197-4.
32. **B. Tyliszczak**, K. Bialik-Wąs, D. Malina, A. Sobczak-Kupiec, Influence of synthesis conditions on properties of hydrogels with Beetosan®, 1st International Conference Pressure - sensitive adhesives and adhesive materials – research, development, technology and application (PSAT), s.147. ISBN: 978-83-7663-197-4.

33. A. Drabczyk, S. Kudłacik, K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak,** 2015, Obtaining chitin from naturally died honeybees, The 2nd International Conference Innovative Technologies in Biomedicine, s.38.
34. S. Kudłacik, A. Drabczyk, K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak,** 2015, Extraction of chitin from naturally died honeybees, The 2nd International Conference Innovative Technologies in Biomedicine, s.42.
35. **B. Tyliszczak**, D. Walczyk, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, 2015, Chitosan and Beetosan based hydrogel matrices incorporated with silver nanoparticles, The 2nd International Conference Innovative Technologies in Biomedicine, s.51.

Wynalazki, bezpośrednio związane z osiągnięciem habilitacyjnym, które powstały w ramach prac zespołu pod moim kierownictwem zostały docenione na forum międzynarodowym otrzymując szereg medali i wyróżnień na międzynarodowych targach i wystawach:

1. **B. Tyliszczak,** A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Sobczak-Kupiec, 03.2018, „Matryce polimerowe na bazie Beetosanu zawierające nanocząstki złota do zastosowań biomedycznych" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej, XXIV Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2018 – nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
2. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, 10.2017, „Beetosan's hydrogels containing nanogold for biomedical applications" Srebrny Medal na XI Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2017, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
3. **B. Tyliszczak,** S. Kudłacik-Kramarczyk, A.Drabczyk, J. Jaśkowska, A. Sobczak-Kupiec, 06.2017, „Beetosan's hydrogels containing nanogold for biomedical application" Brązowy medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2017, Seul, Korea - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
4. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, 11.2017, „Beetosan hydrogels containing nanogold for biomedical application" Brązowy medal na Międzynarodowej Wystawie Trade Fair "Ideas-Inventions-New Products" IENA 2017, Norymberga, Niemcy - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
5. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, A. Drabczyk, S. Kudłacik, 05.2016, „Beetosan based on polymer matrices containing nanogold for biomedical application" Złoty medal na European exhibition of creativity and innovation, EUROINVENT 2016, Rumunia- nagroda zespołowa, kierownik zespołu.

6. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, S. Kudłacik, A. Drabczyk, 06.2016, "Beetosan based on polymer matrices containing nanogold for biomedical application", Srebrny medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2016, Seul, Korea - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
7. **B. Tyliszczak,** K. Bialik-Wąs, S. Kudłacik, A. Drabczyk, A. Sobczak-Kupiec, 10.2016, „Beetosan based on polymer matrices containing nanogold for biomedical application", Srebrny medal na X Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2016, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
8. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, K. Z. Gaca, D. Malina, 04.2015, "Bioactive hydrogel materials from Beetosan", Złoty medal na 43. Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wyrobów – „Geneva Inventions" Genewa, Szwajcaria - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
9. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, K. Z. Gaca, D. Malina, 05.2015 "Bioactive hydrogel materials from Beetosan modified with apiproducts for biomedical applications", Srebrny medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2015, Seul, Korea - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
10. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2015, "Bioactive hydrogel materials from Beetosan modified with apiproducts for biomedical applications" Brązowy medal na 11. Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INST, Taipei International Invention Show and Technomart, Tajpej, Tajwan - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
11. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2015, "Bioactive hydrogel materials from Beetosan modified with apiproducts for biomedical applications" Leading Innovation Award przyznana na 11. Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INST, Taipei International Invention Show and Technomart, Tajpej, Tajwan - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
12. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2015, „Bioaktywne materiały hydrożelowe z Beetosanu modyfikowane apiproduktami do zastosowań biomedycznych", Srebrny medal na 11. Międzynarodowych Salonach Wynalazków i Nowych Technologii „NOWE CZASY", Sewastopol, Rosja - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
13. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 11.2015, „Bioactive hydrogel materials from Beetosan modified with apiproducts for biomedical applications" Brązowy medal na Międzynarodowej Wystawie Trade Fair "Ideas-Inventions-New Products" iENA 2015, Norymberga, Niemcy - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
14. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 12.2015, „Bioaktywne materiały hydrożelowe z Beetosanu modyfikowane apiproduktami do zastosowań biomedycznych" Złoty medal na Międzynarodowej Wystawie

Wynalazków Innova Cities LatinoAmerica, Foz do Iguacu, Brazylia - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.

15. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2015, „Bioaktywne materiały hydrożelowe z Beetosanu modyfikowane apiproduktami do zastosowań biomedycznych" Srebrny medal zdobyty na 13. Międzynarodowej Wystawie Innowacji ARCA 2015, Zagrzeb, Chorwacja- nagroda zespołowa.
16. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 10.2015, „Bioaktywne materiały hydrożelowe z Beetosanu modyfikowane apiproduktami do zastosowań biomedycznych" Srebrny medal na IX Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2015, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
17. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 02.2015, „Bioaktywne opatrunki hydrożelowe otrzymywane z produktów naturalnych" dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie, Warszawa, Polska, 2015 – nagroda zespołowa, kierownik zespołu.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych.

Podczas studiów na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej od czwartego roku studiów aktywnie uczestniczyłam w pracach Koła Naukowego Chemików, w sekcji „Polimery". W ramach tych prac zdobywałam pierwsze doświadczenia naukowe uczestnicząc w badaniach dotyczących hydrożeli akrylowych. Uzyskane wyniki badań przedstawiłam w referatach wygłoszonych na Sesjach Kół Naukowych organizowanych przez Politechnikę Krakowską im. Tadeusza Kościuszki, tj. w roku 2005 zaprezentowałam referat pt. „Zastosowanie i synteza żeli polimerowych", oraz w roku 2006 referat pt." Investigations on the synthesis of modified polymeric agrogels" za które uzyskałam wyróżnienia. W 2006 roku przygotowałam ocenioną i obronioną na ocenę bardzo dobrą, pracę magisterską pt.: „Badania nad syntezą modyfikowanych agrożeli polimerowych". Celem pracy było zaproponowanie szybkiej i prostej metody syntezy hydrożeli agrochemicznych przy jednoczesnym uzyskaniu właściwości takich jak odpowiednio duża i szybka absorpcja wody oraz wysoka odporność mechaniczna na niszczenie.

W roku 2006 podjęłam studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej. W 2010 roku obroniłam pracę doktorską pt.: „Otrzymywanie, struktura i właściwości hydrożeli akrylowych zdolnych do kontrolowanego uwalniania nawozów mineralnych". W swojej pracy doktorskiej podjęłam się opracowania metodyki syntezy hybrydowych nawozów rolniczych o kontrolowanym działaniu. Proponowane rozwiązanie technologiczne zostało wyróżnione przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej grantem w ramach Programu VENTURES - Wsparcie projektów mających zastosowanie w gospodarce,

realizowanych przez studentów, absolwentów i doktorantów, pt.: „Proekologiczne, hybrydowe nawozy organiczno-nieorganiczne o kontrolowanym działaniu CRF Ventures/2008-1/8". Tematem projektu było otrzymywanie nawozów wolnodziałających otoczkowanych kopolimerem poli(kwasu akrylowego) i poli(glikolu etylenowego). Obecnie nawozy mineralne stanowią najważniejszy czynnik plonotwórczy, jednak niewłaściwe ich stosowanie stanowi ogromny problem dla środowiska naturalnego. Niewykorzystane przez rośliny składniki odżywcze podlegają stratom w wyniku wypłukiwania ich do głębszych warstw gleby, przez wodę opadową lub stosowaną do nawadniania. Powoduje to zubożenie gleby w składniki mineralne, a przedostawanie się nawozów do wód gruntowych oraz powierzchniowych przyczynia się do ich eutrofizacji. Wyżej wymienione problemy nie dotyczą opracowanych przeze mnie w ramach pracy doktorskiej nawozów otoczkowanych hydrożelem.

O wartości naukowej rozwiązania świadczy wyróżnienie brązowym medalem na „International Warsaw Invention Show 2007" oraz srebrnym medalem na Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik Brussels EUREKA 2007 wynalazku pt. „Nawóz hydrożelowy wolno oddający jony i wodę roślinie". Ponadto Dyplomem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą za projekt pod nazwą: „Inteligentne nawozy i środki ochrony roślin o nazwie "PTP PK" otoczkowane hydrożelem" na XV Giełdzie Polskich Wynalazków w Warszawie w 2008 r.

Wyniki prowadzonych prac dotyczące nawozów o kontrolowanym działaniu zostały opublikowane w 14 artykułach m. in.:

1. **B. Tyliszczak**, K. Pielichowski, 2011, Hydrożele z poli(kwasu akrylowego)dla nowoczesnych zastosowań agroinżynieryjnych, Przemysł Chemiczny, 90/7, s.1396-1399.
2. **B. Tyliszczak,** J. Polaczek, J. Pielichowski, K. Pielichowski, 2010, Synthesis of Control Release KH2PO4 -Based Fertilizers with PAA Matrix Modified by PEG , Molecular Crystals and Liquid Crystals, 523, s.297.
3. **B. Tyliszczak,** J. Polaczek, K. Pielichowski, 2009, PAA-Based hybryd organic-inorganic fertilizers with controlled release, Polish Journal of Environmental Studies, 18(3), s.475-479.
4. **B. Tyliszczak,** J. Polaczek, J. Pielichowski, K. Pielichowski, 2009, Preparation and Properties of Biodegradable Slow-Release PAA Superabsorbent Matrixes for Phosphorus Fertilizers, Macromolecular Symposia, 279, s.236–242.

W trakcie studiów doktoranckich zostałam wyróżniona licznymi nagrodami i stypendiami. Zostałam laureatką stypendium naukowego Miasta Krakowa dla szczególnie uzdolnionych studentów i uczestników studiów doktoranckich krakowskich uczelni wyższych i innych jednostek naukowo-badawczych w roku akademickim 2007/2008 oraz laureatką stypendium Małopolskiej Fundacji Stypendialnej Sapere Auso w tym samym roku akademickim. Fundacja „Sapere

Auso" przyznaje nagrody dla doktorantów, którzy posiadają wybitne osiągnięcia w danej dziedzinie naukowej. W kolejnym roku akademickim 2008/2009 zostałam laureatką Małopolskiego Stypendium Doktoranckiego. Celem programu było wsparcie studentów studiów doktoranckich realizujących/przygotowujących prace naukowo-badawcze przyczyniające się do rozwoju strategicznych obszarów regionu określonych w Regionalnej Strategii Innowacji Województwa Małopolskiego 2008-2013.

Rozwój naukowy po uzyskaniu stopnia doktora:

Obecnie prowadzę interdyscyplinarną działalność naukowo-badawczą na pograniczu inżynierii materiałowej, technologii chemicznej oraz nanotechnologii, która doskonale wpasowuje się w cele polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa. Wybór zakresu tematyki badawczej realizowanej przeze mnie uwzględnia czynniki takie jak: zgodność ze światowymi trendami, w tym z priorytetami badawczymi UE oraz szanse na rynkowe wykorzystanie. W swojej pracy skupiam się na powiązaniu wyników naukowych z perspektywicznymi gałęziami gospodarki.

Najważniejszym osiągnięciem w mojej karierze naukowej jest opracowanie hydrożelowych materiałów do zastosowań biomedycznych m. in. jako opatrunków III generacji. Opatrunki hydrożelowe stanowią najnowocześniejszą generację materiałów opatrunkowych, które w sposób zdecydowany różnią się od opatrunków tradycyjnych. Utrzymują odpowiednie środowisko gojenia rany, oddziałują bezpośrednio na proces gojenia, pełnią funkcje ochronną, tworzą barierę dla drobnoustrojów, nie przywierają do rany oraz nie przemieszczają się - pozostają w miejscu założenia. Ponadto, nie wywołują reakcji alergicznych i efektów toksycznych oraz zmniejszają częstotliwość zmiany opatrunków, w porównaniu do tych tradycyjnych. Za cykl wynalazków dotyczący hydrożeli i kompozycji do modyfikacji hydrożeli „Bioaktywne opatrunki hydrożelowe otrzymywane z produktów naturalnych", „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi" oraz „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane nanosrebrem do zastosowań biomedycznych" otrzymałam liczne nagrody na Międzynarodowych Wystawach Wynalazków. Wynalazki są chronione udzielonym patentem oraz 3 zgłoszeniami patentowymi.

Pierwszym etapem prowadzonych prac było opracowanie składu hydrokoloidowych i hydrożelowych opatrunków modyfikowanych nanocząstkowym srebrem oraz ekstraktami roślinnymi. Synteza matrycy polimerowej przebiegała z wykorzystaniem promieniowania mikrofalowego. Jest to nowoczesna i bezodpadowa metoda typu „green chemistry" otrzymywania biomateriałów polimerowych. Technologia ta jest prosta, szybka i bardzo wydajna. W opracowanej metodzie wykorzystuje się energię promieniowania mikrofalowego do zainicjowania reakcji polimeryzacji oraz usieciowania materiału hydrożelowego. Opracowana metoda chroniona jest patentem PL 207458 „Sposób otrzymywania akrylowych materiałów kompozytowych zawierających hydrożele", którego jestem współautorką.

Innowacyjność wynalazku polega przede wszystkim na modyfikacji matrycy polimerowej w polu promieniowania mikrofalowego, poprzez wprowadzenie do układu substancji czynnych – ekstraktów roślinnych, co pozwoli uzyskać dodatkowe właściwości lecznicze. Wykazują one przede wszystkim działanie odkażające, przeciwzapalne i ściągające oraz pobudzają regenerację naskórka, wzmagają epitelizację i ziarninowanie tkanki łącznej właściwej. Hydrokoloidy to związki wielkocząsteczkowe będące naturalnymi składnikami budulcowymi komórek organizmów żywych. Proponowane bioaktywne opatrunki nie tylko chronią ranę przed czynnikami działającymi z zewnątrz, ale także dzięki swoim właściwościom bezpośrednio współdziałają z procesami gojenia. Należą do III, najnowocześniejszej generacji interaktywnych materiałów opatrunkowych. Innowacyjne opatrunkowe materiały polimerowe są stosowane głównie w leczeniu ran średnio sączących, w zaopatrywaniu ran trudno gojących (odleżyny, owrzodzenia żylne, zgorzel cukrzycowa) znajdujących się w fazie ziarninowania i epitelizacji, polecane są również w przypadku ran pooperacyjnych. Opatrunki nowej generacji spełniają najważniejsze warunki oraz zapewniają optymalne środowisko dla naturalnych procesów zachodzących w gojącej się ranie poprzez prawidłową termoregulację, właściwą wilgotność, wymianę gazową oraz pH. Opracowane biomateriały zdobyły liczne nagrody na Wystawach Wynalazków w Brukseli, Genewie, Paryżu, Seulu, Norymberdze, Pradze i Moskwie.

Kolejnym etapem było opracowanie alternatywnej metody syntezy biomateriałów hydrożelowych. Prace badawcze prowadzono w ramach Działalności Statutowej w ramach projektu pt. „Otrzymywanie innowacyjnych hydrożeli biomedycznych na drodze fotosieciowania". W wyniku przeprowadzonych badań otrzymałam kilka różnych serii hydrożeli akrylowych na drodze fotopolimeryzacji. Z punktu widzenia aplikacyjnego bardzo ważnym aspektem jest metoda ich otrzymywania. Reakcja fotopolimeryzacji w porównaniu z polimeryzacją termiczną posiada szereg zalet. Przede wszystkim jest prostą i bezodpadową metodą syntezy oraz może być prowadzona w temperaturze pokojowej, a reakcje sieciowania i polimeryzacji zachodzą podczas krótkiego czasu naświetlania. W swojej pracy badawczej opracowuję metody syntezy biomateriałów hydrożelowych modyfikowanych nanometalami oraz apiproduktami przy użyciu promieniowania UV oraz konwencjonalnych metod polimeryzacji oraz reakcji przebiegających w polu promieniowania mikrofalowego.

Do chwili obecnej wyniki badań zostały przedstawione m. in w:

1. **B. Tyliszczak**, K. Pielichowski, 2013, Novel hydrogels containing nanosilver for biomedical applications - Synthesis and characterization, Journal of Polymer Research, 19(7), s.191.
2. Z. Czech, K. Wilpiszewska, **B. Tyliszczak**, X.Jiang, Y. Bai, L. Shao, 2013, Biodegradable Self-adhesive Tapes with Starch Carrier, International Journal of Adhesion and Adhesives, 44, s.195-199.

Wyniki prac zostały nagrodzone na wystawach wynalazków m. in:

1. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 02.2014, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi", Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2014 – nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
2. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 02.2014, „Bioaktywne opatrunki hydrożelowe otrzymywane z produktów naturalnych", Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2014 – nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
3. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 11.2013, „Bioactive hydrogel wound dressing from natural products", Nagroda Specjalna na Międzynarodowej Wystawie Trade Fair "Ideas-Inventions-New Products" iENA 2017, Norymberga, Niemcy - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
4. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 09.2013, „Bioactive hydrogel wound dressing from natural products", Brązowy medal na 9. Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INST (Taipei International Invention Show and Technomart), Tajpej, Tajwan - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
5. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 11.2013, „Bioactive hydrogel wound dressing from natural products", Złoty medal na The Belgian and International Trade Fair for Technological Innovation, Brussels Innova 2013, Bruksela, Belgia- nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
6. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 2013, „Bioactive hydrogel wound dressing from natural products", Srebrny medal na 9. Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INST (Taipei International Invention Show and Technomart), Tajpej, Tajwan - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
7. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2013, „Bioactive hydrogel wound dressing from natural products", Złoty medal na VII Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2013, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
8. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2013, „Bioactive hydrogel wound dressing from natural products", Brązowy medal na VII Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2013, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
9. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2013, „Bioactive hydrogel wound dressing from natural products", Srebrny medal na 11. Międzynarodowej Wystawie Innowacji ARCA 2013, Zagrzeb, Chorwacja - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
10. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 06.2013, „The modern hydrocolloids wound dressing materials modified silver nanoparticles",

Złoty medal na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INVENTO 2013, Praga, Czechy - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.

11. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, Z. Wzorek, 05.2013, „The modern hydrocolloids wound dressing materials modified silver nanoparticles", Srebrny medal na 24th International Invention, Innovation & Technology Exhibition ITEX 2013, Kuala Lumpur, Malezja - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
12. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, Z. Wzorek, 02.2013, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi", Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2013 – nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
13. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, Z. Wzorek, 11.2012, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi", Srebrny medal na The Belgian and International Trade Fair for Technological Innovation, Brussels Innova 2012, Bruksela, Belgia - nagroda zespołowa.
14. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, Z. Wzorek, 10.2012, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi", Złoty medal na VI Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2012, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
15. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, Z. Wzorek, 09.2012, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi", Brązowy medal na 8. Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INST (Taipei International Invention Show and Technomart), Tajpej, Tajwan - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
16. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 05.2012, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi", Srebrny medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2017, Seul, Korea - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
17. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 04-05.2012, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane ekstraktami roślinnymi", Brązowy medal na 111. Międzynarodowej Wystawie Wynalazków Concours Lepine 2012, Paryż, Francja - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
18. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 02-03.2012, „Nowoczesne opatrunkowe materiały polimerowe modyfikowane nanosrebrem do zastosowań biomedycznych", Wyróżnienie na 5th International Chemical Industry Fair EXPOCHEM, Katowice, Poland - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.

Ponadto, od 2011 roku prowadzę badania mające na celu opracowanie składu nowych polimerowych dyspergatorów nano- i mikrocząstek ceramicznych oraz metalicznych. W procesie przygotowania nanokompozytu metodą polimeryzacji *in*

situ zasadniczy wpływ na uzyskanie jednorodnego rozkładu nanonapełniacza ma przygotowanie dyspersji w ciekłym medium. W przypadku dużych stężeń fazy stałej uzyskanie homogeniczności składu chemicznego i fazowego jest utrudnione ze względu na wysoką lepkość dyspersji. Problemu tego nie stwarzają proponowane dyspergatory polimerowe, które mogą znaleźć zastosowanie do produkcji spoiw i mas lejnych stosowanych do otrzymywania ceramicznych tworzyw porowatych. Układy dyspersyjne stabilizowane przez makrocząsteczki wykazują bardzo dobre właściwości reologiczne oraz charakteryzują się lepszą trwałością. Wynika to nie tylko z odpychania elektrostatycznego, ale przede wszystkim ze słabego przyciągania dyspersyjnego. W przypadku zastosowania makrocząsteczki, zawierającej zdolne do dysocjacji grupy, następuje wzrost zasięgu elektrostatycznych sił odpychania, co jest spowodowane obecnością wielkocząsteczkowej warstwy adsorpcyjnej. W ramach prowadzonych badań otrzymano również innowacyjne dyspersje nanocząstek metalicznych, które znajdą zastosowanie m.in. w produkcji biomateriałów, kompozytów stomatologicznych i medycznych oraz środków bakteriobójczych, dezynfekujących i dezodorujących.

Wyniki badań zostały przedstawione w publikacjach m. in. w:

1. **B. Tyliszczak**, K. Z. Gaca, A. Sobczak-Kupiec, P. Dulian, 2014, Mechanochemical synthesis and investigations of calcium titanate powders and their acrylic dispersions, Journal of the European Ceramic Society, 34(10), s.2259–2264.
2. **B. Tyliszczak**, A.Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, S. Kuciel, 2013, Dispersion and stability of tricalcium phosphate powders in polyacrylate dispersions, Micro & Nano Letters, 8(1), s.39- 42.
3. **B. Tyliszczak**, A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, W. Kasprzyk, 2012, Stabilization of ceramics particles with anionic polymeric dispersants, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 12(12), s.9312-8.
4. K. Bialik-Wąs, **B. Tyliszczak**, A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, M. Piątkowski, 2012, The effect of dispersant concentration on properties of bioceramic particles, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 7(1), s.361 - 366.
5. **B. Tyliszczak**, A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, M. Piątkowski, K. Krupa-Żuczek, Małgorzata Zimowska, 2011, Characterization of polymeric suspensions containing hydroxyapatite particles for biomedical application, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 6(4), s.1763-1769.
6. K. Krupa-Żuczek, K. Bialik-Wąs, A. Sobczak-Kupiec, M. Piątkowski, M. Zimowska, **B. Tyliszczak,** 2011, Polymers modified by silver nanoparticles as dispersants for hydroxyapatite in aqueous systems, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 6(4), s.1725-1732.

W projekcie Iuventus Plus pt.: „Otrzymywanie i właściwości samoregenerujących ferrohydrożeli", którego byłam kierownikiem realizowałam badania mające na celu otrzymanie samoregenerujących się materiałów

polimerowych. Głównym celem projektu było otrzymanie samoregenerujących się hydrożeli, które w swojej strukturze zawierały nanocząstki magnetyczne. Takie połączenie pozwala uzyskać innowacyjne materiały hybrydowe, które w przyszłości będą mieć szansę na zastosowanie w nowoczesnych i szybko rozwijających się obszarach medycyny.

Zaproponowane prace badawcze są kontynuacją i połączeniem kilku tematów prowadzonych dotychczas. Badania dotyczą przede wszystkim otrzymywania hydrożeli polimerowych oraz syntezy nanocząstek metalicznych i nanodyspersji. Dotychczasowe, pozytywne wyniki prac pozwalają stwierdzić, że został obrany właściwy kierunek badań, a połączenie kilku zrealizowanych z sukcesem tematów badawczych jest naturalną koleją rzeczy. Opracowanie metodyki otrzymywania samoregenerujących się hydrożeli, które w swojej strukturze będą zawierać nanocząstki ferrytowe jest ważnym krokiem w kierunku stworzenia nowej generacji bioaktywnych materiałów.

Wyniki badań zostały przedstawione w publikacjach m. in. w:

1. **B. Tyliszczak**, A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, 2018, Smart, self-repair polymers based on acryloyl-6-aminocaproic acid and modified with magnetic nanoparticles—preparation and characterization, International Journal of Polymer Analysis and Characterization, 23(3), s. 226-235.

Wyniki prac zostały nagrodzone na wystawach wynalazków m. in:

1. **B. Tyliszczak,** A. Drabczyk, S. Kudłacik-Kramarczyk, A. Sobczak-Kupiec, 03.2018, „Innowacyjne chitozanowe opatrunki III generacji zawierające nanocząstki magnetyczne" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2018 – nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
2. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, A. Drabczyk, S. Kudłacik, 06.2016, „Innovative III generation chitosan dressings containing magnetic nanoparticles" Brązowy medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2017, Seul, Korea - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
3. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, A. Drabczyk, S. Kudłacik, 06.2016, „Innovative III generation chitosan dressings containing magnetic nanoparticles" Nagroda za Najlepszy wynalazek na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2017, Seul, Korea - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
4. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, A. Drabczyk, S. Kudłacik, 05.2016, „Innovative III generation chitosan dressings containing magnetic nanoparticles" Dyplom "Expozita europeana creativitatii si inovarii" na

European Exhibition of Creativity and Innovation, EUROINVENT 2016, Jassy, Rumunia - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.

5. **B. Tyliszczak,** K. Bialik-Wąs, A. Drabczyk, S. Kudłacik, A. Sobczak-Kupiec, 10.2016, „Innovative III generation chitosan dressings containing magnetic nanoparticles", Platynowy medal na X Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2016, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa, kierownik zespołu
6. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 10.2015, „Innowacyjne chitozanowe opatrunki III generacji zawierające nanocząstki magnetyczne" Złoty Medal na 11. Międzynarodowych Salonach Wynalazków i Nowych Technologii „NOWE CZASY", Sewstopol, Rosja - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
7. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, D. Malina, 12.2015, „Innowacyjne chitozanowe opatrunki III generacji zawierające nanocząstki magnetyczne" Srebrny Medal na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków Innova Cities Latino-America, Foz do Iguacu, Brazylia - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.
8. **B. Tyliszczak,** A. Sobczak-Kupiec, K. Bialik-Wąs, K. Z. Gaca, D. Malina, 04.2015, „Innowacyjne chitozanowe opatrunki III generacji zawierające nanocząstki magnetyczne" Srebrny medal na 43. Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wyrobów – „Geneva Inventions" Genewa, Szwajcaria - nagroda zespołowa, kierownik zespołu.

Współuczestniczyłam w badaniach związanych z opracowaniem biomateriałów kompozytowych. Celem badań było opracowanie i wdrożenie metodyki otrzymywania kształtek kompozytowych polimerowo-ceramicznych, które są ważnym krokiem w kierunku stworzenia nowej generacji bioaktywnych materiałów przeznaczonych do zastosowań w medycynie i stomatologii. Kompozyty z dodatkiem fosforanów wapnia wykazują korzystne zachowanie biologiczne. Polega ono na tym, że bioaktywne cząstki (pochodzące od hydroksyapatytu oraz trifosforanu wapnia) mogą działać jak kotwy dla tkanki kostnej, co zapewnia dobre połączenie implantów z żywą tkanką. W przypadku kompozytów biostabilnych wprowadzenie do osnowy polimerowej cząstek lub włókien może zmienić mechanizm ich oddziaływania ze środowiskiem biologicznym i tym samym wpływać na długotrwałą pracę tego typu implantów.

Do chwili obecnej wyniki badań zostały przedstawione m. in w:

1. A. Sobczak-Kupiec, K. Pluta, A. Drabczyk, M. Włoś, **B. Tyliszczak**, 2018, Synthesis and characterization of ceramic - polymer composites containing bioactive synthetic hydroxyapatite for biomedical applications, Ceramics International, 44 (12), s.13630-13638. DOI: 10.1016/j.ceramint.2018.04.199.
2. K. Pluta, A. Sobczak-Kupiec, O. Półtorak, D. Malina, **B. Tyliszczak**, 2018, Bioactivity tests of calcium phosphates with variant molar ratios of main

components, Journal of Biomedical Materials Research - Part A, 106 (7), s.1941-1950. DOI: 10.1002/jbm.a.36386.

3. A. Sobczak-Kupiec, E. Olender, D. Malina, **B. Tyliszczak**, 2018, Effect of calcination parameters on behavior of bone hydroxyapatite in artificial saliva and its biosafety, Materials Chemistry and Physics, 206, s.158-165. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2017.12.020.
4. A. Sobczak-Kupiec, K. Pluta, D. Malina, **B. Tyliszczak**, 2017, Studies on bone-derived calcium phosphate materials, Journal of Renewable Materials, 5 (3-4), s.180-188. DOI: 10.7569/JRM.2017.634106.

Wyniki prac zostały nagrodzone na wystawach wynalazków m. in:

1. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, W. Florkiewicz, 10.2017, „Biomateriały na bazie naturalnych, polimerów zawierające bioaktywne fosforany wapnia" Srebrny medal na 15. Międzynarodowej Wystawie Innowacji ARCA 2017, Zagrzeb, Chorwacja- nagroda zespołowa.
2. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina K. Bialik-Wąs, 06.2017, "Biomateriały na bazie naturalnych polimerów zawierające bioaktywne fosforany wapnia" Brązowy medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2017, Seul, Korea - nagroda zespołowa.
3. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Pluta, W. Florkiewicz, A. Drabczyk, 10.2017, "Biomateriały na bazie naturalnych polimerów zawierające bioaktywne fosforany wapnia", Złoty medal z wyróżnieniem na XI Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2017, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa.
4. A. Sobczak-Kupiec, D. Malina, K. Bialik-Wąs, K. Pluta, W. Florkiewicz, A. Drabczyk, **B. Tyliszczak**, 10.2016, „Nowe materiały biomedyczne zawierające fosforany wapnia pochodzenia naturalnego i matrycę polimerową wzbogaconą białkami" Złoty medal z wyróżnieniem na X Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2016, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa.
5. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 04.2015, „Kompozyt o osnowie polimerowej na bazie polimerów naturalnych zawierający bioaktywne fosforany wapnia" Srebrny medal na 43. Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wyrobów – „Geneva Inventions" Genewa, Szwajcaria - nagroda zespołowa.
6. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Pluta, K. Bialik-Wąs, 05.2015 „Kompozyt o osnowie polimerowej na bazie polimerów naturalnych zawierający bioaktywne fosforany wapnia" Złoty medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2015, Seul, Korea - nagroda zespołowa.
7. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, K. Pluta, D. Walczyk, 10.2015, „Innowacyjne matryce polimerowe jako wzmocnienia naturalnych hydroksyapatytów" Srebrny medal na IX Międzynarodowej

Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2015, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa.

8. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, K. Pluta, D. Walczyk, 11.2015, „Innowacyjne matryce polimerowe jako wzmocnienia naturalnych hydroksyapatytów" Srebrny medal na Międzynarodowej Wystawie Trade Fair "Ideas-Inventions-New Products" iENA 2015, Norymberga, Niemcy - nagroda zespołowa.
9. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, K. Pluta, D. Walczyk, 11.2015, „Innowacyjne matryce polimerowe jako wzmocnienia naturalnych hydroksyapatytów" Złoty medal na XIV wystawie INFOINVENT, Kiszyniów, Mołdawia - nagroda zespołowa.
10. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 12.2015, „Innowacyjne martyce polimerowe jako wzmocnienia naturalnych hydroksyapatytów" Srebrny medal na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków Innova Cities Latino-America, Foz do Iguacu, Brazylia - nagroda zespołowa.
11. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Pluta, K. Bialik-Wąs, 02.2015, „Kompozyty na bazie hydroksyapatytu i matrycy polimerowej zawierającej kolagen do zastosowań biomedycznych" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2015 – nagroda zespołowa
12. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 04.2014, „Kompozyty na bazie hydroksyapatytu i matrycy polimerowej zawierającej kolagen do zastosowań biomedycznych" Srebrny medal na 42. Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wyrobów – „Geneva Inventions" Genewa, Szwajcaria - nagroda zespołowa.
13. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 04.2014, „Kompozyty na bazie hydroksyapatytu i matrycy polimerowej zawierającej kolagen do zastosowań biomedycznych" Złoty medal na 17th Moscow International Salon of Inventions and Innovation Technologies Archimedes, Moskwa, Rosja - nagroda zespołowa.
14. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, Z. Wzorek, 05.2014, „Biomedical composites based on hydroxyapatite bioceramic material and polymer matrix with collagen" Srebrny medal na 25th International Invention, Innovation & Technology Exhibition ITEX 2014, Kuala Lumpur, Malezja - nagroda zespołowa.
15. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 05.2014, „Biomedical composites based on hydroxyapatite bioceramic material and polymer matrix with collagen" Złoty medal na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2014, Seul, Korea - nagroda zespołowa.
16. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 04.2014, „Kompozyty biomedyczne otrzymywane z hydroksyapatytu oraz naturalnych hydrokoloidów" Srebrny medal na 42. Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wyrobów – „Geneva Inventions" Genewa, Szwajcaria - nagroda zespołowa.

17. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 02.2014, „Kompozyty na bazie hydroksyapatytu i matrycy polimerowej zawierające kolagen do zastosowań biomedycznych" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2014 – nagroda zespołowa.
18. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, Z. Wzorek, 02.2014, „Kompozyty biomedyczne otrzymywane z hydroksyapatytu oraz naturalnych hydrokoloidów" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2014 – nagroda zespołowa.
19. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 02.2014, „Kompozytowe biomateriały nowej generacji otrzymywane w wyniku modyfikacji matrycy polimerowej nanocząstkami" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2014 – nagroda zespołowa.
20. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 10.2013, „Biomedical composites based on hydroxyapatite bioceramic material and polymer matrix with collagen" Brązowy medal na VII Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2013, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa.
21. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 10.2013, „Biomedical composites based on hydroxyapatite bioceramic material and polymer matrix with collagen" Złoty medal na 11. Międzynarodowej Wystawie Innowacji ARCA 2013, Zagrzeb, Chorwacja - nagroda zespołowa.
22. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 12.2013, „Kompozyty na bazie hydroksyapatytu i matrycy polimerowej zawierającej kolagen do zastosowań biomedycznych" Brązowy medal na 9th Seul International Invention Fair, SIIF 2013, Seul, Korea - nagroda zespołowa.
23. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 11.2013, „Kompozyty na bazie hydroksyapatytu i matrycy polimerowej zawierającej kolagen do zastosowań biomedycznych" Srebrny medal na Międzynarodowej Wystawie Trade Fair "Ideas-Inventions-New Products" iENA 2013, Norymberga, Niemcy - nagroda zespołowa.
24. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, Z. Wzorek, 06.2013, „Kompozyty biomedyczne otrzymywane z hydroksyapatytu oraz naturalnych hydrokoloidów" Nagroda specjalna na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INVENTO 2013, Praga, Czechy - nagroda zespołowa.
25. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 05.2013, „Kompozyty biomedyczne otrzymywane z hydroksyapatytu oraz naturalnych hydrokoloidów" Srebrny medal na 24th International Invention, Innovation & Technology Exhibition ITEX 2013, Kuala Lumpur, Malezja - nagroda zespołowa.
26. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 04.2013, „Biokompozytowe biomateriały nowej generacji na bazie hydroksyapatytu i matrycy polimerowej modyfikowane nanocząstkami" Srebrny medal na 16th

Moscow International Salon of Inventions and Innovation Technologies Archimedes, Moskwa, Rosja - nagroda zespołowa.

27. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, Z. Wzorek, 03.2013, "New generation of composite biomaterials synthesized using polymer matrix modified by nanoparticles" Złoty medal 6th International Chemical Industry Fair EXPOCHEM, Katowice, Poland - nagroda zespołowa.
28. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, M. Piątkowski, Z. Wzorek, 02.2013, „Kompozytowe biomateriały nowej generacji otrzymywane w wyniku modyfikacji matrycy polimerowej nanocząstkami" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2013 – nagroda zespołowa.
29. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, Z. Wzorek, 10.2012, „Kompozytowe biomateriały nowej generacji otrzymywane w wyniku modyfikacji matrycy polimerowej nanocząstkami" Złoty medal na VI Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2012, Warszawa, Polska - nagroda zespołowa.
30. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, Z. Wzorek, 09.2012, „Kompozytowe biomateriały nowej generacji otrzymywane w wyniku modyfikacji matrycy polimerowej nanocząstkami" Kryształowy Medal na 8. Międzynarodowej Wystawie Wynalazków INST (Taipei International Invention Show and Technomart), Tajpej, Tajwan - nagroda zespołowa.
31. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, Z. Wzorek, 05.2012, „Kompozytowe biomateriały nowej generacji otrzymywane w wyniku modyfikacji matrycy polimerowej nanocząstkami" Special Award In Recognition Of An Exceptional Value And Talent Korea Invention Academy na (KIWIE) Korea International Women's Invention Exposition 2012, Seul, Korea - nagroda zespołowa.
32. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Bialik-Wąs, 04-05.2012, „Kompozytowe biomateriały nowej generacji otrzymywane w wyniku modyfikacji matrycy polimerowej nanocząstkami" Nagroda Specjalna – Medal Prezesa Stowarzyszenia Francuskich Wynalazców i Producentów AIFF - Prezesa Targów Concours Lepine, Paryż, Francja - nagroda zespołowa.

Wykorzystując swoje doświadczenie w tematyce agrochemikaliów uczestniczyłam również w badaniach dotyczących opracowania preparatów agrochemicznych zawierających nanocząstki metaliczne do zastosowania ich jako fungicydy. W poszukiwaniach nowych, bezpiecznych fungicydów duże nadzieje wiąże się z wysoką aktywnością fungistatyczną nanocząstek srebra i złota. W przypadku uzyskania oczekiwanych wyników badań mogą stać się one podstawą wprowadzenia nowych fungicydów do praktyki rolniczej.

Wyniki badań zostały przedstawione w publikacjach m. in. w:

1. A. Sobczak-Kupiec, K. Pluta, D. Malina, K. Bialik-Was, **B. Tyliszczak**, 2016, Natural substances as substrates in metallic nanoparticles synthesis, Advanced Science Letters, 22 (3), s.642-646. DOI: 10.1166/asl.2016.6995.
2. N. Basavegowda, G.D. Kumar, **B. Tyliszczak**, Z. Wzorek, A. Sobczak-Kupiec, 2015, One-step synthesis of highly-biocompatible spherical gold nanoparticles using Artocarpusheterophyllus Lam. (jackfruit) fruit extract and its effect on pathogens, Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 22 (1), s. 84-89. DOI: 10.5604/12321966.1141374.
3. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, Z.J. Burgiel, D. Malina, K. Bialik-Was, Z. Wzorek, 2014, Silver nanoparticles as components of agricultural chemicals, Przemysł Chemiczny, 93 (10) s.1730-1733. DOI: 10.12916/przemchem.2014.1730.

Wyniki prac zostały nagrodzone na wystawie wynalazków:

1. A. Sobczak-Kupiec, **B. Tyliszczak**, D. Malina, K. Pluta, K. Bialik-Wąs, 02.2015, „Innowacyjny preparat agrochemiczny z nanocząstkami metalicznymi przeznaczony do zwalczania fitopatogenów grzybowych" Dyplom Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za Promocję Wynalazków za Granicą dla Politechniki Krakowskiej, Giełda Polskich Wynalazków w Warszawie 2015, Warszawa, Polska – nagroda zespołowa.

Dwukrotnie zostałam laureatką „Stypendium naukowego dla młodych doktorów Politechniki Krakowskiej" w ramach Projektu pt.: „Politechnika XXI wieku – Program rozwojowy Politechniki Krakowskiej – najwyższej jakości dydaktyka dla przyszłych polskich inżynierów", po raz pierwszy w 2011 roku, a kolejny raz w roku 2013.

W roku 2013 zostałam laureatką II edycji konkursu "Wiedza z Pasją - Promujemy Młodych Naukowców" Portalu Innowacyjnego Transferu Wiedzy w Nauce – PITWIN. Celem konkursu było wyłonienie sylwetek wybitnych młodych naukowców oraz ich osiągnięć, zainteresowań naukowych, realizowanych projektów i prac badawczych (własnych i w zespole badawczym). Wydana dwujęzyczna publikacja miała za zadanie promować, prezentować i wspierać środowisko naukowców pracujących w obszarach nauki, które mają znaczenie dla rozwoju cywilizacyjnego, gospodarczego i kulturowego Polski oraz jej międzynarodowego prestiżu. Album miał charakter podsumowania, a zarazem wyróżnienia najlepszych młodych naukowców.

W tym samym roku zostałam laureatką II edycji konkursu „Młody Naukowiec – kreator rzeczywistości gospodarczej" Centrum Transferu Technologii Politechniki Krakowskiej. Celem konkursu było wyszukanie zdolnych, młodych naukowców z Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, których prace naukowo-badawcze wykazują się dużym potencjałem wdrożeniowym i komercjalizacyjnym.

W 2014 r. Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego uhonorował mnie stypendium dla Młodych wybitnych naukowców, prowadzących wysokiej jakości badania i cieszących się imponującym dorobkiem naukowym w skali międzynarodowej.

Zostałam wyróżniona 14 Nagrodami i Dyplomami Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za promocję wynalazków na arenie międzynarodowej w latach 2008, 2012-2016 oraz w 2018 roku. Ponadto, zostałam laureatką plebiscytu o tytuł Krakowianin Roku 2014 i otrzymałam wyróżnienie w kategorii Nauka.

W 2015 roku zostałam uhonorowana Medalem Honorowym Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów im. Tadeusza Sendzimira. Jest to honorowe wyróżnienie dla najwybitniejszych twórców techniki i organizatorów ruchu innowacji w Polsce. Do chwili obecnej Honorowe Medale Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów im. Tadeusza Sendzimira otrzymało ponad dwustu wynalazców i osób zasłużonych dla ruchu innowacji oraz ponad trzydzieści innowacyjnych instytucji i podmiotów gospodarczych.

Za wynalazki opracowane w trakcie prowadzenia interdyscyplinarnych badań w obszarze technologii chemicznej, inżynierii materiałowej, nanotechnologii i biotechnologii zostałam uhonorowana w 2016 roku przez Światową Organizację Własności Intelektualnej WIPO nagrodą „Medal for Inventors OMPI". Światowa Organizacja Własności Intelektualnej (fr. *Organisation Mondiale de la Propriété Intelectuelle*, skrót OMPI; ang. *World Intellectual Property Organization*, skrót WIPO) – to jedna z 16 Organizacji Wyspecjalizowanych ONZ z siedzibą w Genewie. Organizacje Wyspecjalizowane ONZ (ang. *UN Specialized Agencies*) to organizacje międzynarodowe powiązane i blisko współpracujące z Organizacją Narodów Zjednoczonych. WIPO zajmuje się koordynacją i tworzeniem regulacji dotyczących systemu ochrony własności intelektualnej, a także świadczeniem pomocy prawnej i technologicznej. WIPO Medal for Inventors OMPI został ustanowiony w 1979 roku w celu stymulowania pomysłów i innowacyjnych działań na całym świecie oraz uznania wkładu wynalazców w rozwój innowacyjności i bogactwa narodowego.

W latach 2013 – 2015 oraz 2015 – 2017 byłam członkiem Rady Młodych Naukowców (organu doradczego Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) w kadencji IV oraz V. Ponadto, w latach 2014 – 2017 pełniłam funkcję Społecznego Doradcy Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Czynnie włączam się w prace gremiów doradczych – Grupy Roboczej ds. Krajowych Inteligentnych Specjalizacji KIS – KIS 3 KIS 3. Biotechnologiczne i chemiczne procesy, bioprodukty i produkty chemii specjalistycznej oraz inżynierii środowiska. W ramach realizacji dokumentu pt. Krajowa Inteligentna Specjalizacja (KIS), którego celem jest identyfikacja i wspieranie priorytetowych obszarów w zakresie badań, rozwoju i innowacji w oparciu o proces przedsiębiorczego odkrywania, Ministerstwo Gospodarki w lipcu 2014 r. uruchomiło prace związane z utworzeniem Grup Roboczych (GR) ds. krajowych inteligentnych specjalizacji, organizując serię spotkań informacyjnych dla zainteresowanych podmiotów. Grupy ds. KIS są gremiami utworzonymi w obszarach zidentyfikowanych krajowych inteligentnych specjalizacji, powoływanymi w celu: przygotowania szczegółowego

opisu określającego zakres danej inteligentnej specjalizacji stanowiącego podstawę oceny czy wniosek o dofinansowanie przedsiębiorstwa w zakresie B+R+I mieści się w krajowych inteligentnych specjalizacjach, określenia wizji rozwojowej i mierzalnych oczekiwanych efektów działań w ramach danej inteligentnej specjalizacji, przygotowania propozycji zmian i uzupełnień danej inteligentnej specjalizacji, a także formułowania potrzeby wprowadzenia nowych specjalizacji, identyfikowania barier, zagrożeń dla rozwoju danej specjalizacji (w kontekście społeczno-gospodarczym, a także proceduralnym – niedostosowanie polityki państwa do potrzeb rozwojowych gospodarki) oraz analizy postępu w realizacji działań i osiągania celów KIS, w szczególności w zakresie wyzwań i zagrożeń dla realizacji KIS.

W roku 2015 zostałam powołana uchwałą nr 755/15 Zarządu Województwa Małopolskiego z dnia 18 czerwca 2015 r. do Grupy Roboczej ds. Regionalnej Strategii Innowacji „Chemia". Grupy Robocze ds. małopolskich inteligentnych specjalizacji są największym forum współpracy Województwa Małopolskiego z firmami i innymi uczestnikami systemu innowacji. Mają one pomóc w dostosowaniu polityki innowacyjnej Małopolski do potrzeb przedsiębiorstw, uczelni, jednostek badawczo rozwojowych, otoczenia biznesu oraz użytkowników innowacji. Głównym przedmiotem pracy Grup są inteligentne specjalizacje małopolski (ich doprecyzowanie, wskazanie kierunków rozwoju oraz najbardziej perspektywicznych nisz, w które powinny być zainwestowane środki prywatne i publiczne przeznaczone na wzrost innowacyjności). Grupy są także miejscem animowania współpracy między przedsiębiorstwami i sektorem nauki w celu poprawy transferu wiedzy i komercjalizacji wyników badań naukowych. Grupy kontynuują w Małopolsce tzw. proces przedsiębiorczego odkrywania, a wyniki ich prac, po skonsultowaniu z Małopolską Radą Innowacji, przedstawiane są Zarządowi Województwa Małopolskiego.

W 2018 roku zostałam powołana na członka zespołu ds. ewaluacji ex-ante przy Narodowym Centrum Badań i Rozwoju. Zespół ten pełni rolę doradczą w zakresie ewaluacji ex ante założeń nowo uruchamianych programów, projektów, wspólnych przedsięwzięć, których inicjatorem lub stroną jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Zadaniem Ekspertów z Zespołu Ekspertów ds. ewaluacji ex ante przy Narodowym Centrum Badań i Rozwoju, jest ocena projektów instrumentu wsparcia pod kątem komercjalizacji, efektywności wdrożeniowej i/lub doskonałości naukowej.

Od 2015 roku jestem mentorką w pierwszym w Polsce programie mentoringu kobiecego w branży technologicznej i nauce Lean in STEM. Ideą programu jest partnerska relacja między mistrzynią (mentorką) a uczennicą (mentee), zorientowana na odkrywanie i rozwijanie potencjału uczennicy. Celem długoterminowym mentoringu jest wszechstronny rozwój jednostki, pomoc w efektywnym budowaniu ścieżki kariery zawodowej i wypracowaniu satysfakcjonującej postawy wobec życiowych wyzwań. Partnerami instytucjonalnymi programu Lean in STEM jest: Ambasada USA, Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji, Konferencja Rektorów Polskich Uczelni Technicznych oraz Komisja Fulbrighta w Polsce.

Ponadto, od 2017 roku również jako mentorka aktywnie uczestniczę w programie Girls go start-up! Academy. Jest to pierwsza w Polsce akademia start-up'owa dla kobiet. Inicjatywa realizowana jest przez Fundację Edukacyjną Perspektywy oraz Stowarzyszenie TOP500 Innovators. Projekt finansowany jest w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „DIALOG" w latach 2017 - 2019, przyznanego Stowarzyszeniu Top 500 Innovators. Celem Projektu jest wsparcie kobiet związanych z obszarem STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) w zdobywaniu wiedzy i umiejętności w tworzeniu start-up'ów i realizacji takich przedsięwzięć w praktyce.

Byłam opiekunem naukowym projektu badawczego studentek z Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej- inż. Soni Kudłacik i mgr inż. Anny Drabczyk, który został doceniony w ogólnopolskim konkursie organizowanym przez tygodnik „Wprost". Studentki zostały laureatkami konkursu „Młodzi Zdolni 2016 - Mój pomysł dla Polski", celem konkursu było docenienie pomysłów i badań, które mogą rozwiązać konkretny problem kraju, regionu, miasta, pomóc ludziom albo przyczynić się do rozwoju jednej z gałęzi gospodarki lub dyscypliny nauki.

W 2018 roku zdobyłam wyróżnienie w IX Edycji Konkursu Sukces Pisany Szminką - Bizneswoman Roku w kategorii nauka i biznes za działanie w trudnym obszarze nauki i biznesu oraz opracowywanie technologii kluczowych w obszarach medycyny i farmacji. Fundacja Sukcesu Pisanego Szminką jest największą społecznością kobiet przedsiębiorczych w Polsce. Jej misją jest kompleksowe wspieranie kobiet, dostarczanie im fachowej wiedzy niezbędnej do rozwoju osobistego i zawodowego oraz motywowanie ich do podejmowania odważnych działań. Kapituła konkursu Bizneswoman Roku od 8 lat nagradza przedsiębiorcze Polki oraz otwiera przed nimi możliwości rozwoju, pozyskania partnerów biznesowych i inwestorów. Ponadto, nagłaśnia ich sukcesy na skalę ogólnopolską i tworzy sieć kobiecego networkingu, aby przyczynić się do wzmocnienia roli kobiet w życiu gospodarczym Polski.

Uczestniczyłam w licznych szkoleniach i stażach w celu podniesienia wiedzy i umiejętności praktycznych w zakresie profesjonalnego wsparcia i organizacji procesu komercjalizacji badań w ośrodkach akademickich, wzmocnienia świadomości w zakresie współpracy nauka-biznes oraz tworzenia i funkcjonowania przedsiębiorstw spin off.

Oprócz prowadzenia działalności naukowej prowadzę również działalność dydaktyczną. Aktywnie uczestniczę w pracach Koła Naukowego Chemików, sekcji „Polimery" jako opiekun naukowy studentów realizujących prace badawcze w Zespole Technologii Produktów Pochodzenia Naturalnego. Jestem promotorem i recenzentem prac dyplomowych realizowanych na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej. Pełnię rolę opiekuna projektów naukowych realizowanych w ramach przedmiotu *Research project* przez studentów zagranicznych w ramach programu Erazmus+, przedmiot prowadzony jest w języku angielskim.

Moja działalność dydaktyczna obejmuje prowadzenie zajęć dla studentów na kierunkach: Technologia chemiczna, Biotechnologia, Nanotechnologie i nanomateriały, Inżynieria chemiczna oraz Chemia budowlana. Opracowałam konspekty i prowadzę następujące zajęcia dydaktyczne:

Wykłady:

1. Eko-innowacje (kierunek Technologia chemiczna)
2. Biomateriały organiczne (kierunek Biotechnologia)
3. Podstawowe metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii UV-Vis, (kierunek Biotechnologia)
4. Metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii Ramana, spektroskopii XPS, spektroskopii UV-Vis, spektroskopii EPR, spektroskopii NMR (kierunek Inżynieria chemiczna i procesowa)
5. Metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii Ramana, spektroskopii XPS, spektroskopii UV-Vis, spektroskopii EPR, spektroskopii NMR (kierunek Technologia chemiczna)
6. Metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii Ramana, spektroskopii XPS, spektroskopii UV-Vis, spektroskopii EPR, spektroskopii NMR (kierunek Chemia budowlana)
7. Metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii Ramana, spektroskopii XPS, spektroskopii UV-Vis, spektroskopii EPR, spektroskopii NMR (kierunek Nanotechnologie i nanomateriały)

Laboratorium:

1. Biomateriały (kierunek Biotechnologia)
2. Podstawowe metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii UV-Vis (kierunek Biotechnologia)
3. Zaawansowane metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii Ramana, spektroskopii XPS, spektroskopii EPR (kierunek Biotechnologia)
4. Wybrane metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii UV-Vis (kierunek Nanotechnologie i nanomateriały)
5. Metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii UV-Vis (kierunek Biotechnologia)
6. Metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii UV-Vis (kierunek Chemia budowlana)
7. Metody badania związków chemicznych – moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, metod chromatograficznych, spektroskopii XPS, spektroskopii UV-Vis (kierunek Technologia chemiczna)

8. Wybrane metody badania związków chemicznych– moduł dotyczący spektroskopii FT-IR, spektroskopii UV-Vis (kierunek Inżynieria chemiczna i procesowa)

Seminarium:
1. Biomateriały polimerowe (kierunek Technologia chemiczna)
2. Biomateriały (kierunek Biotechnologia)
3. Analiza cyklu życia wyrobów budowlanych (kierunek Chemia budowlana)
4. Materiały budowlane a środowisko człowieka (kierunek Chemia budowlana).

W okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora odbyłam 6 staży naukowych oraz 12 przemysłowych.

1. French Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA) wspólnie z French National Institute for Nuclear Science and Technology (INSTN) w ramach projektu MNiSW „Stworzenie i wdrożenie systemu szkoleń i staży w zakresie energetyki jądrowej i technologii eksploatacji oraz rozpoznawania zasobów gazu łupkowego" 2015.10 – 2015.12, staż podoktorski.
2. University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno Faculty of Pharmacy, The subject of the Science Internship: "Chemical and structural studies of polymer matrices in pharmaceutical application", Brno, Czech Republic, 06.2015 – 09.2015, staż podoktorski.
3. University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom, Program Skills – Mentoring, Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, 2014.10 – 2015.05, staż podoktorski.
4. Top 500 Innovators Science - Management – Commercialization, Stanford University, USA, 2013.10 – 2013.12, staż podoktorski.
5. University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom, Zarządzanie własnością intelektualną – klucz do sukcesu w relacjach nauki z biznesem Projekt jest realizowany w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytet IV Szkolnictwo Wyższe i Nauka, Działanie 4.2 Rozwój kwalifikacji kadr systemu B+R i wzrost świadomości roli nauki w rozwoju gospodarczym, 2014.02, staż naukowo-biznesowy
6. Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, Staż naukowy w ramach projektu „Politechnika XXI wieku. Program rozwojowy Politechniki Krakowskiej – najwyższej jakości dydaktyka dla przyszłych polskich inżynierów", 2012 .02–2012.04, staż podoktorski.

6. Sumaryczne zestawienie kryteriów osiągnięć wnioskodawcy

	Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora (2010)	Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (po 2010)	Cały dorobek
Publikacje naukowe w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR)	3	33	36
Udzielone patenty	1	3	4
Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	3	93	96
Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR	30	159	189
Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz	3	4	7
Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania:	1,490	55,024	56,514
Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS):	2 (1)	170 (130)	174 (133)
Liczba cytowań publikacji według bazy Scopus:	3 (1)	184 (143)	189 (146)
Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)	1	8	8
Indeks Hirscha według bazy Scopus:	1	8	8
Kierowanie projektami badawczymi:	1	3	4
Udział w projektach badawczych:	2	6	8
Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową	10	27	37
Wygłoszenie referatów na tematycznych konferencjach	10	9	19
Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	0	21	21
Aktywny udział w konferencjach naukowych: międzynarodowych i krajowych	21	121	142
Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji: a) międzynarodowych b) krajowych	0 0	50 1	50 1
Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione wyżej	4	25	29
Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	0	2	2
Kierowanie lub udział w projektach realizowanymi we współpracy z: naukowcami z innych ośrodków polskich, naukowcami z ośrodków zagranicznych, przedsiębiorcami, innymi niż wymienione wyżej	0	12	12

Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	0	5	5
Członkostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych a) ogółem b) w tym z wyboru	10 8	9 9	19 17
Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	3	15	18
Opiekun projektów naukowych studentów zagranicznych w ramach programu Erazmus, liczba projektów w języku angielskim nad którymi prowadzona była opieka	0	3	3
Staże w ośrodkach naukowych lub akademickich a) zagranicznych b) krajowych	0 0	5 1	5 1
Staże przemysłowe	0	12	12
Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	0	14	14
Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	1	27	28
Recenzowanie projektów: a) międzynarodowych b) krajowych	0 0	6 404	6 404
Recenzowanie publikacji w czasopismach: a) międzynarodowych b) krajowych	1 0	19 5	20 5
Promotorstwo prac inżynierskich	0	39	39
Promotorstwo prac magisterskich	0	23	23

Bożena Tyliszczak