

ZAŁĄCZNIK 2

**Autoreferat przedstawiający opis dorobku
i osiągnięć naukowych**

Agata Markowska-Szczupak

Dokumentacja do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

1. Imię i nazwisko

Agata Barbara Markowska-Szczupak

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

03.06. 1996 – magister inżynier

Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie (obecnie Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie), Wydział Rybactwa Śródlądowego i Ochrony Wód

specjalność – rybactwo śródlądowe

Promotor: prof. dr inż. Paweł Brzuzan

Tytuł pracy: „Zmienność mitochondrialnego DNA siei (*Coregonus lavaretus* L.) z jeziora Bajkał”

21.06. 2001 – doktor nauk rolniczych

Dziedzina: nauki rolnicze

Dyscyplina: agronomia

Wydział Rolniczy, Akademia Rolnicza w Szczecinie (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie)

Promotor: prof. dr hab. inż. Danuta Rzepka-Plevneš

Tytuł pracy: „Zmienność genotypów żyta *Secale* sp. pochodzących z różnych kolekcji tej rośliny”

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych

01.10.1996 – 30.09.2001

Doktorant (studia doktoranckie)

Akademia Rolnicza w Szczecinie (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), Wydział Rolniczy

01.10.2001 – 01.02.2003

Adiunkt $\frac{3}{4}$ etatu

Politechnika Szczecińska (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

01.02.2003 – obecnie

Adiunkt

Politechnika Szczecińska (obecnie Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie), Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

Monografia pt.: Wpływ aktywności wody i ditlenku tytanu aktywowanego światłem na wzrost, produkcję biomasy i aktywność enzymatyczną grzybów *Penicillium chrysogenum*”

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa)

Markowska-Szczupak A., Wpływ aktywności wody i ditlenku tytanu aktywowanego światłem na wzrost, produkcję biomasy i aktywność enzymatyczną grzybów *Penicillium chrysogenum*”, 2013, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, **ISBN 978-83-7663-167-7.**

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

Podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest rozprawa habilitacyjna pt.: „Wpływ aktywności wody i ditlenku tytanu aktywowanego światłem na wzrost, produkcję biomasy i aktywność enzymatyczną grzybów *Penicillium chrysogenum*”, której jestem autorem. Pracę opublikowano w Wydawnictwie Uczelnianym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, ISBN 978-83-7663-167-7. Recenzje monografii wykonali: prof. dr hab. Katarzyna Chojnacka (Wydział Chemiczny, Politechniki Wrocławskiej) i prof. dr hab. n. med. Wojciech Wąsowicz (Instytut Medycyny Pracy im. Prof. J. Nofera w Łodzi). Badania zostały sfinansowane z kierowanego przeze mnie projektu własnego KBN (NCN) NN209 106439, pt.: „Określenie wpływu ditlenku tytanu indukowanego światłem i aktywności wody na wzrost grzybów występujących w środowisku pomieszczeń zamkniętych”.

Wstęp i uzasadnienie celu badawczego

Grzyby są szeroko rozpowszechnione w przyrodzie, gdzie stanowią około 20% biomasy wszystkich organizmów. W środowiskach antropogennych (stworzonych przez człowieka lub pozostających pod silnym wpływem jego działalności) skład ilościowy i jakościowy grzybów jest wysoce specyficzny. Blisko połowa gatunków grzybów występujących w środowisku

człowieka przejawia potencjalnie chorobotwórcze właściwości dla ludzi i zwierząt. W konsekwencji, w ostatnich dekadach, obserwuje się wzrost liczby chorób wywołanych przez grzyby, takich jak: grzybice, toksykozy i alergie. Ten stan rzeczy zmusza producentów farb, materiałów budowlanych, kosmetyków i środków czystości do stosowania biocydów. Mechanizm ich działania opiera się na zakłóceniu procesów życiowych w komórkach organizmów i zahamowaniu ich zdolności do rozmnażania się. Biocydy nie tylko zapobiegają biodeterioracji produktów podczas ich przechowywania, lecz również ograniczają wzrost drobnoustrojów podczas użytkowania tych produktów. Wydaje się, że dużo prostszym, relatywnie tańszym i proekologicznym rozwiązaniem problemu jest wykorzystanie zjawiska fotokatalizy. Produkty, określane jako fotokatalityczne aktywne wzbogacone są najczęściej w nanocząstki ditlenku tytanu (TiO_2). Pod wpływem promieniowania słonecznego na powierzchni TiO_2 powstają wysoce reaktywne rodniki, które ułatwiają utlenianie zanieczyszczeń organicznych na powierzchni materiałów oraz powstrzymują osadzanie brudu [1–2]. Ditlenek tytanu aktywowany światłem UV może być wykorzystany w procesach oczyszczania wody i powietrza oraz szeroko pojętej dezynfekcji powierzchni. Właściwości antybakteryjne, antywirusowe i antyprionowe fotokatalitycznie aktywnego TiO_2 zostały dobrze poznane [3–7].

W czasie prowadzonych studiów literaturowych **zauważyłam**, że powyższe zagadnienie zostało tylko w niewielkim stopniu opisane w odniesieniu do grzybów. **Zwróciłam** również uwagę na fakt, że większość prezentowanych prac dotyczyła inaktywacji grzybów należących do rzędu drożdżakowców (*Saccharomycetales*), głównie *Saccharomyces cerevisiae* i *Candida albicans* [8–10]. Drożdże piekarnicze (*Saccharomyces cerevisiae*) są naturalnym elementem mikroflory wosków, pokrywających skórę winogron i śliw. Nie stanowią zagrożenia zdrowotnego dla człowieka. Od starożytności wykorzystuje się ich zdolności fermentacyjne w piekarnictwie, browarnictwie i gorzelnictwie. Są jednym z najpowszechniejszych modeli w biologii molekularnej i cytologii, stąd pewnie wynika ich szerokie zastosowanie w badaniach określających skuteczność procesu fotokatalizy. Z kolei *Candida albicans* stanowi naturalny składnik flory przewodu pokarmowego człowieka i zwierząt. U ludzi z obniżoną odpornością wywołuje zakażenie oportunistyczne. Oba gatunki należą do grzybów bezotoczkowych, co oznacza, że mają ścianę komórkową zbudowaną z hemicelulozy. Związek ten charakteryzuje się mniejszym stopniem polimeryzacji niż celuloza ($\text{SP} < 300$), mniejszą regularnością budowy i poziomem uporządkowania struktury, co sprawia, że jest

mniej odporny na degradację i niszczące działanie czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych.

Żaden z prezentowanych gatunków nie występuje na powierzchni materiałów budowlanych, co potwierdziłam w czasie zbierania próbek grzybów pleśniowych w pomieszczeniach mieszkalnych. Na tej podstawie **stwierdziłam**, że wykorzystywanie grzybów z rodzaju *Candida* i *Saccharomyces* jako gatunków modelowych w określaniu skuteczności np. farb fotokatalitycznych jest zupełnie niezasadne.

Wybór obiektu badań, jakim ostatecznie stał się grzyb z gatunku *Penicillium chrysogenum*, poprzedziły kilkuletnie badania dotyczące grzybów pleśniowych izolowanych w środowiska człowieka, które prowadziłam w Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska (ZUT w Szczecinie). Ponadto **postanowiłam** określić wpływ ditlenku tytanu, aktywowanego różnymi rodzajami światła, na wzrost, tworzoną biomasę oraz aktywność enzymatyczną szczepów *Penicillium chrysogenum*, izolowanych z różnych miejsc bytowania. **Podjęłam** również badania, których celem było zdefiniowanie czynników zwiększających antygrzybowe właściwości ditlenku tytanu. Zdecydowałam, że najbardziej interesującym podejściem będzie określenie wpływu rodzaju TiO_2 lub jego modyfikacji oraz dostępności wody w środowisku występowania grzybów, czyli tzw. aktywności wody.

Sposób realizacji i otrzymane wyniki

Do realizacji zamierzeń **wykorzystałam** własne modyfikacje technik badawczych stosowanych w badaniach mikrobiologicznych wody i gleby.

Badania nad wpływem ditlenku tytanu na wzrost grzybów prowadziłam metodą płytkową, wzbogacając pożywki przeznaczone do hodowli grzybów w TiO_2 . Przeprowadzone przeze mnie analizy zdjęć SEM i TEM, **potwierdziły**, że suplementacja pożywek ditlenkiem tytanu dała równomierne rozłożenie wprowadzonego czynnika w pożywce. Ponadto nie powodowała zmian w jego charakterystyce krystalograficznej. Dotyczyło to zarówno kształtów, jak i wielkości kryształitów. W literaturze przedmiotu znalazłam opisy kilku sposobów badania skuteczności produktów biobójczych i substancji czynnych o działaniu grzybobójczym, stosowanych do ochrony materiałów technicznych, które zostały objęte normami: PN-EN 152-1:1994, PN-EN 1275:2000 i PN-EN 1650:2002 [11–13]. Żadna z prezentowanych metod nie jest jednak przeznaczona wyłącznie do testowania skuteczności preparatów o działaniu fotokatalitycznym. Stąd **zaproponowałam** opracowaną przez mnie metodę jako niedrogi i stosunkowo szybki sposób badania antygrzybowych właściwości

fotokatalizatorów tytanowych. Komercyjny ditlenek tytanu P-25, produkowany przez niemiecką firmę Evonik, **uznałam**, za dobry materiał odniesienia w badaniach nad antygrzybowymi właściwościami katalizatorów tytanowych.

Na podstawie uzyskanych wyników **potwierdziłam** zasadność dokonanego przeze mnie wyboru obiektu badań. Grzyby *Penicillium chrysogenum* są dobrym gatunkiem modelowym i mogą być wykorzystane w badaniach antygrzybowych właściwości TiO_2 . Cechy, które ten wybór uzasadniają, to: powszechność występowania tego gatunku w powietrzu pomieszczeń, a także w środowisku zewnętrznym, typowa dla grzybów budowa, brak specjalnych wymagań hodowlanych (jego hodowle są tanie i łatwe) oraz krótki cykl życiowy.

Według mojej wiedzy **prowadzone** przeze mnie badania dotyczące wpływu ditlenku tytanu na produkcję biomasy i aktywność enzymów z klasy hydrolaz (EC) oraz oksydoreduktaz są pierwszymi pracami dotyczącymi tego zagadnienia. Wnoszą nowe informacje do charakterystyki gatunku *Penicillium chrysogenum* i mogą być wykorzystane w ustalaniu optymalnych dawek TiO_2 , które w różnych warunkach aktywności wody farby lub materiału budowlanego będą eliminować lub hamować wzrost grzybów. **Wykazałam**, że brak widocznego wzrostu grzybni na powierzchni materiału budowlanego nie zawsze oznacza, że problem zagrzybienia został wyeliminowany.

W swojej pracy badawczej wykazałam, że:

- Badane szczepy *Penicillium chrysogenum* charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem wrażliwości na światło, aktywność wody i ditlenek tytanu, aktywowany światłem UV-VIS lub UVA.
- Dodatek 20 g ditlenku tytanu na dm^3 pożywki i aktywacja światłem UVA (trzy razy po 30 min) lub UV-VIS są niewystarczające do pełnej eliminacji grzybów *Penicillium chrysogenum*, występujących w powietrzu. Dawka taka wpływa jednak na ograniczenie tempa wzrostu grzybów, spadek tworzonej biomasy i obniżenie aktywności enzymów (w tym katalaz, esteraz i hydrolaz).
- Zarodniki *Penicillium chrysogenum* okazały się odporniejsze niż elementy grzybni, zarówno na światło UVA, jak i na fotokatalitycznie aktywny ditlenek tytanu.
- Oznaczenia aktywności enzymatycznej są dobrym wskaźnikiem witalności grzybów rosnących na powłokach fotokatalitycznych.
- Niższa aktywność wody zwiększa skuteczność fotokatalizatorów tytanowych, aktywowanych światłem UV-VIS.

Uzyskane przeze mnie wyniki badań dotyczące wpływu światła UVA na aktywację przeciwgrzybowych właściwości ditlenku tytanu są ważne z co najmniej dwóch powodów. Po pierwsze grzyby pleśniowe, również *Penicillium chrysogenum*, występują powszechnie w środowisku zewnątrzdomowym. W tym siedlisku życia podlegają wpływowi światła UV, które jest obecne w widmie promieniowania emitowanego przez Słońce. W warunkach naturalnych, przy bezchmurnym niebie promieniowanie UV (w tym UVA, UV-B i UVC) stanowi około 7% zakresu promieniowania docierającego do powierzchni Ziemi. Ponieważ jednak atmosfera ziemiska (w warstwie ozonowej) pochłania całkowicie promieniowanie UVC oraz część UV-B, 97% ultrafioletu, który dociera do powierzchni Ziemi, to UVA. Drugi powód wynika z właściwości samego ditlenku tytanu P-25. Ditlenek tytanu produkowany przez niemiecką firmę Evonik należy do fotokatalizatorów tzw. pierwszej generacji, co oznacza, że jego aktywność jest największa w zakresie promieniowania o długości fali λ pomiędzy 250 a 400 nm. Z literatury wiadomo, że ilość promieniowania UVA, która dociera do powierzchni Ziemi, jest wystarczająca do jego fotoaktywacji [14–15]. Biorąc pod uwagę powyższe przesłanki i uzyskane wyniki badań, **stwierdziłam** że w warunkach stałej ekspozycji na światło słoneczne będzie możliwe wyeliminowanie grzybów pleśniowych które mogłyby zasiedlić materiały budowlane. Wyniki te są szczególnie ważne dla technologów chemików, pracujących nad opracowaniem formuły powłok fotokatalitycznych do zastosowań zewnętrznych.

Uzyskane rezultaty pracy rzucają nowe światło na znaczenie aktywności wody w zwiększeniu skuteczności fotokatalizatorów tytanowych. **Wykazałam**, że w większości przypadków, przy niskich aktywnościach wody, skuteczność działania ditlenku tytanu nieaktywowanego lub aktywowanego światłem rośnie. Przy obniżeniu aktywności wody do wartości bliskich poziomowi tolerowanemu przez gatunek *Penicillium chrysogenum* (tj. $a_w \leq 0,900$), można uzyskać pełną eliminację grzybów pleśniowych. Należy dodać, że w tych warunkach grzyby nie wykazywały żywotności. Świadczą o tym negatywne wyniki przeprowadzonych oznaczeń aktywności esteraz.

Wykazałam, że na skuteczność antygrzybową ditlenku tytanu wpływa rodzaj stosowanej metody wytwarzania (chlorkowa czy siarczanowa) oraz sposób modyfikacji. Na podstawie uzyskanych wyników **stwierdziłam**, że przeciwgrzybowe właściwości ditlenków tytanu można uszeregować następująco (od najlepszego do najgorszego): ditlenek tytanu ZCh (Grupa Azoty Zakłady Chemiczne Police S.A., wytwarzany metodą siarczanową) > fotokatalizator N/TiO₂ (Instytut Technologii Chemicznej Nieorganicznej

i Inżynierii Środowiska Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, wytwarzany metodą siarczanową i modyfikowany azotem) > P-25 (Evonik, wytwarzany metodą chlorkową).

Wykazałam, że zahamowanie wzrostu grzybów pleśniowych następuje również na pożywkach z ditlenkiem tytanu, który nie był aktywowany światłem. Wyjaśnienia wymaga czy powodem obserwowanego zjawiska była sorpcja białek i cukrów na powierzchni nanocząstek TiO₂ czy jest to związane z jego toksycznością. Uzyskane przeze mnie wyniki **potwierdziły**, że główną przyczyną zahamowania wzrostu grzybów rosnących na podłożach wzbogaconych w ditlenek tytanu jest proces fotokatalityczny.

Najważniejszym osiągnięciem opisanym w pracy było opracowanie modelu oddziaływania ditlenku tytanu na grzyby strzępkowe. Podstawą do sporządzenia modelu były dane empiryczne oraz przeprowadzona analiza literatury mikologicznej.

Na podstawie uzyskanych wyników **stwierdzałam**, że ciągła aktywacja TiO₂ przez światło widzialne UV-VIS prowadzi do powstania pewnej ilości rodników (\bullet OH) o dużym potencjale utleniającym w stosunku do związków organicznych, w tym polimerów naturalnych (np. ligniny, celulozy, chityny itp.), wchodzących w skład ściany komórkowej grzybów. W wyniku utraty ciągłości ściany komórkowej, strzępki pozostawałyby otoczone tylko jednowarstwową błoną komórkową. Równie prawdopodobne jak rozpad ściany komórkowej, wydaje się oddziaływanie rodników hydroksylowych na tzw. ciało wzrostowe Spitzenkörpera. Większa wrażliwość grzybów *P. chrysogenum* na ditlenek tytanu aktywowany światłem, którą obserwowałam w pierwszych dniach założenia hodowli, dowodzi, że rosnące strzępki były silniej blokowane przez fotokatalizatory zastosowane w badaniach. Spadek podatności grzybów na proces fotokatalityczny w miarę wzrostu grzybni oraz czasu trwania hodowli, **wytłumaczyłam** uruchomieniem tzw. pierwotnego mechanizmu obronnego. Polega on na tym, że uszkodzona część strzępki jest zamykana przez ciała Woronina. Zatykają one przegrodę poprzeczną, oddzielając zniszczone komórki od niezmiennych sektorów strzępki. Uruchomienie mechanizmów obronnych oraz grubsza ściana komórkowa to według mnie główne przyczyny zwiększonej odporności grzybów pleśniowych na proces fotokatalizy.

Mniejsze nanocząsteczki ditlenku tytanu mogą przedostawać się do wnętrza strzępki grzybów wraz z substancjami odżywczymi pobieranymi z podłoża. Grzyby są zdolne do pobierania na drodze endocytozy cząstek o wielkości do 150 nm. Jak wynika z przedstawionej przeze mnie charakterystyki fotokatalizatorów, średnica cząstek TiO₂ nie przekraczała 25 nm. Cząsteczki ditlenku tytanu, które przedostaną się do wnętrza komórek, są nadal aktywne

fotokatalitycznie. Oznacza to, że na ich powierzchni również powstają wysokoreaktywne rodniki hydroksylowe $\bullet\text{OH}$ i ROS ($\bullet\text{O}^{2-}$ i H_2O_2). Rodniki te wywołują stres oksydacyjny, który może być bezpośrednią przyczyną zakłóceń w funkcjonowaniu endogennych enzymów grzybowych, produkowanych w cytoplazmie, mitochondriach i peroksysomach. Potwierdzeniem wystąpienia stresu oksydacyjnego w komórkach grzybów *Penicillium chrysogenum* były obserwowane przeze mnie zaburzenia w wydzielaniu enzymów (esteraz, katalazy i hydrolaz) oraz ich częściowa lub całkowita inaktywacja.

Antygrzybowe właściwości ditlenku tytanu, który nie był aktywowany światłem **wytłumaczyłam** procesem sorpcji. Według Topoglidisa i in. [16] oraz Elingsena [17] nanokrystaliczny ditlenek tytanu jest dobrym adsorbentem białek strukturalnych i enzymów. Analizując uzyskane wyniki, stwierdziłam, że sorpcja cukrów wchodzących w skład pożywek powodowała zmniejszenie dostępności składników odżywczych dla grzybów, co przyczyniło się bezpośrednio do ich słabego wzrostu. Z kolei sorpcja białek, zwłaszcza enzymatycznych, powodowała upośledzenie kontroli przepływu substancji odżywczych do wnętrza komórek grzybów.

Podsumowanie

W ostatnich latach szczególnego znaczenia nabierają badania fizjologicznych i biochemicznych właściwości grzybów występujących w pomieszczeniach zamkniętych. Można sądzić, że wiedza ta umożliwi opracowanie nowych, skutecznych i tanich metod pozwalających na wyeliminowanie ich ze środowiska człowieka. Ze względu na powszechne wykorzystanie fotokatalizatorów tytanowych w konstruowanych materiałach samoczyszczących (ang. *self cleaning* lub *stay clean*) określenie właściwości antygrzybowych TiO_2 , jest dobrym początkiem nowego kierunku badań.

Cytowana literatura

1. ZHAO J., YANG X., Photocatalytic oxidation for indoor air purification: a literature review, *Build. Environ.*, 2003, vol. 38, no. 5, s. 645 – 654.
2. MO J., ZHANG Y., LAMSON J.J., ZHAO R., Photocatalytic purification of volatile organic compounds in indoor air: a literature review, *Atmos. Environ.*, 2009, vol. 43, no. 14, s. 2229 – 2246.
3. BENEDIX R., DEHN F., QUAAS J., ORGASS M., Application of titanium dioxide photocatalysis to create selfcleaning building materials. Annual Civil Engineering Report, *Lacer*, 2000, vol. 5, s. 157 – 168.

4. GERRITY D., RYU H., CRITTENDEN J., ABBASZADEGAN M., Photocatalytic inactivation of viruses using titanium dioxide nanoparticles and low-pressure UV light, *J. Environ. Sci. Health Part A*, 2008, vol. 43, no.11, s.1261 – 1270.
5. HEASELGRAVE W., PATEL N., KILVINGTON S., KEHOE S.C., MCGUIGAN K.G., Solar disinfection of poliovirus and *Acanthamoeba polyphaga* cysts in water – a laboratory study using simulated sunlight, *Lett. Appl.Microbiol.*, 2006, vol. 43, no. 2, s. 125 – 130.
6. HAJKOVA P., SPATENKA P., HORSKY J., HORSKA I., KOLOUCH A., Photocatalytic effect of TiO₂ films on viruses and bacteria, *Plas. Proces. Pol.*, 2007, vol. 4, no. 1, s. 397 – 401.
7. BANERJEE S., GOPAL J., MURALEEDHARAN P., TYAGI A.K., RAJ B., Physics and chemistry of photocatalytic titanium dioxide: visualization of bactericidal activity using atomic force microscopy, *Curr. Sci.*, 2006, vol.90, no. 10, s. 1378 – 1383.
8. MATSUNAGA T., TOMODA T., NAKAJIMA T., WAKE H., Photochemical sterilization of microbial cells by semiconductor powder, *FEMS Microbiol. Lett.*, 1985, vol. 1, no. 1–2, s. 211 – 214.
9. YANG J.Y., KIM H.J., CHUNG C.H., Photocatalytic antifungal activity against *Candida albicans* by TiO₂ coated acrylic resin denture base, *J. Korean Acad. Prosthodont.*, 2006, vol. 44, no. 3, s. 284 – 294.
10. AHARIZ M., COURTOIS P., *Candida albicans* biofilm on titanium: effect of peroxidase precoating, *Med.Dev. Evid. Res.*, 2010, vol. 3, s. 33 – 40.
11. PN-EN 152-1:1994 Metody badań środków ochrony drewna. Metoda laboratoryjna oznaczania skuteczności zabiegu zabezpieczania drewna obrobionego przed grzybami powodującymi siniznę. Zastosowanie w metodzie smarowania.
12. PN-EN 1275:2000 Chemiczne środki dezynfekcyjne i antyseptyczne – podstawowe działanie grzybobójcze – metoda badania i wymagania (faza 1).
13. PN-EN 1650:2002 Chemiczne środki dezynfekcyjne i antyseptyczne. Ilościowa zawieszinowa metoda określania działania grzybobójczego chemicznych środków dezynfekcyjnych i antyseptycznych stosowanych w sektorze żywnościowym, warunkach przemysłowych i domowych oraz zakładach użyteczności publicznej – metoda badania i wymagania (faza 2, etap 1).
14. ALLEN N.S., EDGE M., VERRAN J., STRATTON J., MALTBY J., BYGOTT C., Photocatalytic titania based surfaces: environmental benefits, *Polym. Degrad. Stab.*, 2008, vol. 93, no. 9, s. 1632 – 1646.
15. OHTANI B., Photocatalysis A to Z – what we know and what we do not know in a scientific sense, *J. Photoch. Photobiol. C*, 2010, vol. 11, no. 4, s. 157 – 178.
16. Topoglidis E., Cass A.E.G., Gilardi G., Sadeghi S., Beaumont N., Durrant J.R., Protein adsorption on nanocrystalline TiO₂ films: an immobilization strategy for bioanalytical devices, *Anal. Chem.*, 1998, vol. 70, no. 23, s. 5111 – 5113.
17. Ellingsen J.E., A study on mechanism of protein adsorption to TiO₂, *Biomaterials*, 1991, vol. 12, no. 6, s. 593 – 596.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W 1991 roku, po zdaniu z wynikiem pozytywnym egzaminów na Wydział Lekarski Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie (gdzie nie zostałam przyjęta z braku miejsc), rozpoczęłam studia na Wydziale Rybactwa Morskiego Akademii Rolniczej w Szczecinie (obecnie Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu

Technologicznego w Szczecinie). Ze względu na moje zainteresowania genetyką, w 1993 roku przenieśliam się na III rok Rybactwa Śródlądowego i Ochrony Wód Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie (obecnie Wydział Nauk o Środowisku, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski). Studia ukończyłam z wyróżnieniem (w czerwcu 1996 roku), uzyskując tytuł magistra inżyniera rybactwa śródlądowego. W czasie studiów na AR-T byłam zatrudniona jako wolontariusz w Zakładzie Genetyki Ryb i uczestniczyłam w projekcie badawczym realizowanym wspólnie z Limnological Institute w Irkucku (Rosja). Uzyskane wyniki stanowiły podstawę mojej pracy magisterskiej, realizowanej pod opieką dr inż. (obecnie prof. dr hab.) Pawła Brzuzana, pt.: „Zmienność mitochondrialnego DNA sieci *Coregonus lavaretus* z jeziora Bajkał”. W pracy magisterskiej przedstawiłam metodykę uzyskania mtDNA z oocytów sieci oraz wątroby. Wykazałam przydatność techniki RFLP (ang. *Restriction Fragments Length Polymorphism*) z użyciem 8 enzymów restrykcyjnych do badań zmienności pomiędzy populacjami ryb siejowatych (**Załącznik 3, II A1.1.**).

W czasie studiów odbyłam dwie praktyki zawodowe: w Stacji Doświadczalnej Hodowli Ryb Akademii Rolniczej w Szczecinie (Nowe Czarnowo, 01.04. – 01.10. 1994r.) i w Państwowym Gospodarstwie Rybackim w Ińsku (01.06. – 01.10. 1995r.). Po ukończeniu studiów uczestniczyłam w projekcie dotyczącym sztucznego rozrodu sumy afrykańskiego (*Clarias gariepinus*), prowadzonym w Państwowym Gospodarstwie Rybackim w Ińsku.

W listopadzie 1996 roku rozpoczęłam naukę jako słuchacz studium doktoranckiego na Wydziale Rolnictwa Akademii Rolniczej w Szczecinie (obecnie Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie). Brak wsparcia techniczno-organizacyjnego dla tematyki dotyczącej genetyki ryb sprawił, że moje zainteresowania uległy modyfikacji. Tematem mojej pracy stały się badania zmienności genetycznej żyta *Secale cereale*. W czasie studiów doktoranckich aktywnie uczestniczyłam w pracach badawczych prowadzonych w Zakładzie Hodowli Roślin Ogrodniczych (ZHRO) AR w Szczecinie. Dotyczyły one między innymi tolerancji roślin ogrodniczych na zasolenie i niedobory pokarmowe w glebie oraz badań nad rozmnażaniem roślin ozdobnych w kulturach *in vitro* (**Załącznik 3, IIE1.1.; IIE1.2.; IIB1.3.**). W tym czasie sprawowałam opiekę nad 2 studentami wykonującymi prace magisterskie i pełniłam rolę kronikarza ZHRO. Prowadziłam również zajęcia z przedmiotu „genetyka i selekcja ryb” dla studiów dziennych i zaocznych. W czasie studiów doktoranckich podnosiłam swoje kwalifikacje zawodowe biorąc udział w kursach, organizowanych przez Politechnikę Gdańską m.in. kursy klonowania DNA i technik elektroforetycznych.

W roku 2000 przed komisją powołaną przez członków Rady Wydziału Rolniczego, Akademii Rolniczej w Szczecinie zdałam z wynikiem pozytywnym egzamin z przebiegu studiów rolniczych (egzamin dodatkowy tzw. „urolniający”). Pracę doktorską zatytułowaną „Zmienność genotypów żyta *S. cereale*, pochodzących z różnych kolekcji tej rośliny” obroniłam z wyróżnieniem, w dniu 21.06. 2001 roku, otrzymując tytuł doktora nauk rolniczych, w zakresie agronomii. Realizując pracę doktorską, wykorzystywałam technikę elektroforezy SDS-PAGE (ang. *Polyacrylamide gel electrophoresis using sodium dodecyl sulfate*) do określenia zmienności białek zapasowych (sekalin) żyta. Opisałam specyficzny wzór prążkowy dla 74 odmian populacyjnych, 2 odmian miejscowych, 8 dzikich gatunków *Secale sp.*, 13 prostych mieszańców międzygatunkowych (z formami dzikimi żyta) oraz 24 mieszańców wstecznych BC₂ i BC₅ otrzymanych w wyniku przerywanego krzyżowania prostych mieszańców międzygatunkowych z odmianami żyta *Secale cereale*. Wykazałam, że wzór prążkowy był właściwością odmianową i nie zależał od jej pochodzenia i miejsca reprodukcji (**Załącznik 3, IIE1.2.; IIE2.3.**). Stwierdziłam, że w profilach prążkowych sekalin, uzyskanych dla mieszańców żyta, przeważały prążki od komponenta matczynego (**Załącznik 3, IIIB2.23; IIIB2.24**). Ponadto określiłam podobieństwo fenotypowe i genetyczne pomiędzy dzikimi gatunkami żyta, co pozwoliło na wyjaśnienie przebiegu ewolucji w obrębie rodzaju *Secale* (**Załącznik 3, IIE2.1.**).

W październiku 2001 rozpoczęłam pracę (na $\frac{3}{4}$ etatu) jako pracownik dydaktyczny w Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska (Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej) Politechniki Szczecińskiej (obecnie ZUT). W tym czasie prowadziłam wykłady z mikrobiologii, biologii oraz elementów biotechnologii w ochronie środowiska. W okresie 01.01. 2001–31.01.2002 podjęłam dodatkową pracę jako asystent naukowy w laboratorium przyszpitalnym Katedry Endokrynologii i Chorób Metabolicznych Pomorskiej Akademii Medycznej (wymiar $\frac{1}{4}$ etatu). Do moich obowiązków należało: opracowanie instrukcji izolacji cDNA z krwi obwodowej i tłuszczu ludzkiego, uruchomienie zakupionego sprzętu (m.in. termocyklerów, aparatów do elektroforezy), prowadzenie badań genetycznych nad przyczynami otyłości u ludzi oraz pomoc merytoryczna w przygotowaniu wniosków o finansowanie.

W lutym 2003 roku zostałam zatrudniona na pełnym etacie adiunkta w Instytucie Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska (ITChNiŚ) Politechniki Szczecińskiej. W latach 2003–2005 organizowałam jedyne na Wydziale Technologii

i Inżynierii Chemicznej, laboratorium mikrobiologiczne. Jego otwarcie w maju 2005 roku stało się podstawą do stworzenia (w ramach ITChNiIS) Zakładu Biotechnologii.

W pierwszych latach swojej pracy badawczej głównym tematem moich badań była konwersja metanu do metanolu na drodze mikrobiologicznej. Rezultaty badań zostały opublikowane w *Chemical Papers* (**Załącznik 3, IIA2.2.**) oraz były prezentowane na konferencjach międzynarodowych (**Załącznik 3, IIIB2.2.; IIIB2.4.**) oraz III Kongresie Biotechnologii (**Załącznik 3, IIIB2.25.**). Wykazałam, że koszty procesu mikrobiologicznego utleniania metanu do metanolu, można obniżyć poprzez zastosowanie całych komórek bakteryjnych, w tym procesie. Określiłam, że obecność jonów miedzi w pożywce wpływa na efektywność biochemicznego utleniania metanu przez bakterie *Methylosinus trichosporium* OB3b. Najwyższy stopień konwersji metanu osiągnięty w czasie prowadzonych badań wyniósł $4,76 \cdot 10^{-5}$ mol metanolu na dm^3 metanu. Pomimo pokonania trudności z hodowlą bakterii metanowych, wymagających m.in. atmosfery złożonej z metanu i powietrza (niebezpieczeństwo wybuchu) oraz obiecujących wyników wstępnych temat biokonwersji metanu do metanolu został zaniechany. Miała na to wpływ decyzja odmowna dotycząca finansowania wniosku pt.: „Badanie podstaw technologii utleniania metanu do metanolu na drodze mikrobiologicznej” (32 Konkurs KBN, 2006r.).

Nawiązanie współpracy naukowej z dr hab. Krzysztofem Ulfigiem, prof. ZUT w roku 2005, zaowocowało moim zainteresowaniem zagadnieniem biodeterioracji nasion roślin oleistych i suszów roślinnych. W czasie wspólnie prowadzonych badań wykazaliśmy wpływ aktywności wody na wzrost i aktywność enzymatyczną grzybów pleśniowych. Stwierdziliśmy, że zakres minimalnej aktywności wody, przy którym obserwujemy wzrost grzybów strzępkowych w badanym materiale wynosi 0,91 – 0,60. Wzrost większości grzybów został zahamowany przy aktywności wody 0,80. Znacznie odporniejsze na brak wody okazały się grzyby kserofilne (np. z rodzaju *Eurotium*), które również udało się wyizolować z roślin leczniczych (tolerowały środowisko o $a_w \leq 0,60$). Ponieważ w dostępnej literaturze nie znaleziono prac na temat występowania grzybów kserofilnych w suszach roślinnych i mieszankach ziołowych można uznać, że nasza prace opublikowane w *Polish Journal of Environmental Studies* są pierwszymi dotyczącymi tego zagadnienia (**Załącznik 3, IIA2.4; IIA2.5.**).

Ze względu na fakt, że grzyby kserofilne mogą pogarszać jakość ziół, a na dodatek są producentami groźnych dla ludzi i zwierząt mikotoksyn uznałam, że zasadne jest prowadzenie badań dotyczących ich występowania w produktach pochodzenia roślinnego. W 2009 roku

złożyłam wniosek o finansowanie pt.: „Wpływ aktywności wody, temperatury i odczynu na wzrost i aktywność hydrolityczną grzybów kserofilnych i kserotolerancyjnych zasiedlających susze roślin leczniczych” (37 Konkurs KBN, 2009r.). Ponieważ nie uzyskałam środków na badania musiałam przerwać ich prowadzenie. W tym czasie zaangażowałam się w prace realizowane wspólnie z Politechniką Śląską. Głównym ich celem było określenie czynników wpływających na występowanie grzybów w osadach ściekowych z oczyszczalni ścieków (**Załącznik 3, IIA2.7.**).

Samodzielnie rozpoczęłam prace nad tematem badawczym związanym z biokonwersją celulozy do etanolu. Celem moich badań było znalezienie mikroorganizmów (grzybów mikroskopowych) zdolnych do rozkładu ksylanu, hemicelulozy i ligniny. W pierwszym etapie, przeprowadziłam izolację szczepów grzybowych z ziaren kawy i kakao, kompostu oraz trocin. Następnie, dowiodłam, że grzyby termofilne i termotolerancyjne, izolowane z ziaren kawy i kakao oraz kompostu wykazują aktywność przydatnych w procesie biokonwersji celulozy hydrolaz: endocelulazy (hydrolizującej karboksymetylocelulozę), karboksylazy (hydrolizującej ksylan) i esterazy (hydrolizującej tributyrinę). W kolejnym etapie określiłam wpływ wybranych czynników środowiskowych (np. temperatury hodowli i aktywności wody) na zdolności wytwarzania hydrolaz przez grzyby. Stwierdziłam, że dostępność wody w środowisku ma duży wpływ zarówno na aktywność celulolityczną, jak i ksylanolityczną grzybów. Wyniki moich badań prezentowałam na kilku konferencjach krajowych (**Załącznik 3, IIB2.21.; IIB2.26.**) oraz opublikowałam w czasopiśmie Archives of Environmental Protection (**Załącznik 3, IIA2.12.**). Pomimo interesujących rezultatów, wniosek pt.: ”Konwersja biomasy do etanolu z jednoczesną separacją alkoholu technikami membranowym” (35 Konkurs KBN, 2008r.) nie uzyskał finansowania. Przygotowanie wniosku oraz prowadzone badania umożliwiły mi jednak zdobycie doświadczenia w posługiwaniu się nowymi dla mnie technikami badawczymi m.in. technikami membranowymi. Doświadczenia te mogłam wykorzystać w mojej pracy w projekcie pt.: „Badania separacji etanolu w bioreaktorze membranowym” (**Załącznik 3, IIJ4.**) Moim zadaniem było określenie czynników biologicznych (bio-fouling) na efektywność procesu separacji etanolu w skonstruowanym reaktorze membranowym. Wyniki tych prac zostały opublikowane w Journal of Membrane Science (**Załącznik 3, IIA2.3.; IIA2.14.**). Wiedza dotycząca działania bioreaktorów okazała się niezwykle istotna przy zakupie bioreaktora firmy BIOTRON (nadzorowałam przetarg i zakup, a także uruchomienie bioreaktora). Obecnie bioreaktor jest wykorzystywany przeze mnie w badaniach prowadzonych

w projekcie POIG „Biotechnologiczna konwersja glicerolu do polioli i kwasów dikarboksylowych”, o akronimie „ZIELONA CHEMIA” (**Załącznik 3, IIJ6**). Do moich głównych zadań należy: określenie czynników (np. temperatury, pH, ilości glicerolu w pożywce, czasu prowadzenia procesu i rodzaju pożywki) wpływających na biokonwersję glicerolu do 1,3-propanodiolu (1,3-PD) przez bakterie mlekowe i *Citrobacter freundii*. Wyniki badań foulingu membran polipropylenowych stosowanych w procesach separacji pozwoliły stwierdzić, że osad bakterii, powstały na powierzchni membran można usunąć przez intensywne mycie chemiczne membran roztworami NaOH (2%) i H₃PO₄ (3%). Przy czym obserwowana utrata wydajności membrany wynosi około 20% (**Załącznik 3, IIE2.4**).

Pomimo niepowodzeń związanych z brakiem finansowania dla kolejnych podejmowanych przeze mnie tematów badawczych, efekt moich starań nie został utracony. W czasie kilkunastu lat badań udało mi się stworzyć unikatową kolekcję szczepów grzybów pleśniowych. Na początku obejmowała ona grzyby izolowane z nasion roślin oleistych i suszów roślin leczniczych. Następnie wzbogaciłam ją w blisko 50 szczepów wyizolowanych z powietrza budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej (np. fitness klubu) oraz z materiałów budowlanych. Większość z nich należy do klasy bezpieczeństwa BSL-1. Oznacza to, że są one saprotrofami lub patogenami roślin albo grzybami utylizującymi produkty rozkładu nieżywych zwierząt. Niektóre z tych grzybów wywołują nieinwazyjne lub łagodne zakażenia powierzchniowe. W stworzonej przeze mnie kolekcji znajdują się również grzyby potencjalnie patogenne (np. grzyby z rodzaju *Pseudallesheria-Scedosporium*), toksynotwórcze (*Stachybotrys chartarum*) oraz wywołujące alergie u ludzi (*Alternaria alternata*). Czyste hodowle grzybów pleśniowych z kolekcji przypisałam do gatunku, wykorzystując wybrane piśmiennictwo taksonomiczne oraz wybrane cechy morfologiczne i fizjologiczne, w tym: zdolność do wzrostu, barwę (rewers i awers), teksturę i zapach grzybni itp. Szczepy tzw. „czarnych drożdży” zostały przesłane do CBS-KNAW Fungal Biodiversity Center (Holandia), gdzie wykonano ich oznaczania na podstawie DNA. Warto nadmienić, że CBS-KNAW zaproponowało mi zdeponowanie wyizolowanych szczepów ponieważ podobne gatunki nie występowały w banku genów. Obecnie w kolekcji Laboratorium Biotechnologii ITCHNiŚ znajduje się blisko 100 szczepów grzybów pleśniowych i drożdżaków (należące do 25 gatunków) oraz 10 gatunków bakterii.

W 2009 roku opiekę naukową nad prowadzonymi przez mnie badaniami przejął dyrektor Instytutu Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska – profesor dr hab. inż. Antonii Morawski. Za jego namową podjęłam szerokie studia literaturowe

dotyczące badań mikrobiologicznych fotokatalizatorów na bazie TiO_2 . Opracowane prace przeglądowe opublikowałam w: *Catalysis Today* (**Załącznik 3, IIA2.17.**), *Towaroznawczych Problemach Jakości* (**Załącznik 3, IIE2.8.**), *Ochronie powietrza i problemach odpadów* (**Załącznik 3, IIE2.9.**). Następnie zaangażowałam się badanie nad antybakteryjnymi właściwościami fotokatalizatorów otrzymanych w drodze modyfikacji ditlenku tytanu alkoholami i związkami azotu. W badaniach wykorzystywałam komercyjne szczepy bakterii *Escherichia coli*. Wyniki badań dotyczących fotokatalizatorów modyfikowanych węglem opublikowano w czasopiśmie *Environment Protection* (**Załącznik 3, IIA2.11.**) oraz prezentowano na konferencji *The Photocatalytic and Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air, Soil and Surfaces* w Gdańsku (**Załącznik 3, IIIB2.10.**). Wykazałam, że fotokatalizatory TiO_2 aktywowane światłem widzialnym mogą być wykorzystane do dezynfekcji wody. Najlepsze właściwości antybakteryjne posiadały fotokatalizatory z niską zawartością węgla (0,007% wag.). Całkowita dezaktywacja bakterii następowała po 45 min naświetlania. Z kolei fotokatalizatory o wyższej zawartości węgla (0,27% wag.) mają lepsze właściwości dezynfekcyjne, gdy do aktywacji używa się światła UVA. Wyniki badań nad fotokatalizatorami azotowymi prezentowałam na konferencjach międzynarodowych w San Diego (*The 15th International Conference on TiO_2 Photocatalysis: Fundamentals and Applications*) i w Porto (*SPEA7 - the 7th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications*). Dowiodłam, że na właściwości antybakteryjne fotokatalizatora wpływ ma forma TiO_2 (rutyl i anataz różnią się budową krystaliczną i właściwościami). Stwierdzałam, że zawartość azotu nie wpływa na stopień zniszczenia bakterii *E. coli*. Wykorzystując fotokatalizatory TiO_2 modyfikowane azotem i aktywowane światłem UV, można uzyskać efekt pełnej dezynfekcji wody w czasie zaledwie 15 min (**Załącznik 3, IIIB2.3.; IIIB2.8.**).

Równoległe do prowadzonych badań nad antybakteryjnymi właściwościami fotokatalizatorów tytanowych rozpoczęłam prace dotyczące antygrzybowych właściwości farb fotokatalitycznych, zawierających ditlenek tytanu. Wyniki zostały opublikowane w *Polish Journal of Chemical Technology* (**Załącznik 3, IIA2.6.**). Stwierdzałam, że im wyższa była zawartość TiO_2 w farbie tym lepszymi antygrzybowymi właściwościami odznaczała się farba. Farby zostały sklasyfikowane po względem swojego działania na grzyby w następującym szeregu (od najlepszej do najgorszej): KEIM Ecosil ME > Titanium FA > Photo Silcate > Silcate D. W czasie przygotowywania manuskryptu zauważyłam, że tematyką

antygrzybowych właściwości TiO_2 nie zajmuje się żaden z zespołów w kraju i na świecie. Dało mi to asumpt do podjęcia tej tematyki.

W roku 2010 uzyskałam w KBN (obecnie z Narodowe Centrum Nauki) finansowanie własnego projektu badawczego pt.: „Określenie wpływu ditlenku tytanu indukowanego światłem i aktywności wody na wzrost grzybów występujących w środowisku pomieszczeń zamkniętych” (**Załącznik 3, IIJ7**). Uzyskane środki umożliwiły mi wyposażenie laboratorium w aparaturę niezbędną do prowadzenia badań (m.in. mikroskop optyczny firmy Nikon, zestaw do śledzenia wzrostu grzybni aCOLyte 7500, lampy UVA, ciepłarki wyposażone w źródło światła). Dzięki poszerzeniu bazy badawczej mogłam zwiększyć ilość gatunków grzybów wykorzystywanych w badaniach. W sumie określiłam wpływ ditlenku tytanu aktywowanego światłem na 25 szczepów grzybów pleśniowych, należących do 14 gatunków, które wyizolowano z powietrza pomieszczeń mieszkalnych. W swoich badaniach wykorzystałam autorską metodykę badań, którą opisałam w monografii.

Stwierdziłam, że dodatek 20 g ditlenku tytanu na dm^3 pożywki i aktywacja światłem UVA lub UV-VIS, jest niewystarczająca do pełnej eliminacji grzybów pleśniowych występujących w powietrzu pomieszczeń zamkniętych. Wykazałam, że ditlenek tytanu może mieć wpływ na ograniczenie tempa wzrostu grzybów oraz na obniżenie produkcji biomasy i mikotoksyn. Stwierdziłam, że wrażliwość grzybów pleśniowych izolowanych z powietrza pomieszczeń zamkniętych na ditlenek tytanu aktywowanego światłem UV-VIS jest zależna od gatunku, a także miejsca izolacji. Najbardziej wrażliwe na ditlenek tytanu były grzyby należące do gatunków: *Stachybotrys chartarum* i *Pseudallecheria boydii*, a najmniej *Penicillium chrysogenum* i *Aspergillus niger*. Niektóre wyniki swoich badań opublikowałam w Przemysle Chemicznym (**Załącznik 3, IIA2.8**) i w Journal of Advanced Oxidation Technologies (**Załącznik 3, IIA2.10.**).

Przebadałam również antygrzybowe właściwości nanomateriałów (nanorurek węglowych i nanosfer krzemionkowych), których struktura została zmodyfikowana przez dodatek TiO_2 . Wyniki tych badań prezentowano na Konferencji w Amsterdamie (Colloids and Nanomedicine) i w Łodzi (**Załącznik 3, IIIB2.13.; IIIB2.33; IIIB2.34.**). Zostały również opracowane w formie publikacji do Journal of Nanomedicine and Nanotechnology (przyjęta do druku 28.11. 2013r.).

Od stycznia 2013 roku biorę udział w badaniach dotyczących antygrzybowych i antybakteryjnymi właściwościami fotokatalizatorów plazmonowych w projekcie: Grand Challenges Explorations Grant “Materials for food storage with antiseptic properties”

OOPP1060234 z The Agricultural Development Program of the Bill and Melinda Gates Foundation, realizowanym w Hokkaido University. Część badań prowadziłam w Catalysis Research Center, Hokkaido University, Sapporo (Japonia), gdzie zorganizowałam niewielkie laboratorium mikrobiologiczne. W czasie pobytu w Japonii przebadalam 26 katalizatorów otrzymanych przez modyfikację srebrem, złotem i miedzią, anatazu i rutylu pochodzących od różnych producentów. Stwierdziliśmy, że katalizatory modyfikowane srebrem odznaczają się znacznie silniejszymi właściwościami antybakteryjnymi niż katalizatory modyfikowane złotem czy miedzią, nawet wtedy gdy do ich aktywacji wykorzystuje się światło widzialne. Antygrzybowe właściwości tych materiałów są znacznie słabsze i można je stwierdzić jedynie wobec drożdżaków *Candida albicans*¹. Wstępne wyniki badań zostały zaprezentowane na kilku sympozjach w Japonii (**Załącznik IIB2.17; IIB2.18.**) oraz na międzynarodowej konferencji w Gdańsku (**Załącznik IIB2.16.**).

W czasie pracy naukowej w ITCHNiŚ nawiązałam współpracę z University of Minnesota, USA (2005r) oraz University of Pardubice, Czechy (2010r.). Dzięki współpracy, z profesorem Libscombem zdobyłam unikatowe szczepy bakterii metanowych *Methylosinus trichosporium* OB3b. W czasie krótkiego pobytu na Uniwersytecie Pardubickim (Department of Biological and Biochemical Sciences) uczestniczyłam w prowadzeniu zajęć z mikrobiologii i pracach laboratorium mikrobiologii oraz wygłosiłam wykład pt.: "Antifungal and antibacterial properties of titanium dioxide – results of microbiological studies carried out at Division of Biotechnology ZUT". W kwietniu 2013r. miałam przyjemność gościć profesor J. Vyřasovą i profesora K. Vytrasa z Uniwersytetu w Pardubicach w Szczecinie (w ramach program ERASMUS). Współpracuję również z naukowcami pracującymi w: Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym m.in. w Instytucie Polimerów (dr hab. inż. Krzysztofem Ulfigiem, prof. ZUT, profesorem dr hab. inż. Tadeuszem Spychajem, dr inż. Beatą Schmidt), Instytucie Technologii Organicznej (dr hab. inż. Marią Swarcewicz, prof. ZUT, prof. dr inż. Zbigniewem Czechem), Pomorskim Uniwersytecie Medycznym (dr inż. hab. Katarzyną Jandą, Zakład Biochemii i Żywnienia) oraz Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Politechniki Łódzkiej (dr inż. Małgorzata Piotrowska). Efektem tej współpracy są wspólne badania naukowe, publikacje i wnioski o finansowanie. Kooperacja z innymi zespołami badawczymi umożliwiła mi poszerzenie moich zainteresowań o nowe

¹ Przeznaczeniem katalizatorów plazmonowych są materiały o właściwościach antyseptycznych do zastosowań w medycynie stąd włączenie do badań szczepów *Candida albicans*.

tematy badawcze, dotyczące, np. biodegradacji polimerów, biodeterioracji klejów oraz kosmetyków z naturalnymi wyciągami roślinnymi o działaniu antyseptycznym.

Oprócz rozwijania zainteresowań badawczych, w trakcie pracy zawodowej biorę czynny udział w projektach badawczych realizowanych w macierzystym Instytucie. Dotychczas byłam wykonawcą 7 projektów badawczych finansowanych przez KBN (NCN). Byłam kierownikiem 1 grantu tematycznie związanego z rozprawą habilitacyjną.

Za pracę naukową zostałam 4 razy uhonorowana nagrodami indywidualnymi, III stopnia, przez JM Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

W ramach pracy dydaktycznej prowadziłam wykłady, ćwiczenia laboratoryjne z 22 przedmiotów, w tym 2 w j. angielskim (**Załącznik 3, IIII3**). Efektem mojego zaangażowania w pracę dydaktyczną i przygotowanie wykładów multimedialnych, są wysokie oceny jakie otrzymuję w ankietach przeprowadzanych wśród studentów Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej. Przez lata pracy udało mi się przekonać studentów, że dobre poznanie zagadnień biologii, biochemii i mikrobiologii jest niezwykle przydatne w prowadzeniu procesów technologicznych i w życiu codziennym. Ciągłe doskonałam swoje umiejętności, poszerzając zakres zainteresowań o zagadnienia związane z technologią chemiczną. Dowodem uznania moich kwalifikacji (niezwiązanych z kierunkiem wykształcenia), jest powierzenie mi zajęć laboratoryjnych i audytoryjnych z przedmiotów „Podstawy technologii” i „Bezpieczeństwa technicznego”.

Od kilku lat jestem opiekunem studentów odbywających praktyki zawodowe w Zakładach Chemicznych Police (Grupa Azoty, Zakłady Chemiczne Police SA), Skolwin Sp. z o.o. oraz Fosfan SA w ramach przedmiotu „Przemysłowe laboratorium technologiczne” na kierunku studiów Technologia Chemiczna.

Byłam opiekunem naukowym 9 prac dyplomowych – w tym 2 prac inżynierskich i 7 prac magisterskich oraz recenzentem 9 prac magisterskich i 4 prac inżynierskich (**Załącznik 3, IIII3**). Uczestniczyłam również w obronach 6 prac magisterskich (jako członek komisji) i w 1 egzaminie komisyjnym. Ponadto jestem promotorem pomocniczym pracy doktorskiej, rozpoczętej w październiku 2013 przez mgr Paulinę Rokicką. Praca będzie dotyczyła antybakteryjnych i antygrzybowych właściwości fotokatalizatorów tytanowych. Dzięki nawiązanej przeze mnie współpracy z Catalysis Research Center, Hokkaido University, Sapporo (Japonia), doktorantka odbędzie staż w w/w ośrodku badawczym (marzec-kwiecień 2014r.).

Od kilku lat czynnie uczestniczę w Zachodniopomorskim Festiwalu Nauki oraz w promocji Wydziału i Instytutu. Ponadto angażuję się w pracę z młodzieżą szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych. Wspomagam swoim doświadczeniem pracę nauczycieli w jednej ze szczecińskich szkół (Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 4 w Szczecinie), wygłaszając wykłady tematyczne z biologii, biochemii w klasach o profilu medyczno-przyrodniczym.

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Toksykologicznego i LOP. Byłam członkiem komitetów organizacyjnego trzech konferencji (**Załącznik 3, IIC**). Jestem również autorem loga konferencji „Postępy w badaniach i zastosowaniach fotokatalizatorów na bazie ditlenku tytanu” organizowanej przez ITChiŚ. Od 2012r. jestem członkiem Rady Instytutu Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska.

Do ważnych osiągnięć organizacyjnych zaliczam również udział w tworzeniu zaplecza badawczego w Instytucie. Opracowałam metodyki analityczne oraz byłam i jestem opiekunem technicznym bioreaktora BIOTRON, mikroskopu optycznego Nikon, serii Eclipse 80i, autoklawów oraz ultrawirówek. Z aparatury tej korzystają pracownicy, doktoranci i studenci Zakładu Technologii Wody i Inżynierii Środowiska oraz Zakładu Biotechnologii ZUT.

Brałam aktywny udział w 17 konferencjach krajowych i 18 międzynarodowych. Na dwóch konferencjach międzynarodowych wygłosiłam wykłady na zaproszenie (**Załącznik 3, IIL1 i L7**). Zostałam również zaproszona do wykonania recenzji publikacji w takich czasopismach, jak: Polish Journal of Chemical Technology, Recent Patents on Catalysis, Applied Catalysis–B: Environmental, Environmental Science and Pollution Research, Journal of Medicinal Plants Research, Journal of Membrane Science, Polish Journal of Environmental Studies, Industrial and Engineering Chemistry Research i Wiadomości Chemiczne (**Załącznik 3, IIP**).

6. Plany naukowo-badawcze

Moje plany badawcze są ściśle związane z kontynuacją badań nad oddziaływaniem ditlenku tytanu na grzyby. Mam nadzieję, że podjęta współpraca z Hokkaido University (Japonia) pozwoli na określenie, która z faz ditlenku tytanu: anataz czy rutyl ma większy wpływ na jego aktywność antygrzybową. Ponadto zamierzam kontynuować badania nad określeniem przyczyn działania nanocząstek ditlenku tytanu na grzyby rosnące w hodowlach prowadzonych w ciemności.

7. Wykaz dorobku naukowego

7.1. Zestawienie osiągnięć naukowych z podziałem na: oryginalne prace twórcze, artykuły przeglądowe, popularno-naukowe, monografie, prace, komunikaty konferencyjne i patenty

Rodzaj osiągnięcia	Liczba publikacji	IF ^{a)}	IF ^{b)}	Suma punktów MNiSW ^{c)}
Oryginalne prace twórcze				
opublikowane w czasopismach z bazy JCR	16	18,029	20,555	335
opublikowane w czasopismach z spoza bazy JCR	7			38
Monografie i rozdziały w monografiach				
–w języku polskim	1			20
–w języku angielskim	3			15
Ogółem oryginalne prace twórcze	27	18,029	20,555	408
Artykuły przeglądowe	4	3,739	3,808	59
Artykuły popularno-naukowe	4			
Prace i doniesienia konferencyjne				
a) Konferencje międzynarodowe				
–pełne (teksty recenzowane)	3			
–streszczenia, postery	17			
b) Konferencje krajowe				
–pełne (teksty recenzowane)	2			
–streszczenia, postery	18			
Ogółem publikacje naukowe	75	21,768	24,363	467
Patenty				
–przyznane	1			25
–zgłoszenia	2			4
Ogółem dorobek naukowy	78	21,768	24,363	496

- a) Sumaryczny Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy
- b) 5-letni Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem, w którym przygotowano zestawienie (IF²⁰¹³)
- c) Liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW (z dnia 17.12. 2013)

7.2. Zestawienie liczbowe czasopism w których opublikowano prace naukowe

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji	IF ^{a)}	IF ^{b)}	Suma punktów MNiSW ^{c)}	Liczba cytowań (02.02.2014)
Przemysł Chemiczny	3	1,000	1,032	45	3
Polish Journal of Environmental Studies	3	2,437	2,460	45	4
Journal of Membrane Science	2	7,296	8,714	90	15
Catalysis Today	1	2,980	3,464	35	34
Chemical Papers	1	0,791	0,879	20	3
Polish Journal of Chemical Technology	1	0,333	0,371	15	5
Chemosphere	1	3,206	3,634	35	10
Journal of Advanced Oxidation Technologies	1	0,946	0,700	15	0
Environment Protection Engineering	1	0,423	0,356	15	0
Archives of Environmental Protection	1	0,506	0,506	15	0
Polimery	1	0,470	0,567	15	1
Żywność, Nauka, Technologia, Jakość	1	0,190	0,160	15	0
Archiv für Hydrobiologie (Fundamental and Applied Limnology),	1	1,190	1,520	25	3
Towaroznawcze Problemy Jakości	3			21	-
Biuletyn IHAR	1			4	-
Ekologia i Technika	1			5	-
Ochrona powietrza i problemy odpadów	1			2	-
Ochrona przed korozją	1			6	-
Postępy Fitoterapii	1			5	-
Rośliny Oleiste	1			4	-
Monografie (rozdział) w języku angielskim	3			15	-
Monografia w języku polskim	1			20	-
Razem	31	21,768	24,363	467	78

- a) Sumaryczny Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy
- b) 5-letni Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem, w którym przygotowano zestawienie (IF²⁰¹³)
- c) Liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW (z dnia 17.12. 2013r.)

7.3 Zestawienie dorobku naukowego z podziałem na: oryginalne prace twórcze, artykuły przeglądowe, popularno-naukowe, monografie i rozdziały w monografiach prace i komunikaty konferencyjne opublikowane przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Rodzaj publikacji	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Oryginalne prace twórcze			
opublikowane w czasopismach z bazy JCR	1	15	16
opublikowane w czasopismach z spoza bazy JCR	0	7	7
Monografie i rozdziały w monografiach			
-w języku polskim	0	1	1
- w języku angielskim	2	1	3
Ogółem oryginalne prace twórcze	3	24	27
Artykuły przeglądowe	0	4	4
Artykuły popularno-naukowe	0	4	4
Prace i doniesienia konferencyjne			
c) Konferencje międzynarodowe			
–pełne (teksty recenzowane)	0	3	
–streszczenia, postery	1	17	
d) Konferencje krajowe			
–pełne (teksty recenzowane)	0	2	
–streszczenia, postery	2	15	
Ogółem publikacje naukowe	6	69	75
Patenty			
–przyznane	0	1	
–zgłoszenia	0	2	
Ogółem dorobek naukowy	6	69	78

7.4. Sumaryczne zestawienie dorobku naukowego

Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie **75** publikacji, z czego **6** przypada na okres przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora, a **69** po jego uzyskaniu. Na dotychczasowy dorobek składa się **27** oryginalnych prac twórczych (w tym 16 z bazy JCR), **4** artykuły przeglądowe (w tym 2 z bazy JCR), **40** doniesień i komunikatów na konferencjach krajowych i zagranicznych, **4** artykułów popularno-naukowych, **3** rozdziały w monografiach wydanych w języku angielskim i **1** monografię wydaną w języku polskim.

7.5. Wartość naukowa dorobku publikacyjnego

- Suma punktów za **publikacje** wg ujednoliconego wykazu czasopism MNiSW z dnia 17.12. 2013r. wynosi **467** pkt.
- Suma punktów za **cały dorobek naukowy** wg MNiSW z dnia 17.12. 2013r. wynosi **496** pkt.

- Sumaryczny Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy wynosi **21,768**.
- Sumaryczny Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem 2013 wynosi **24,363**.
- Liczba cytowań wg bazy ICI Web Science (02.02. 2014r.) –**78** (bez autocytowań – **75**).
- Średnia liczba cytowań w roku wg bazy ICI Web Science – **7,375**.
- Indeks Hirscha wg bazy ICI Web Science – **3**.

Agata Markowska-Szczupak