

## **Autoreferat**

dr inż. Katarzyna Wilpiszewska

Szczecin, marzec 2019

## **1. Imię i Nazwisko**

Katarzyna Wilpiszewska

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

### **A) Uzyskanie tytułu zawodowego magistra inżyniera**

- uczelnia: Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej;
- kierunek: Technologia chemiczna;
- specjalność: Technologia polimerów;
- tytuł pracy dyplomowej: „Polimery hydrofilowe zawierające atom azotu – ocena współczynnika tarcia”;
- miejsce realizacji pracy: Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Polimerów;
- promotor pracy: prof. dr hab. inż. Tadeusz Spychaj;
- data obrony pracy dyplomowej: lipiec 2002 r.

### **B) Uzyskanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej.**

- uczelnia: Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Polimerów;
- specjalność: Technologia polimerów;
- tytuł pracy doktorskiej: „Hydrofobizowane uretanowe termoplastyczne pochodne skrobi”;
- promotor pracy: prof. dr hab. inż. Tadeusz Spychaj;
- data obrony pracy doktorskiej: 17 września 2007 r.;
- recenzenci pracy:
  - prof. dr hab. Piotr Tomasik (Politechnika Krakowska, Wydział Chemiczny);
  - dr hab. inż. Artur Bartkowiak, prof. nadzw. AR (Akademia Rolnicza w Szczecinie, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa).

## **3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.**

### **A) Zatrudnienie na stanowisku adiunkta**

- miejsce zatrudnienia: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Polimerów;
- okres zatrudnienia: od października 2010 r.

### **B) Zatrudnienie na stanowisku badawczo-rozwojowym**

- miejsce zatrudnienia: GRACE Sp. z o. o. w Poznaniu
- okres zatrudnienia: od września 2007 r do października 2010 r.

### C) Zatrudnienie na stanowisku asystenta

- miejsce zatrudnienia: Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Polimerów;
- okres zatrudnienia: od lutego 2007 r. do sierpnia 2007 r.

### D) Funkcje pełnione w trakcie zatrudnienia

- członek Rady Instytutu Polimerów, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, ZUT w Szczecinie (od 2016 r.);
- kierownik Laboratorium Materiałów Polimerowych Pochodzenia Naturalnego, Instytut Polimerów, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, ZUT w Szczecinie (od 2016 r.).
- członek Wydziałowej Komisji ds. Kwalifikacji (PoLON), Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, ZUT w Szczecinie (2016, 2017).
- Członek Wydziałowego Zespołu ds. Przygotowania Raportu Samooceny Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej, ZUT w Szczecinie, 2014.

## 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

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiącym znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Technologia Chemiczna i określonym w art. 16. ust. 2 Ustawy jest cykl powiązanych tematycznie publikacji pt.:

#### **„Modyfikowane materiały skrobiowe: otrzymywanie, charakterystyka i badania nad ich zastosowaniem”**

Cykl prac obejmuje 10 publikacji w czasopismach wymienionych na liście filadelfijskiej, w tym 9 posiadających *Impact Factor* w roku wydania. Ponadto, osiągnięcie naukowe udokumentowano rozwiązaniami technicznymi stanowiącymi treść 7 patentów krajowych.

### B) Lista publikacji, patentów i zgłoszeń patentowych

[H-M1] Katarzyna Wilpiszewska\*, Zbigniew Czech, 2014, “*Citric acid modified potato starch films containing microcrystalline cellulose reinforcement - properties and application*”, *Starch*, 66, 7-8, 660-667

(\*autor korespondencyjny)

**IF<sub>2014</sub>: 1,677 IF<sub>5</sub>: 1,813**

[H-M2] Zbigniew Czech, Katarzyna Wilpiszewska, Bożena Tyliszczak, Xu Jiang, Yongpin Bai, Lu Shao, **2013**, “*Biodegradable self-adhesive tapes with starch carrier*”, International Journal of Adhesion and Adhesives, 44, 195-199

**IF<sub>2013</sub>: 2,216 IF<sub>5</sub>: 2,736**

[H-M3] Adrian Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, Agnieszka Wróblewska, Agata Markowska-Szczupak, Mariusz W. Malko, **2017**, „*Fragrant starch-based films with limonene*”, Current Chemistry Letters 2017, 6, 41-48

**IF: 0 (lista B, 10 pkt)**

[H-M4] Ewa Drewnowska, Adrian Antosik, Agnieszka Wróblewska, Zbigniew Czech, Katarzyna Wilpiszewska, **2017**, „*Fragrant films on the basis of potato starch*”, Polish Journal of Chemical Technology, 19, 88-92

**IF<sub>2017</sub>: 0,55 IF<sub>5</sub>: 0,655**

[H-M5] Katarzyna Wilpiszewska\*, Magdalena Zdanowicz, Tadeusz Spychaj, **2013**, “*Carboxymethyl starch/montmorillonite aqueous dispersions: The effect of components and mixing method on rheoviscometric characteristics*”, Advances in Polymer Technology, 32, 3

**IF<sub>2013</sub>: 2,147 IF<sub>5</sub>: 1,841**

[H-M6] Katarzyna Wilpiszewska\*, Tadeusz Spychaj, Waldemar Paździoch, **2016**, “*Carboxymethyl starch/montmorillonite composite microparticles: Properties and controlled release of isoproturon*”, Carbohydrate Polymers, 136, 101-106

**IF<sub>2016</sub>: 4,811 IF<sub>5</sub>: 5,130**

[H-M7] Katarzyna Wilpiszewska\*, Adrian K Antosik, Tadeusz Spychaj, **2015**, “*Novel hydrophilic carboxymethyl starch/montmorillonite nanocomposite films*”, Carbohydrate Polymers, 128, 82-89

**IF<sub>2015</sub>: 4,219 IF<sub>5</sub>: 4,689**

[H-M8] Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, **2018**, “*Natural composites based on polysaccharide derivatives: preparation and physicochemical properties*”, Chemical Papers, 72, 3215-3218

**IF<sub>2017</sub>: 0,963 IF<sub>5</sub>: 1,198**

[H-M9] Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, Zbigniew Czech, **2017**, “*Carboxymethylated polysaccharide-based films as carriers for acrylic pressure-sensitive adhesives*”, International Journal of Adhesion and Adhesives, 73, 75-79

**IF<sub>2017</sub>: 2,065 IF<sub>5</sub>: 2,469**

[H-M10] Katarzyna Wilpiszewska\*, Zbigniew Czech, 2018, “*Water-soluble pressure-sensitive adhesives containing carboxymethyl starch with improved adhesion to paper*”, Journal of Polymers and the Environment, 26, 1453-1458

IF<sub>2017</sub>: 1,971 IF<sub>5</sub>: 2,376

[H-P1] Zbigniew Czech, Katarzyna Wilpiszewska, 2016, „*Biodegradowalna taśma samoprzylepna i sposób wytwarzania biodegradowalnej taśmy samoprzylepnej*”, patent nr **PL 222177**, Urząd Patentowy RP.

[H-P2] Katarzyna Wilpiszewska, Adrian K. Antosik, Zbigniew Czech, Agnieszka Wróblewska, Edyta Makuch, Mariusz W. Malko, 2017, „*Zapachowa folia biodegradowalna i sposób otrzymywania zapachowej folii biodegradowalnej*”, patent nr **PL 225788**, Urząd Patentowy RP.

[H-P3] Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, 2018, „*Biodegradowalne hydrofilowe mikrocząstki na bazie pochodnych skrobi i sposób otrzymywania biodegradowalnych hydrofilowych mikrocząstek na bazie pochodnych skrobi*”, patent nr **PL 227777**, Urząd Patentowy RP.

[H-P4] Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, Adrian K. Antosik, 2016, „*Sposób otrzymywania hydrofilowej folii biodegradowalnej*”, patent nr **PL 223898**, Urząd Patentowy RP.

[H-P5] Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, Adrian K. Antosik, 2017, „*Sposób otrzymywania biodegradowalnej folii i biodegradowalna folia*”, patent nr **PL 225779**, Urząd Patentowy RP.

[H-P6] Adrian K. Antosik, Zbigniew Czech, Katarzyna Wilpiszewska, Paulina Ragańska, 2017, „*Zastosowanie biodegradowalnej hydrofilowej folii jako modelu skóry ludzkiej stosowanej do badań samoprzylepnych plastrów*”, patent nr **PL 225787**, Urząd Patentowy RP.

[H-P7] Zbigniew Czech, Katarzyna Wilpiszewska, 2016, „*Rozpuszczalny w wodzie klej samoprzylepny na bazie modyfikowanych poliakrylanów i sposób wytwarzania rozpuszczalnego w wodzie kleju samoprzylepnego na bazie modyfikowanych poliakrylanów*”, patent nr **PL 224228**, Urząd Patentowy RP.

### **C) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.**

Istotnym wyzwaniem XXI w. stawianym nauce i technice jest stopniowe zastępowanie polimerów otrzymywanych z surowców petrochemicznych biopolimerami pochodzącymi ze źródeł odnawialnych. Spośród dotychczas badanych pod tym względem polimerów naturalnych, skrobia - ze względu na jej dostępność, zasoby oraz niską cenę - jest obiektem szczególnie intensywnych prac. Skrobia w Polsce otrzymywana jest ze zbóż i ziemniaków. Wykorzystywana jest głównie w przemyśle

spożywczym, ale również w przemyśle papierniczym, klejowym, farmaceutycznym i włókienniczym. W wielu zastosowaniach wykorzystuje się skrobie zmodyfikowane, głównie termicznie i enzymatycznie (dekstryny, maltodekstryny) oraz chemicznie (estry, etery). Od wielu lat obserwuje się wzmożone zainteresowanie szerszym wykorzystaniem surowców pochodzenia naturalnego, w tym skrobi, do nowych zastosowań.

Przedstawiony monotematyczny cykl prac dotyczy modyfikowanych materiałów skrobiowych, ich otrzymywania, charakterystyki właściwości fizykochemicznych i nowych kierunków stosowania. W szczególności osiągnięcie naukowe dotyczy wykorzystania pochodnych karboksymetylowych skrobi.

#### *Materiały na bazie skrobi ziemniaczanej*

Skrobia jest mieszaniną dwóch polimerów: liniowej amylozy i rozgałęzionej amylopektyny (ich udział zależy od pochodzenia botanicznego skrobi). Pojedyncza granula skrobi wykazuje strukturę warstwową i jest częściowo krystaliczna. W celu uzyskania materiału termoplastycznego ze skrobi, np. w formie folii, wymagane jest zniszczenie jej struktury granularnej w procesie plastyfikacji. Najpopularniejsze plastyfikatory skrobi to woda i alkohole wielowodorotlenowe.

W pracy [H-M1] otrzymano folie na bazie skrobi ziemniaczanej z dodatkiem glicerolu, kwasu cytrynowego i celulozy mikrokrystalicznej. Kwas cytrynowy (CA) jest tanim i nietoksycznym związkiem chemicznym zawierającym jedną grupę hydroksylową i trzy grupy karboksylowe zdolne do reakcji. Sieciowanie łańcuchów skrobiowych za pomocą CA oraz dodatek napełniacza pochodzenia naturalnego w postaci celulozy mikrokrystalicznej miało na celu uzyskanie materiału o lepszych właściwościach mechanicznych w porównaniu do folii na bazie skrobi niemodyfikowanej. Na podstawie widm FTIR folii bez napełniacza (po odmyciu nieprzereagowanego kwasu cytrynowego) stwierdzono obecność wiązań -COO- w produkcie, co dowodzi reakcji sieciowania skrobi. Zbadano wpływ różnej zawartości celulozy mikrokrystalicznej na właściwości fizykochemiczne folii (mechaniczne i termomechaniczne, rozpuszczalność w wodzie, absorpcję wilgoci). Wytrzymałość mechaniczna i moduł Younga wzrosły odpowiednio z 2.6 do 3.9 MPa i z 42 do 96 MPa, dla układów odpowiednio, bez i zawierających 15% wag. napełniacza. Ponadto, wzrost zawartości celulozy mikrokrystalicznej skutkowało obniżeniem stopnia absorpcji wilgoci i rozpuszczalności układów w wodzie, a także, co interesujące, wzrostem temperatury zeszklenia układu (ze 108 do 129°C). Było to skutkiem oddziaływań między cząsteczkami skrobi i celulozy, tj. możliwością tworzenia wiązań wodorowych między grupami OH obu polisacharydów. Zaproponowano nowatorskie wykorzystanie folii skrobiowej jako nośnika warstwy adhezyjnej [H-M1, H-M2]. Wykorzystano klej na bazie poliakrylanów do otrzymania jednostronnie klejącej taśmy samoprzylepnej o dobrej adhezji do papieru różnego typu, którą potencjalnie wykorzystać można w przemyśle papierniczym [H-M2]. Dodatkowo, określono wpływ wilgotności powietrza na wartość adhezji do stali. W warunkach

zwiększonej wilgotności taśma stawała się bardziej miękka, odnotowano jednakże wzrost wartości adhezji, przy 80% wilgotności do ok. 40 N (dla porównania w 20% ok. 7 N).

Folię skrobiową zawierającą 7% wag. celulozy mikrokrystalicznej wykorzystano natomiast do otrzymania taśmy samoprzylepnej dwustronnie klejącej [H-M1]. Zastosowano rozpuszczalny w wodzie klej na bazie poliakrylanów. Na zaproponowane rozwiązanie uzyskano w Polsce ochronę patentową [H-P1].

Wykorzystanie folii na bazie skrobi ziemniaczanej jako nośnika substancji zapachowej, odpowiednio limonenu oraz eugenolu i  $\alpha$ -pinenu, przedstawiono w pracach [H-M3] i [H-M4]. Limonen pozyskuje się głównie ze skórek owoców cytrusowych, materiału odpadowego przemysłu spożywczego. Eugenol jest głównym składnikiem olejku goździkowego, a  $\alpha$ -pinen uzyskuje się z żywicy sosnowej. Substancje te są biodegradowalne, a ze względu na swe właściwości antyseptyczne wykorzystywane m.in. do produkcji środków chemii gospodarczej, wyrobów medycznych czy kosmetycznych. Po przeprowadzeniu badania aktywności bakterio- i grzybobójczej folii skrobiowych zawierających limonen (o udokumentowanych właściwościach biobójczych) nie zaobserwowano jednakże strefy inhibicji, co oznacza, że substancja aktywna nieobecna jest na powierzchni próbek folii. Wniosek ten potwierdzono pośrednio dokonując pomiaru kąta zwilżania. Co interesujące, dla folii skrobiowych zawierających tylko limonen (bez udziału glicerolu jako plastyfikatora) zanotowano znacznie wyższą wartość współczynnika dyfuzji wody w porównaniu do układu z glicerolem lub do tego zawierającego zarówno glicerol i limonen, odpowiednio:  $9,2 \cdot 10^5$ ,  $4,1 \cdot 10^5$  i  $1,5 \cdot 10^5$  mm<sup>2</sup>/s. Ponieważ folie skrobiowe z samym limonenem odznaczają się dużą kruchością, co potwierdzono w badaniach właściwości mechanicznych, istnieje duże prawdopodobieństwo występowania mikropęknięć w objętości badanych próbek, wpływających na wysokie wartości współczynnika dyfuzji. Wykazano, że substancje zapachowe „uwięzione” są wewnątrz matrycy skrobiowej i uwalniane stopniowo nawet po trzech miesiącach przechowywania [H-M4]. Pozwala to wykorzystać badane układy np. w przemyśle opakowaniowym do maskowania nieprzyjemnych zapachów lub do odświeżaczy powietrza. Folie skrobiowe zawierające limonen zyskały już ochronę prawną w Polsce [H-P2].

#### *Materiały na bazie karboksymetyloskrobi*

Karboksymetyloskrobia (z ang. *carboxymethyl starch*, CMS) jest pochodną eterową otrzymywaną poprzez reakcję skrobi z kwasem monochlorooctowym (lub solą sodową tego kwasu) w tzw. reakcji Williamsona. W odróżnieniu od skrobi niemodyfikowanej jest rozpuszczalna w zimnej wodzie. Właściwości fizykochemiczne (np. stopień krystaliczności, rozpuszczalność w wodzie) CMS zależą od długości łańcuchów polimerowych, lecz przede wszystkim od stopnia podstawienia, tj. od średniej liczby podstawionych grup OH w jednostce glikozydowej skrobi (wartość maksymalna to 3). Do celów przemysłowych wykorzystywana jest głównie CMS o niskim stopniu podstawienia, tzn. poniżej 0,3. W pracy [H-M5] po raz pierwszy opisano właściwości wodnych zawiesin CMS

z montmorylonitem (MMT) – glinokrzemianem mineralnym o strukturze płytkowej, której jeden wymiar jest w zakresie wartości nanometrycznych. Układy te otrzymano w dwóch etapach, w pierwszym dyspergowano MMT w wodzie, a następnie w zawieszynie takiej rozpuszczano CMS. Wykorzystano pochodne skrobiowe o niskim (0,15) i wysokim (0,8 i 0,9) stopniu podstawienia. Zbadano wpływ rodzaju montmorylonitu (sodowego, wapniowego oraz organofilizowanego, tj. o ograniczonej hydrofilowości, w którym zawartość kationowego modyfikatora wynosiła ok. 40%) na właściwości reologiczne wodnej dyspersji CMS/MMT. Stwierdzono, że na lepkość układów ma wpływ również stopień podstawienia CMS, tj. rośnie z wartością tego parametru, co jest skutkiem silniejszych odpychających oddziaływań elektrostatycznych anionowych grup obecnych w łańcuchach modyfikowanej skrobi. Dodatkowo, na lepkość zawieszyny CMS (0,15)/MMT wpływ ma rodzaj montmorylonitu - lepkość układu (przy niskiej szybkości ścinania) rosła ze wzrostem zawartości odmiany wapniowej MMT (z 5500 do 7000 mPa·s, odpowiednio dla 3 i 7 części wagowych na sto części wagowych roztworu, phr z ang. *parts per hundred*), podczas gdy w przypadku CMS (0,8) z MMT organofilizowanym (czwartorzędową solą amoniową z podstawnikami alifatycznymi i aromatycznymi) zanotowano niewielki spadek lepkości przy wzroście zawartości MMT (15200 i 14500 mPa·s, dla odpowiednio 2 i 5 phr). Spadek ten spowodowany był prawdopodobnie częściowym aglomerowaniem płytek minerału spowodowanym jego obniżoną hydrofilowością. Ponadto, w przypadku obecności kationowego modyfikatora na powierzchni płytek napełniacza, zachodzi możliwość częściowego wytrącania się kompleksów powstałych wskutek oddziaływań anionowych grup CMS i czwartorzędowej soli amoniowej. Wykazano dodatkowo, że uzyskane zawieszyny wykazywały akceptowalną stabilność (lepkość, transmitancja) nawet po półrocznym przechowywaniu. Co interesujące, określono, że wstępne dyspergowanie MMT wapniowego w wodzie dodatkowo poprzez zastosowanie ultradźwięków (kolejne etapy przygotowywania układu CMS/MMT jak te powyżej) w przypadku CMS o niskim stopniu podstawienia, pozwala uzyskać układ o istotnie wyższej lepkości, w porównaniu do tego mieszanego tylko mechanicznie (9250 mPa·s i 7000 mPa·s, odpowiednio z i bez stosowania ultradźwięków, dla układu zawierającego 7 phr MMT, 1 rpm). Oznacza to, że lepkość układów handlowych CMS z MMT można modyfikować jedynie za pomocą sposobu przygotowania zawieszyny wodnej. Wyniki przedstawionych powyżej badań mają istotną wartość zwłaszcza w przemyśle papierniczym, farmaceutycznym czy tekstylnym, tj. tradycyjnych polach zastosowań CMS.

W pracy [H-M6] zaproponowano nowe wykorzystanie CMS, tj. do otrzymywania mikrocząstek. Uzyskano je poprzez sieciowanie jonami  $Al^{3+}$ , w obecności montmorylonitu sodowego. Mikrocząstki otrzymano poprzez wkraplanie wodnego układu CMS z MMT do roztworu  $AlCl_3$ . Sieciowanie jonami glinu potwierdzono za pomocą badań FTIR, przedstawiono ponadto schemat sieciowanej struktury CMS. Wykorzystano dwa rodzaje karboksymetyloskrobi o wysokim stopniu podstawienia: otrzymaną ze skrobi ziemniaczanej oraz z amylopektyny (CMS AMP, rozgałęzionej frakcji skrobi). Obydwa produkty charakteryzowały się sferycznym kształtem cząstek i rozwiniętą



powierzchnią oraz wysokim stopniem pęcznienia w wodzie. Jednakże ten na bazie CMS AMP wykazywał wyższą wartość tego parametru, a także większą średnicę cząstek, co jest skutkiem bardziej przestrzennej budowy pochodnej skrobiowej. Dodatkowo, w pracy przedstawiono praktyczne wykorzystanie otrzymanych mikrocząstek jako matrycy do kontrolowanego uwalniania izoproturonu – herbicydu stosowanego do ochrony upraw zbóż przed niektórymi chwastami dwuliściennymi. Preparat ten enkapsulowano w matrycy CMS/MMT z wydajnością ok. 75%. Wykazano, że uwalnia się on stopniowo, osiągając 95% wartości enkapsulowanej po 700 godz. Dla porównania, emulsja handlowa uzyskuje ten poziom po ok. 24 godz. Do opisu mechanizmu uwalniania izoproturonu zastosowano równanie Ritgera-Papasa:  $M_t/M_0 = K \cdot t^n$ , gdzie  $M_t/M_0$  to stosunek ilości izoproturonu uwolnionego w czasie  $t$  do wprowadzonego. Wyznaczono współczynniki  $K$  i  $n$ , gdzie pierwszy jest stałą charakteryzującą nośnik i substancję aktywną, a drugi pozwala określić mechanizm uwalniania substancji aktywnej. Wykazano, że w tym przypadku uwalnianie herbicydu zachodzi poprzez stopniowe zwiększanie mobilności łańcuchów pochodnej polisacharydowej wskutek pęcznienia mikrocząstek. Przedstawiono ponadto, że uwalnianie izoproturonu zachodzi szybciej z mikrokapsuł na bazie CMS AMP. Dodatkowo, przeprowadzenie badań zawartości izoproturonu uwolnionego z mikrocząstek umieszczonych w zdefiniowanej glebie pozwoliło określić profil jego uwalniania w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Wykazano, że stężenie tej substancji rosło istotnie wolniej niż w przypadku emulsji handlowej - po trzech irygacjach wymyło cały izoproturon zastosowany w formie handlowej. Dla porównania, ok. 10% wag. wartości herbicydu enkapsulowanego w mikrocząstkach uzyskano po ośmiu irygacjach. Wykorzystanie zaproponowanej matrycy pozwala więc na spowolnione i kontrolowane uwalnianie herbicydu.

Inny sposób otrzymywania mikrocząstek na bazie CMS przedstawiono w dokumencie patentowym [H-P3]. W tym przypadku wykorzystano metodę emulsyjną. Fazę wodną stanowił roztwór CMS z kwasem wielokarboksylowym, a olejową olej sojowy. Zmieniając stosunek obu faz, szybkość i sposób mieszania układu, a także zawartość substancji powierzchniowo czynnej uzyskuje się możliwość regulowania wielkości uzyskanych mikrocząstek (średnica w zakresie 40÷90  $\mu\text{m}$ ). Otrzymane mikrocząstki miały strukturę usieciowaną. Przedstawiono również możliwość uzyskania mikrocząstek zawierających napełniacz mineralny.

W pracy [H-M7] po raz pierwszy przedstawiono sposób otrzymywania i właściwości fizykochemiczne hydrofilowej folii na bazie karboksymetyloskrobi z udziałem montmorylonitu wapniowego (1 - 7% wag.). W literaturze podane są liczne przykłady dotyczące korzystnego wpływu nanonapełniaczy glinokrzemianowych na właściwości mechaniczne, termiczne czy barierowe otrzymanych kompozytów, również na bazie polimerów naturalnych. Zawiesinę MMT w wodzie wstępnie poddano działaniu ultradźwięków, a następnie mieszano z roztworem wodnym CMS (o stopniu podstawienia 0,85). Wykorzystano również glicerol jako plastyfikator oraz kwas cytrynowy jako środek sieciujący. Reakcję sieciowania pochodnej polisacharydowej potwierdzono metodą spektroskopową. Określono wpływ zawartości napełniacza na absorpcję wilgoci i zawartość frakcji

rozpuszczalnej w wodzie. Wraz ze wzrostem zawartości MMT odnotowano spadek wartości obu tych parametrów. Spowodowane to było możliwością tworzenia się wiązań wodorowych między grupami karboksylowymi i hydroksylowymi CMS i kwasu cytrynowego, a także grupami OH obecnymi na powierzchni płytek napełniacza. Ponadto, odnotowano wzrost wartości kąta zwilżania wraz ze wzrostem zawartości nanonapełniacza. Co interesujące, największą wartość tego parametru zanotowano nie dla folii zawierającej najwięcej nanonapełniacza, a dla tego zawierającego 5% wag. MMT. Było to wynikiem mniej efektywnego rozproszenia płytek MMT w matrycy pochodnej polisacharydowej przy wyższej zawartości glinki, co wywnioskowano na podstawie wyników badań XRD. W otrzymanych układach stwierdzono strukturę interkalowaną, istnieje więc możliwość wnikania cząsteczek plastyfikatora, środka sieciującego czy fragmentów łańcuchów CMS pomiędzy płytki MMT i częściowe ich rozsuniecie, jednakże bez całkowitej ich eksfoliacji. Zastosowanie nanonapełniacza skutkowało zdecydowanym wzrostem właściwości mechanicznych otrzymanych folii (wzrost wytrzymałości mechanicznej i modułu Younga przy spadku wydłużenia do zerwania). Na krzywych DMTA folii zawierających MMT zaobserwowano obecność kilku sygnałów, co świadczy o częściowej niehomogeniczności układów. Wyróżniono obecność faz bogatej w plastyfikator oraz w pochodną polisacharydową. Warto nadmienić jednak, że folie z największymi zawartościami MMT cechowały się największą kompatybilnością, co koreluje z wynikami badań właściwości mechanicznych. Opisane tu układy zyskały ochronę patentową [H-P4], gdzie zaproponowano wykorzystanie ich głównie do celów agrotechnicznych (np. jako agromembrany lub do otoczkowania nawozów i nasion - również wobec substancji aktywnych, takich jak np. środki biobójcze).

Bazując na doświadczeniu związanym z przedstawionym powyżej układem, w kolejnych pracach: [H-M8] i [H-M9] opisano próby otrzymania folii o korzystniejszych właściwościach fizykochemicznych. W tym celu do karboksymetyloskrobi (o stopniu podstawienia 0,7) dodano jej celulozowy analog, tj. karboksymetylocelulozę (CMC) w stosunku 1:1 wag. [H-M8]. Ponadto, zastosowano glicerol w roli plastyfikatora i kwas cytrynowy jako środek sieciujący. Dodatkowo, wykorzystano celulozę mikrokrystaliczną jako napełniacz w ilości 1 - 7 phr (bazując na pracy [H-M1] oraz doniesieniach literaturowych opisujących dobrą kompatybilność tego napełniacza z matrycą na bazie pochodnych celulozy). Uzyskana folia na bazie CMS/CMC cechowała się zwiększoną wytrzymałością na rozciąganie w porównaniu do tej uzyskanej z CMS. Wykorzystując pochodne polisacharydowe o wyższych stopniach podstawienia (CMS 0,8 i CMC 2,6) w stosunku 1:1 wag., przy określaniu właściwości mechanicznych materiału, zaobserwowano efekt synergii, tzn. wartość wytrzymałości mechanicznej takiej folii przewyższała wartości tego parametru dla materiału otrzymanego z poszczególnych składowych [H-M9]. Ponadto, folia taka cechowała się absorpcją wilgoci zbliżoną do układu na bazie samej CMS. Zastosowanie celulozy mikrokrystalicznej [H-M8] skutkowało wzrostem wytrzymałości na rozciąganie oraz modułu Younga. Otrzymane kompozyty wykazywały ponadto mniejszą rozpuszczalność w wodzie w porównaniu do folii bez napełniacza. Poprawa przedstawionych właściwości wynika z możliwości tworzenia wiązań wodorowych między

łańcuchami pochodnych polisacharydowych, a także między cząstkami napelnacza a łańcuchami polimerów. W pracy [H-M9] układ CMS/CMC wykorzystano jako nośnik substancji adhezyjnej na bazie kopolimeru akrylanu butylu i kwasu akrylowego sieciowanego acetyloacetonianem glinu. Uzyskano taśmę samoprzylepną dwustronnie klejącą, którą potencjalnie można wykorzystać w przemyśle papierniczym.

Opisane powyżej folie na bazie CMS/CMC zyskały ochronę patentową w kraju [H-P5], gdzie zaproponowano wykorzystanie tego biodegradowalnego układu w agrotechnice i medycynie. Ponadto, za wynalazek ten przyznano wyróżnienie w II edycji ogólnopolskiego konkursu: „Eureka! DGP – Odkrywamy polskie wynalazki” w 2013 roku.

Dodatkowo, zaproponowano oryginalne zastosowanie opracowanych układów na bazie CMS/CMC jako modelu skóry ludzkiej do badań adhezji samoprzylepnych plastrów medycznych [H-P6]. Tradycyjnie do badań oddziaływań materiału ze skórą ludzką wykorzystuje się preparowaną skórę zwierząt (np. świń i królików - co budzi wątpliwości natury etycznej) lub materiały polimerowe poliuretanowe, silikonowe lub elastomerowe. Skóra ludzka jest tworem złożonym, o właściwościach zależnych m.in. od zawartości wilgoci (poziomu nawilżenia skóry) [1]. Stosowane tradycyjnie materiały mające imitować ludzką skórę nie oddają tej zależności. Wykorzystanie zaproponowanej folii hydrofilowej częściowo znosi te ograniczenia. Testowano plastry z warstwą klejącą na bazie poliakrylanów, silikonów oraz kauczuku, tj. najpowszechniej stosowane typy klejów w plastrach medycznych. Co istotne, uzyskane wartości adhezji wspomnianych materiałów do nowego modelu skóry były bardzo zbliżone do tych uzyskanych dla skóry ludzkiej.

W publikacji [H-M10] po raz pierwszy opisano wykorzystanie pochodnej karboksymetylenowej skrobi jako składnika warstwy adhezyjnej dwustronnej taśmy samoprzylepnej, zastępując tym samym część polimeru akrylowego polimerem pochodzenia naturalnego. Produkt ten potencjalnie nadaje się do zastosowania w przemyśle papierniczym, gdzie konieczne jest zastosowanie taśm dwustronnych do łączenia rolek papieru. Po użyciu, miejsce klejenia odcina się wraz z nadatkiem papieru i zawraca do układu, oddzielając wcześniej frakcję nierozpuszczalną w wodzie. Zastosowanie kleju rozpuszczalnego w wodzie pozwoliłoby na uproszczenie tego procesu. Roztwór wodny 2% wag. CMS o stopniu podstawienia 0,9 wymieszano z usieciowanym poli(kwasem akrylowym). Otrzymano w ten sposób układy zawierające 0,1 do 10% wag. CMS, które nanoszono następnie z dwóch stron na nośnik dyspergowalny w wodzie. Uzyskane taśmy dwustronne testowano pod kątem adhezji przy odrywaniu (ang. *peel adhesion*), kleistości (ang. *tack*) i wytrzymałości na ścinanie (ang. *dynamic shear adhesion*) wykorzystując papier różnego rodzaju, tj. gazetowy, pakowy, kredowy, faksowy oraz toaletowy. Wraz ze wzrostem zawartości pochodnej skrobiowej w kleju zanotowano wzrost wartości zarówno kleistości jak i adhezji przy odrywaniu - dla każdego rodzaju papieru. Jest to prawdopodobnie wynikiem tworzenia wiązań wodorowych między grupami karboksylowymi i hydroksylowymi obecnymi w łańcuchach zastosowanych polimerów. Najwyższą

wartość obu parametrów zanotowano dla papieru faksowego, najniższą dla kredowego. Papier kredowy cechuje gładka powierzchnia i błyszczące wykończenie, stąd niższe wartości kleistości i adhezji przy odrywaniu. Wytrzymałość na ścinanie otrzymanych klejów badano przy wzroście temperatury w zakresie 70 do 240°C. Największy i najmniejszy spadek tego parametru odnotowano, odpowiednio dla układu zawierającego 0,1 i 10% wag. CMS. Wzrost temperatury skutkuje zwiększoną mobilnością łańcuchów. Obecność wiązań wodorowych powoduje ograniczenie tej mobilności, co zaobserwowano dla kleju o największej zawartości CMS - układu cechującego się największą stabilnością termiczną. Zbadano również czas rozpuszczania otrzymanych układów w wodzie i roztworach o podwyższonym pH (9 i 11), jakie stosuje się w przemyśle papierniczym. Przy każdym stosowanym pH zaobserwowano, że ze wzrostem zawartości pochodnej skrobiowej w układzie czas rozpuszczania się wydłużał. Ponadto, w roztworach zasadowych był on krótszy niż w wodzie, co jest skutkiem częściowej neutralizacji grup kwasowych. Warto nadmienić, że najdłuższy zanotowany czas rozpuszczania (10% wag. CMS, w wodzie) wyniósł ok. 4,5 min, co jest wartością kwalifikującą badany układ do wykorzystania w przemyśle papierniczym. Wynalazek ten zyskał ochronę patentową w Polsce [**H-P7**].

#### **Podsumowanie – elementy nowości naukowej**

Część wyników realizowanych przeze mnie badań (niektóre o charakterze interdyscyplinarnym) dotyczących modyfikowanych materiałów skrobiowych, głównie na bazie karboksymetyloskrobi, cechuje możliwość wykorzystania ich w przemyśle. Zawierają one także aspekty nowości naukowej, do których należy zaliczyć:

- wykorzystanie folii na bazie skrobi jako nośnika substancji zapachowej (o spowolnionym uwalnianiu);
- otrzymanie i charakterystyka folii hydrofilowych na bazie karboksymetyloskrobi sieciowanej kwasem cytrynowym;
- określenie wpływu celulozy mikrokrystalicznej na właściwości fizykochemiczne folii na bazie skrobi ziemniaczanej oraz karboksymetyloskrobi i karboksymetylocelulozy (sieciowanych kwasem cytrynowym);
- określenie wpływu montmorylonitu oraz dodatku karboksymetylocelulozy na właściwości fizykochemiczne folii na bazie karboksymetyloskrobi;
- zastosowanie folii na bazie skrobi lub jej pochodnej jako nośnika warstwy adhezyjnej taśmy samoprzylepnej;
- zastosowanie folii na bazie karboksymetyloskrobi i karboksymetylocelulozy jako modelu skóry ludzkiej do badań właściwości adhezyjnych plastrów medycznych;

- zbadanie i określenie wpływu rodzaju i zawartości montmorylonitu na lepkość wodnych układów CMS o różnym stopniu podstawienia;
- przedstawienie możliwości modyfikacji lepkości wodnych zawiesin CMS (o niskim stopniu podstawienia) i montmorylonitu poprzez wstępne dyspergowanie nanonapełniacza z wykorzystaniem sonifikacji.
- opracowanie dwóch metod otrzymywania mikrocząstek na bazie karboksymetyloskrobi i charakterystyka produktów, łącznie z propozycją ich praktycznego wykorzystania;
- zbadanie i opracowanie mechanizmu uwalniania herbicydu (izoproturonu) z mikrocząstek na bazie CMS/MMT;
- zastosowanie karboksymetyloskrobi w kleju taśmy samoprzylepnej oraz opisanie jej wpływu na właściwości adhezyjne.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

W 1997 r. rozpoczęłam dzienne studia magisterskie na kierunku Technologia Chemiczna (specjalność „Technologia polimerów”) na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej. W 2002 r. uzyskałam, z oceną bardzo dobrą, tytuł zawodowy magistra inżyniera składając pracę dyplomową pt. „*Polimery hydrofilowe zawierające atom azotu – ocena współczynnika tarcia*”, której opiekunem był prof. dr hab. inż. Tadeusz Spychaj.

Po ukończeniu studiów magisterskich, od października 2002 r. realizowałam w Instytucie Polimerów (WTiCh, Politechnika Szczecińska) pracę doktorską pt. „*Hydrofobizowane uretanowe termoplastyczne pochodne skrobi*”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Tadeusz Spychaj. W wyniku realizacji pracy doktorskiej powstały cztery publikacje, których byłam współautorką, w tym dwie o charakterze przeglądowym i dwie przedstawiające rezultaty przeprowadzonych przeze mnie badań:

1. Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, **2005**, „*Urethane-urethane and urea-urethane thermoplastic starch derivatives – comparison of physicochemical properties*”, E-Polymers 2005 P\_072.
2. Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, **2006**, „*Termoplastyfikacja skrobi na drodze wylączania w obecności plastyfikatorów*”, Polimery, 51, 325-332
3. Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, **2007**, „*Chemical modification of starch with hexamethylene diisocyanate derivatives*”, Carbohydrate Polymers, 70, 334-340.
4. Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, **2008**, „*Chemiczna modyfikacja skrobi na drodze reaktywnego wylączania*”, Polimery, 53, 268-275.

Wynikiem realizowanych przeze mnie badań był również wynalazek, który zyskał ochronę patentową w Polsce:

5. Tadeusz Spychaj, Katarzyna Wilpiszewska, Stanisława Spychaj, **2009**, „*Sposób otrzymywania termoplastycznych hydrofobowych polimerów skrobiowych*”, patent nr **PL 203055**.

Ponadto, wyniki realizowanych prac badawczych opublikowano w monografiach:

6. Tadeusz Spychaj, Katarzyna Wilpiszewska, **2004**, “*Chemical modification of starch towards thermoplastic urethane derivatives*”, rozdział 26 w: „Starch: progress in structural studies, modifications and applications” ed. P. Tomasik, V.P. Yuryev, E. Bertoft”, Polish Society of Food Technologists', Częstochowa , pp. 365-372.

7. Tadeusz Spychaj, Katarzyna Wilpiszewska, Stanisława Spychaj, **2007**, “*Starch-urethane polymers: physicochemical aspects, properties, application*”, rozdział w: “Engineering biopolymers: homopolymers, blends and composites”, ed. S. Fakirov, Hanser Publ., pp. 155-191;

8. Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, **2007**, “*Thermoplastic urethane derivatives of starch and aliphatic isocyanate*”, rozdział 30 w: “Starch: progress in basic and applied science”, ed. P. Tomasik, V.P. Yuryev, E. Bertoft, Polish Society of Food Technologists', Częstochowa, pp. 373-381;

W trakcie studiów doktoranckich brałam udział w dwóch projektach badawczych jako główny wykonawca: w projekcie promotorskim 3T09B07829 pt.: “*Hydrofobizowane uretanowe termoplastyczne pochodne skrobi*”, realizowanym w latach 2005 - 2006 oraz w projekcie zamawianym PBZ–KBN-070/T09/2001/15 pt.: „*Materiały polimerowe z odnawialnych surowców – fizykochemiczne podstawy nowych technologii*”, realizowanym w latach 2004 - 2006.

W 2007 r. ukończyłam kurs doskonalenia pedagogicznego dla asystentów uczelni (Instytut Ekonomii i Zarządzania, Politechnika Szczecińska).

Od lutego 2007 r. do sierpnia 2007 r. byłam zatrudniona na stanowisku asystenta w Instytucie Polimerów, na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej.

We wrześniu 2007 r. na mocy decyzji Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej uzyskałam stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej (specjalność „Technologia polimerów”).

Od września 2007 r. byłam zatrudniona na stanowisku badawczo-rozwojowym w laboratorium amerykańskiej firmy GRACE Sp. z o. o. w Poznaniu. Prowadziłam tam badania nad modyfikacją surowców pochodzenia naturalnego w celu wykorzystania ich jako uplastyczniającej domieszki do betonu. Dwukrotnie odbyłam sześciotygodniowe staże zagraniczne: w Bostonie (USA, w 2007 r.) w siedzibie i głównym laboratorium firmy, oraz w Luedge (Niemcy, w 2008 r.) w zakładzie produkującym domieszki do betonu. W firmie GRACE byłam członkiem dużego międzynarodowego zespołu badawczego, a także kierowałam projektem skutkującym otrzymaniem nowej domieszki do

betonu (na bazie biodegradowalnego produktu ubocznego) pozwalającej ograniczyć dodatek wody technologicznej. Ponadto, w sierpniu 2008 r. miałam możliwość wygłoszenia i prezentacji wyników swojej pracy przed ogólnosiwiatowym forum zarządu oraz pracowników i współpracowników firmy podczas tzw., „GRACE Global Days” w Annapolis (USA). W Poznaniu natomiast odbyłam szkolenie „Prezentacje publiczne” (Perfect Training, 2008 r.), a także liczne szkolenia wewnątrzfirmowe dotyczące szeroko rozumianych zagadnień bezpieczeństwa i etyki pracy.

Od października 2010 r. jestem zatrudniona jako adiunkt w Instytucie Polimerów na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. W październiku 2016 r. objęłam stanowisko kierownika Laboratorium Materiałów Polimerowych Pochodzenia Naturalnego w Instytucie Polimerów (WTiCh, ZUT w Szczecinie).

Moja aktywność naukowa (poza tą opisaną w p. 4) dotyczy także otrzymywania nowych materiałów na bazie polimerów i związków pochodzenia naturalnego oraz ich wykorzystania, skutkujących publikacjami i patentami lub zgłoszeniami patentowymi:

[M1] Agnieszka Dąbrowska, Tadeusz Spychaj, Katarzyna Wilpiszewska, **2012**, „*Kompozytowe materiały ligninowe. Otrzymywanie i charakterystyka*”, Przemysł Chemiczny, 91, 11, 2219-2224.

[M2] Szymon Kugler, Tadeusz Spychaj, Katarzyna Wilpiszewska, Krzysztof Gorący, Zofia Lendzion-Bieluń, **2013**, „*Starch-graft Copolymers of N-Vinylformamide and acrylamide modified with montmorillonite manufactured by reactive extrusion*”, Journal of Applied Polymer Science, 127, 4, 2847-2854.

[M3] Jarosław Serafin, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, Zbigniew Czech, **2018**, „*Preparation of activated carbon from the biodegradable film for CO<sub>2</sub> capture applications*”, Polish Journal of Chemical Technology, 20, 75-80.

[M4] Mariusz W. Malko, Adrian K. Antosik, Agnieszka Wróblewska, Zbigniew Czech, Katarzyna Wilpiszewska, Piotr Miądlicki, Beata Michalkiewicz, **2017**, „*Montmorillonite as the catalyst in oxidation of limonene with hydrogen peroxide and in isomerization of limonene*”, Polish Journal of Chemical Technology, 19, 50-58

[P1] Agnieszka Wróblewska, Beata Michalkiewicz, Jarosław Serafin, Jacek Młodzik, Alicja Gwarecka, Piotr Miądlicki, Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, **2019**, „*Sposób utleniania limonenu*”, patent nr **PL 231108**, Urząd Patentowy RP.

[Z1] Zbigniew Czech, Tadeusz Spychaj, Katarzyna Wilpiszewska, Adrian K. Antosik, **2014**, „*Biodegradowalna taśma samoprzylepna i sposób wytwarzania biodegradowalnej taśmy samoprzylepnej*”, zgłoszenie patentowe nr **P.408007**, data publikacji BUP 26.10.2015.

[Z2] Krzysztof Kowalczyk, Katarzyna Wilpiszewska, 2014, „*Farba do podłoży metalowych, drewnianych i z tworzyw sztucznych oraz sposób wytwarzania farby do podłoży metalowych, drewnianych i z tworzyw sztucznych*”, zgłoszenie patentowe nr **P.407652**, data publikacji BUP 28.09.2015.

[Z3] Katarzyna Wilpiszewska, Magdalena Zdanowicz, 2016, „*Sposób otrzymywania biodegradowalnych folii rozpuszczalnych w wodzie oraz biodegradowalna folia rozpuszczalna w wodzie*”, zgłoszenie patentowe nr **P.419929**, data publikacji BUP 2.07.2018.

[Z4] Agnieszka Wróblewska, Ewa Drewnowska, Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, 2016, „*Zapachowa folia na bazie skrobi ziemniaczanej i sposób otrzymywania zapachowej folii na bazie skrobi ziemniaczanej*”, zgłoszenie patentowe nr **P.416460**, data publikacji BUP 25.09.2017.

[Z5] Agnieszka Wróblewska, Ewa Drewnowska, Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, 2016, „*Biodegradowalna folia na bazie skrobi ziemniaczanej i sposób otrzymywania biodegradowalnej folii na bazie skrobi ziemniaczanej*”, zgłoszenie patentowe nr **P.416209**, data publikacji BUP 28.08.2017.

[Z6] Beata Michalkiewicz, Jarosław Serafin, Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, 2016, „*Sposób adsorpcji CO<sub>2</sub> z wykorzystaniem węgla aktywnego jako adsorbentu*”, zgłoszenie patentowe nr **P.418158**, data publikacji BUP 12.02.2018.

[Z7] Beata Michalkiewicz, Jarosław Serafin, Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, 2016, „*Sposób wytwarzania węgla aktywnego*”, zgłoszenie patentowe nr **P.418159**, data publikacji BUP 12.02.2018.

[Z8] Beata Michalkiewicz, Jarosław Serafin, Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, 2016, „*Sposób wytwarzania węgla aktywnego*”, zgłoszenie patentowe nr **P.418425**, data publikacji BUP 26.02.2018.

[Z9] Katarzyna Wilpiszewska, 2017, „*Hydrożelowa folia biodegradowalna i sposób otrzymywania hydrożelowej folii*”, zgłoszenie patentowe nr **P.421679**, data publikacji BUP 3.12.2018.

[Z10] Agnieszka Wróblewska, Piotr Miądlicki, Mariusz W. Malko, Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Katarzyna Wilpiszewska, 2017, „*Sposób izomeryzacji limonenu*”, zgłoszenie patentowe nr **P.423548**.

[Z11] Zbigniew Czech, Adrian K. Antosik, Magdalena Zdanowicz, Katarzyna Wilpiszewska, 2018, „*Opatrunek na skórę ze świeżo wykonanym tatuażem*”, zgłoszenie patentowe nr **P.427634**.

[Z12] Katarzyna Wilpiszewska, Beata Schmidt, 2019, „*Sposób otrzymywania folii rozpuszczalnych w wodzie oraz folie rozpuszczalne w wodzie*”, zgłoszenie patentowe nr **P.428717**.



Brałam także udział w badaniach z zakresu otrzymywania i modyfikacji tworzyw sztucznych:

[M5] Ryszard Pilawka, Krzysztof Gorący, Katarzyna Wilpiszewska, **2014**, „*High-performance isocyanate-epoxy materials*”, *Pigment & Resin Technology*, 43, 6, 332-340.

[M6] Ryszard Pilawka, Krzysztof Gorący, Beata Schmidt, Jolanta Janik, Katarzyna Wilpiszewska, **2012**, „Badanie procesu sieciowania mieszanin żywica epoksydowa/żywica winyloestrowa”, *Przemysł Chemiczny*, 91, 6, 1251-1254

[M7] Jolanta Janik, Ryszard Pilawka, Krzysztof Gorący, Katarzyna Wilpiszewska, Beata Schmidt, **2013**, „*Właściwości mieszanin poli(tereftalanu trietylenu) i polietylenu o niskiej gęstości*”, *Przemysł Chemiczny*, 92, 11, 1984-1986.

[P2] Magdalena Janus, Katarzyna Wilpiszewska, Antoni W. Morawski, Ewelina Kusiak-Nejman, **2017**, „*Sposób otrzymywania polietylenu o podwyższonej wytrzymałości na rozciąganie*”, patent nr **PL 226288**, Urząd Patentowy RP.

Ponadto, zajmowałam się zastosowaniem technik mikroskopowych do oceny wybranych właściwości otrzymanych materiałów:

[M8] Sylwia Mozia, Dominika Darowna, Aleksander Orecki, Rafał Wróbel, Katarzyna Wilpiszewska, Antoni W. Morawski, **2014**, „*Microscopic studies on TiO<sub>2</sub> fouling of MF/UF polyethersulfone membranes in a photocatalytic membrane reactor*”, *Journal of Membrane Science*, 470, 356-368

Jestem również współautorką artykułów przeglądowych dotyczących modyfikacji skrobi ziemniaczanej w kierunku pochodnej karboksymetylowej o średnim i wysokim stopniu podstawienia, a także wykorzystania cieczy jonowych lub cieczy głęboko eutektycznych do plastyfikacji/modyfikacji skrobi. Były to jedne z pierwszych publikacji systematyzujących podane zagadnienia, wykazujące również wartość dydaktyczną (opracowanie dotyczące zastosowania cieczy głęboko eutektycznych jest jednym z najczęściej czytanych artykułów tego czasopisma w ostatnich 90 dniach [2]).

[M9] Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, **2011**, „*Ionic liquids: Media for starch dissolution, plasticization and modification*”, *Carbohydrate Polymers*, 86, 2, 424-428.

[M10] Tadeusz Spychaj, Katarzyna Wilpiszewska, Magdalena Zdanowicz, **2013**, „*Medium and high substituted carboxymethyl starch: Synthesis, characterization and application*”, *Starch*, 65, 1-2, 22-33.

[M11] Magdalena Zdanowicz, Katarzyna Wilpiszewska, Tadeusz Spychaj, **2018**, „*Deep eutectic solvents for polysaccharides processing. A review*”, *Carbohydrate Polymers*, 200, 316-380

Dotychczas otrzymałam czterokrotnie nagrodę Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (dwa razy za osiągnięcia naukowe w 2014 i 2017 r., oraz za osiągnięcia dydaktyczne w 2014 r. i organizacyjne w 2018 r.)

Zrecenzowałam 18 anglojęzycznych publikacji w czasopismach naukowych: „*Starch*” (2013, 2014, 2015 i 2017 r.), „*Carbohydrate Polymers*” (2015, 2016 i 2017 r.), „*Polish Journal of Chemical Technology*” (2014 i 2015 r.), „*Journal of the Chemical Society of Pakistan*” (2015 r.), „*International Journal of Food Science and Technology*” (2016 r.), „*Advances in Polymer Technology*” (2017 r.), „*Journal of Polymers and the Environment*” (2017 r.), „*International Journal of Food Properties*” (2017 r.), „*European Journal of Wood and Wood Products*” (2017 r.), „*ACS Sustainable Chemistry and Engineering*” (2018 r.) oraz „*Biomacromolecules*” (2018 r.).

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora brałam udział w dwóch projektach badawczych: w krajowym projekcie własnym „*Karboksymetyloskrobia: technologia otrzymywania, charakterystyka fizykochemiczna i badania nad stosowaniem*” oraz w projekcie „*TransCond*” w ramach Programu Ramowego UE. Wyniki projektu „*TransCond*” zostały wdrożone w firmach „*Kolor Mix*” („*Qually*”) w Krotoszynie oraz w „*TBA Protective Solution*” w Wielkiej Brytanii.

Byłam trzykrotnie (w tym dwa razy przed uzyskaniem stopnia doktora) członkiem komitetu organizacyjnego krajowych konferencji naukowych z serii „*Materiały Polimerowe – Pomerania Plast*” (2004, 2007 i 2016 r.), członkiem komitetu organizacyjnego Seminarium Naukowego „*Aktualne trendy w rozwoju technologii materiałów polimerowych*” w 2011 r., a także członkiem komitetu organizacyjnego konferencji międzynarodowej „*Pressure-Sensitive Adhesives and Adhesive Materials - Research, Development, Technology and Application*” (2017 r.). W 2013 r. byłam sekretarzem konferencji naukowej „*Materiały Polimerowe – Pomerania Plast '2013*” w Międzyzdrojach, a obecnie jestem współorganizatorem tegorocznej edycji konferencji z tego cyklu.

Zrealizowałam 4 prace badawcze na rzecz przedsiębiorstw (dla firm: Lamiforte Sp. z o. o., Keytrade Polska Sp. z o. o., ST<sup>3</sup> Offshore Sp z o. o., Plastica Sp. z o. o.). Ponadto, przygotowałam jedną ekspertyzę zamawianą dla przedsiębiorstwa z branży technologii polimerów (Eurotermika, Stargard Szczeciński).

Od 2016 r. jestem członkiem Rady Instytutu Polimerów (WTiCh, ZUT w Szczecinie).

Byłam promotorem lub opiekunem pomocniczym 12 prac dyplomowych (w tym 4 przed uzyskaniem stopnia doktora) z zakresu technologii materiałów polimerowych, w tym 8 prac magisterskich. Jedna z prac, dotycząca folii otrzymywanych na bazie pochodnych karboksymetylowych skrobi (mgr inż. Adrian Krzysztof Antosik, 2013 r.), zdobyła I nagrodę w VI edycji konkursu na najlepszą pracę magisterską w kategorii nowoczesnych technologii i innowacji, organizowanym przez Regionalne Centrum Innowacji i Transferu Technologii w Szczecinie. Byłam recenzentem sześciu prac dyplomowych. Ponadto przewodniczyłam ośmiokrotnie dyplomowym komisjom egzaminacyjnym.

Przygotowałam i prowadziłam następujące rodzaje zajęć dydaktycznych:

a) wykłady

- „*Polimery a środowisko*”, Ochrona Środowiska, sem. V, w latach 2011/2012, 2014/2015.
- „*Elementy chemii organicznej*”, Inżynieria Materiałowa, sem. II, w latach 2010÷2013,
- „*Właściwości i badanie biopolimerów i biomateriałów*”, Technologia Chemiczna, sem. II (S2), w latach 2013/2014, 2016/2017.
- „*Właściwości i badanie materiałów polimerowych*”, Technologia Chemiczna, sem. II (S2), w roku 2016/2017.
- „*Recykling materiałów*”, Nanotechnologia, sem. IV, w roku 2014/2015.
- „*Chemia polimerów*”, Chemia, sem. VI, w roku 2016/2017.

b) zajęcia audytoryjne i projektowe

- „*Projekt technologiczny*”, Technologia Chemiczna, sem. I (S2) w roku 2013/2014.
- „*Podstawy technologii i syntezy polimerów i żywic reaktywnych*”, Nanotechnologia, sem. III, w roku 2014/2015;

c) zajęcia laboratoryjne

- „*Wybrane zagadnienia z technologii polimerów*”, Technologia Chemiczna, sem. IV, w latach 2010÷2017;
- „*Technologia polimerowych materiałów naturalnych i syntetycznych*”, Technologia Chemiczna, sem. V, w roku 2016/2017;
- „*Przemysłowe laboratorium syntezy i przetwórstwa tworzyw, włókien i elastomerów*”, Technologia Chemiczna, sem. I (S2), w latach 2010÷2015;
- „*Technologia chemiczna – procesy przemysłowej syntezy polimerów*”, Technologia Chemiczna, sem. II (S2), w latach 2010÷2012, 2016/2017;
- „*Właściwości i badanie biopolimerów i biomateriałów*”, Technologia Chemiczna, sem. II (S2), w latach 2013/2014, 2016/2017;
- „*Właściwości i badanie materiałów polimerowych*”, Technologia Chemiczna, sem. II (S2), w roku 2016/2017;
- „*Polimery a środowisko*”, Ochrona Środowiska, sem. V, w latach 2010÷2015;
- „*Techniki i technologie przetwórstwa*”, Nanotechnologia, sem. IV, w latach 2013/2014;
- „*Technologia nanokompozytów polimerowych*”, Nanotechnologia, sem. VI, w roku 2016/2017;
- „*Chemia polimerów*”, Chemia, sem. VI, w latach 2016/2017.

Moja aktywność w zakresie popularyzacji nauki obejmowała współorganizowanie i prowadzenie zajęć w ramach „Nocy Naukowców” (2012 r.) na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej, ZUT w Szczecinie, a także przygotowanie i przeprowadzenie wykładów i zajęć laboratoryjnych dla grup uczniów szkół ponadgimnazjalnych (2014 i 2017 r.). Ponadto dwukrotnie prowadziłam zajęcia dla dzieci z przedszkola „Liwena” w Szczecinie (2013 r.).

**Podsumowując, mój dorobek naukowy obejmuje autorstwo lub współautorstwo:**

- 25 artykułów (w tym 4 przed doktoratem) w czasopismach cytowanych w JCR, z czego 23 w czasopismach z *Impact Factor* w roku wydania (sumaryczny IF z roku publikacji wynosi **41,96**, z czego dla publikacji po doktoracie IF = **39,04**, liczba cytowań obcych wg Web of Science: **261**);
- 4 rozdziały monografii naukowych (w tym 3 przed uzyskaniem stopnia doktora);
- 40 prac prezentowanych w formie wystąpień ustnych lub posterów na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych (w tym 9 przed uzyskaniem stopnia doktora);
- 10 patentów (w tym 1 przed uzyskaniem stopnia doktora) oraz 12 zgłoszeń patentowych.

**Literatura**

[1] A. Dąbrowska, G. M. Rotaru, F. Spano, Ch. Affolter, G. Fortunato, S. Lehmann, S. Derler, N. D. Spencer, R. M. Rossi, *A water-responsive, gelatine-based human skin model*, Tribology International 2017, 113, 316-322.

[2] <https://www.journals.elsevier.com/carbohydrate-polymers/most-downloaded-articles>, z dnia 7 lutego 2019 r.

*K. Wilpiżewska*