

dr inż. Joanna Kobus-Cisowska
Katedra Technologii Żywności Człowieka
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ZAŁĄCZNIK 2

AUTOREFERAT
DOTYCZĄCY DZIAŁALNOŚCI NAUKOWO-BADAWCZEJ

Kobus-Cisowska

Poznań 2017

Spis treści

A. DANE OSOBOWE

A.1. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE

A.2. INFORMACJE O ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

B. DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWO-BADAWCZA

B.1. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

B.1.1. Omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników wskazanego osiągnięcia

B.1.1.1. Wprowadzenie

B.1.1.2. Cel pracy i koncepcja realizacji badań

B.1.1.3. Część doświadczalna

B.1.1.4. Wyniki

B.1.1.5. Wnioski i stwierdzenia

B.1.1.6. Piśmiennictwo

B.2. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

B.2.1. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych przed uzyskaniem stopnia doktora

B.2.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych po uzyskaniu stopnia doktora

C. PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI NAUKOWO-BADAWCZEJ

D. ZESTAWIENIE DOROBKU PUBLIKACYJNEGO

A. DANE OSOBOWE

Imię i nazwisko: Joanna Kobus-Cisowska

Miejsce pracy: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Technologii Żywienia Człowieka
ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

A.1. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE

- 2009 – stopień doktora nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia, specjalność: żywienie człowieka, Wydział Technologii Żywności, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu;
- tytuł pracy doktorskiej: „Właściwości przeciwutleniające ekstraktów z liści miłorzębu dwuklapowego”; praca została wyróżniona przez Radę Wydziału Technologii Żywności
 - promotor: prof. dr hab. Ewa Flaczyk
- 2004 – tytuł magistra inżyniera – specjalność: technologia żywienia człowieka, kierunek: żywienie człowieka, Wydział Technologii Żywności, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu,
- temat pracy magisterskiej: „Właściwości funkcjonalne hydrolizatów białkowych”
 - promotor: prof. dr hab. Ewa Flaczyk

INNE POSIADANE DYPLOMY

- dyplom ukończenia Studium Przygotowania Pedagogicznego, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, 2003–2004
- dyplom ukończenia, certyfikat, studia podyplomowe „Menedżer Projektu Badawczo-Rozwojowego”, Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu, 2012–2013

A.2. INFORMACJE O ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

- od października 2009 do chwili obecnej – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Katedra Technologii Żywienia Człowieka, adiunkt

- od października 2004 do września 2009 – Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Katedra Technologii Żywnienia Człowieka, asystent

B. DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWO-BADAWCZA

- B.1. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

Moim osiągnięciem, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, jest monografia zatytułowana „Liście i owoce morwy białej (*Morus alba* L.) jako potencjalne źródło składników kształtujących wybrane właściwości prozdrowotne żywności”

Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 2017

B.1.1. Omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników wskazanego osiągnięcia

B.1.1.1. Wprowadzenie

Choroby cywilizacyjne stanowią jeden z podstawowych problemów zdrowotnych, społecznych i ekonomicznych. Nielezione są przyczyną niesprawności, zwiększonej śmiertelności i pogorszenia się jakości życia społeczeństwa. Patogeneza większości chorób jest złożona i wieloczynnikowa, lecz wspólną istotną rolę odgrywają tu czynniki środowiskowe i nieprawidłowy styl życia – ograniczenie codziennej aktywności fizycznej, nieodpowiednio zbilansowana i wysokoenergetyczna dieta składająca się z żywności wysoko przetworzonej, ubogiej w składniki biologicznie aktywne. Dlatego istotne jest opracowywanie nowej żywności zapobiegającej powstawaniu chorób lub wspomagającej terapię i poprawiającej stan zdrowia pacjenta. Taka żywność musi spełniać wymagania jakościowe zarówno chemiczne i fizyczne, jak i mikrobiologiczne stawiane produktom spożywczym, aby jej stosowanie było bezpieczne.

Przedmiotem wielu prac naukowych w tym zakresie jest poszukiwanie nowych surowców roślinnych, bogatych w naturalne związki bioaktywne o swoistym działaniu ukierunkowanym na wspomaganie leczenia, które mogłyby być składnikami żywności.

Morwa biała (*Morus alba* L.) pochodzi z Chin, Japonii i Indii. W Polsce występuje najczęściej morwa biała odmiany Wielkolistna Żółwińska, natomiast w krajach azjatyckich spotyka się inne gatunki, takie jak morwa czerwona (*Morus rubra* L.) i czarna (*Morus nigra* L.)

oraz wiele innych odmian. Według historycznych źródeł wszystkie części morwy, a więc owoce, liście i kora, były wykorzystywane w medycynie już 3 tysiące lat p.n.e. W literaturze są doniesienia o korzystnym oddziaływaniu preparatów z liści i owoców morwy w takich schorzeniach jak: cukrzyca, nadciśnienie, otyłość, choroba Parkinsona, choroby neurodegeneracyjne, miażdżycy czy nowotwory (Ann i in. 2015, Chang i in. 2016, Dat i in. 2010, Kang i in. 2006, Kobayashi i in. 2010, Mahmoud 2013, Nazari i in. 2013, Qin i in. 2015, Riviere i in. 2014, Wilson i Islam 2015, Bahman i Golboo 2009). Działanie to wynika z obecności wielu związków o aktywności biologicznej. W literaturze wskazuje się na obecność w morwie związków polifenolowych, a wśród nich: flawonoidów np. 3 (6-malonyloglikozydu) kwercetyny, 3-(6-malonyloglikozydu) kemferolu, rutyny, izokwercetyny, astragaliny, pochodnych moracetyny oraz innych glikozydów. Preparaty z morwy są również źródłem tanin i kumaryn (skopolina oraz skimina). W liściach i owocach morwy oznaczono obecność licznych fenolokwasów (kwas chlorogenowy, kwas kawowy, kwas hydroksybenzoesowy czy ferulowy). Ponadto wykazano, że morwa zawiera terpeny, takie jak cytral, octan linalolu, linalol czy cis-3-heksen-1-ol, oraz steroidy, np. β -sitosterol (Sánchez-Salcedo i in. 2016, Radojković i in. 2016, Raman i in. 2016, Song i in. 2009, Thabtia i in. 2013, Butkhup i in. 2013). Istotnymi składnikami aktywnymi morwy z farmakologicznego punktu widzenia są alkaloidy mogące mieć wpływ na metabolizm węglowodanów: 1,5-dideoksy-1,5-imino-D-sorbitol (DNJ) oraz jego pochodne. Różnorodność i specyfika związków wchodzących w skład liści, korzeni, owoców i kory morwy ma wpływ na aktywność przeciwutleniającą i prozdrowotną w układach modelowych oraz biologicznych, co wielokrotnie wykazano w dostępnej literaturze.

Preparaty z morwy mają udokumentowane działanie u osób zagrożonych cukrzycą. W badaniach Andallu i in. (2014) oceniano działanie przeciw cukrzycowe sproszkowanych liści morwy. Wykazano znaczące obniżenie stężenia glukozy we krwi u osób przyjmujących morwę, przy czym referencyjny lek glibenklamid wywoływał niewielkie obniżenie poziomu glukozy. Zaobserwowano również, że leczenie morwą znacznie zmniejszyło w surowicy krwi stężenie cholesterolu całkowitego, triglicerydów oraz cholesterolu frakcji LDL, podczas gdy poziom frakcji cholesterolu HDL się podwyższył. Jeszka-Skowron i in. (2014) wykazali w badaniach na szczurach kluczowe mechanizmy związane z efektem biologicznie aktywnych składników morwy w modulacji metabolizmu glukozy: korygowanie hiperglikemii, zwiększenie wydzielania insuliny, a także poprawę statusu antyoksydacyjnego organizmu. Badania Kojima i in. (2009) potwierdziły hamowanie przez ekstrakty z morwy aktywność α -amylazy. W badaniach Nazari i in. (2013) z udziałem szczurów stwierdzono wpływ liści morwy na parametry wątrobowe i na wzrost poziomu insuliny w surowicy krwi szczurów z cukrzycą. Preparaty z morwy wykazują też działanie hipotensyjne korzystne w leczeniu chorób związanych z nadciśnieniem. W badaniach Wilson i Islam (2015) został potwierdzony wpływ morwy na poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi szczurów oraz stężenie frakcji LDL cholesterolu i triacyloglicerole.

Kobayashi i in. (2010) udowodnili wpływ ekstraktu wodnego z liści morwy na obniżenie poziomu triacylogliceroli w osoczu krwi i spadek stężenia nieestryfikowanych kwasów tłuszczowych. Wyniki te sugerują, że morwa biała przynosi korzystne efekty hipolipidemiczne. Wielokrotnie podkreślano wpływ cytotoksyczny morwy na komórki nowotworowe. W badaniach Choi i Hwang (2005) wykazano korzystne oddziaływanie ekstraktu metanolowego z liści morwy na nowotworowe komórki typu alfa (TGF) w makrofagach RAW264.7 linii komórkowych myszy. Qin i in. (2015) potwierdzili cytotoksyczność pojedynczych polifenoli wyizolowanych z liści *Morus alba* wobec komórek HL-60 ludzkiej ostrej białaczki promielocytowej. Inne badania dowiodły aktywności cytotoksycznej wobec komórek nowotworowych linii MCF-7 (rak piersi) oraz linii HT-29 (rak okrężnicy) (Khyade 2016). Dostępne są także doniesienia o korzystnym wpływie liści morwy na obniżanie ryzyka choroby Alzheimera. Kojima i in. (2012) potwierdzili wpływ metanolowego ekstraktu z liści morwy na aktywność hamowania esterazy acetylocholinowej. Prawdopodobnie ekstrakt z liści morwy hamuje tworzenie się białka β -amyloidu oraz osłabia jego neurotoksyczność (Niidome i in. 2007). Badania Srichaikul (2012) nad wpływem spożywania zmielonych liści morwy na funkcję pamięci poznawczej zostały potwierdzone za pomocą metody Sagel oraz Mini-Mental State Examination do oceny stopnia otępień. Aktywność preparatów z liści morwy i związków czynnych w nich zawartych wobec zaburzeń neurologicznych, takich jak choroba Alzheimera i choroba Parkinsona, potwierdzili w swoich badaniach Kang i in. (2006). Niidome i in. (2007) wykazali działanie neuroprotektoryjne liści morwy jako surowców bogatych w związki wpływające na hamowanie powstawania białka β amyloidu.

W badaniu przeprowadzonym przez Ping-Hsiao i in. (2010) potwierdzono korzystny wpływ ekstraktów morwy, które są bogate w związki fenolowe – w tym antocyjany – na indukcję enzymów antyoksydacyjnych oraz ilość białka β -amyloidu w mózgu szczurów. Zwierzęta miały lepszą pamięć w testach unikania odpowiedzi oraz zdolność uczenia się. Wyniki badań eksperymentalnych wskazują również na korzystny wpływ ekstraktu etanolowego z liści morwy na otyłość. W badaniach Oh i in. (2014) stwierdzono obniżenie masy ciała otyłych myszy, u których w diecie zastosowano ekstrakt z morwy.

Chociaż związki biologicznie aktywne morwy są dość dobrze poznane, nie wyjaśniono jak dotąd zależności między sposobem prowadzonej ekstrakcji z liści i owoców morwy a zawartością wymienionych powyżej związków w uzyskanym ekstrakcie i ich potencjałem przeciwutleniającym. Ponadto nie przeprowadzono do tej pory kompleksowej oceny wpływu związków wyekstrahowanych z morwy na aktywność acetylocholinoesterazy i butyrylocholinoesterazy oraz konwertazy angiotensyny I, a także oceny cytotoksyczności i genotoksyczności wobec wybranych linii komórkowych. Biorąc pod uwagę znaczną zawartość związków o charakterze przeciwutleniającym oraz wszystkie aspekty związane z udokumentowanym korzystnym oddziaływaniem składników morwy białej w układach

modelowych i w układach biologicznych, dobrym rozwiązaniem byłoby zastosowanie ekstraktów z liści morwy do produkcji nowej linii żywności o zaprojektowanych właściwościach prozdrowotnych. Do tej pory preparaty z liści morwy nie znalazły szerokiego zastosowania w produkcji żywności. Na rynku znajdują się nieliczne środki spożywcze zawierające liście morwy – głównie herbatki. Dlatego podjęto badania mające na celu sprawdzenie, jak otrzymane preparaty z morwy wpłyną na kształtowanie pojemności przeciwutleniającej oraz właściwości sensoryczne produktów wzbogaconych w ekstrakty. Ponieważ produkty zbożowe stanowią ważny element codziennej diety człowieka, postanowiono do badań wybrać właśnie te produkty. Produkty zbożowe, w tym pieczywo, dostarczają składniki niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu, takie jak: białka, sacharydy, składniki mineralne oraz substancje biologicznie aktywne (np. błonnik pokarmowy i witaminy).

B.1.1.2. Cel pracy i koncepcja realizacji badań

Celem głównym pracy była ocena przydatności liści oraz owoców morwy białej jako źródła składników kształtujących właściwości prozdrowotne żywności poprzez analizę związków aktywnych, aktywności przeciwutleniającej oraz ocenę prozdrowotnego oddziaływania w układach modelowych. W związku z powyższym sformułowano cele szczegółowe, które odpowiadały na następujące hipotezy badawcze:

1. Sposób ekstrakcji wpływa na zawartość związków aktywnych w ekstraktach z liści i owoców morwy białej (*M. alba*). Zawartość ta jest zależna od rodzaju rozpuszczalnika.
2. Ekstrakty z liści i owoców morwy, przygotowane z użyciem różnych rozpuszczalników, wykazują zróżnicowaną aktywność przeciwutleniającą w układach modelowych i układach tłuszczowych.
3. Związki aktywne zawarte w ekstraktach z liści i owoców morwy mają zdolność do hamowania aktywności cholinesteraz oraz konwertazy angiotensyny I.
4. Ekstrakt wodny z liści morwy nie jest cytotoksyczny ani genotoksyczny i ma właściwości przeciwmutagenne.
5. Preparaty z morwy mogą być składnikiem pieczywa o atrakcyjnych walorach sensorycznych.

Zakres pracy:

- o Charakterystyka ekstraktów wodnych, acetonowo-wodnych oraz etanolowo-wodnych z liści i owoców morwy białej pod względem zawartości chlorofilu, karotenoidów, polifenoli ogółem, kwasów fenolowych i flawonoli.
- o Porównanie potencjału przeciwutleniającego ekstraktów z liści i owoców morwy mierzono metodami z użyciem rodnika DPPH i kationorodnika ABTS, chelatowaniem

metali, właściwościami redukującymi oraz określenie aktywności przeciwutleniającej w układach tłuszczowych w testach Rancimat i Oxidograph.

- o Ocena aktywności ekstraktów z liści i owoców morwy w hamowaniu aktywności cholinoesteraz oraz konwertazy angiotensyny.
- o Ocena cytotoksyczności, genotoksyczności i właściwości przeciwmutagennych ekstraktu wodnego wytworzonego w warunkach przemysłowych.
- o Charakterystyka składu i zawartości składników aktywnych, potencjału przeciwutleniającego, jakości mikrobiologicznej i sensorycznej pieczywa z dodatkiem ekstraktu z liści oraz owoców morwy białej.

B.1.1.3. Materiał badany

Materiałem do badań były liście morwy białej (*Morus alba* L.), odmiany Wielkolistnej Żółwińskiej, które zostały zebrane z plantacji Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu, w Zakładzie Doświadczalnym Pętkowo. Liście wraz z szypułkami wysuszono w temperaturze $60 \pm 1^\circ\text{C}$ i zmielono do postaci proszku o stopniu rozdrobnienia 0,8–0,08 mm (Katsube i in 2009). Susz z liści przechowywano w pojemnikach (PE) bez dostępu światła w temp. $4,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Owoce morwy pochodziły z upraw na terenie Chin (Zhejiang). Zastosowano suszenie owiewowe w temperaturze $65 \pm 1^\circ\text{C}$. Surowiec scharakteryzowano uwzględniając oznaczenie podstawowego składu chemicznego. Susz liści morwy: sucha masa $91,66 \pm 0,75\%$, popiół $13,24 \pm 0,36\%$, tłuszcz $3,12 \pm 0,09\%$, białko $18,22 \pm 0,03\%$, a suszony owoc morwy: sucha masa $84,23 \pm 1,09\%$, popiół $15,21 \pm 0,76\%$, tłuszcz $1,67 \pm 0,12\%$, białko $4,31 \pm 0,08\%$.

B.1.1.4. Wyniki

Charakterystyka ekstraktów wodnych, acetonowo-wodnych oraz etanolowo-wodnych z liści i owoców morwy białej

W pierwszej części badań otrzymano ekstrakty wodne, acetonowo-wodne i etanolowo-wodne z liści i owoców morwy białej. Poddano je ocenie pod kątem zawartości chlorofili, karotenoidów, polifenoli ogółem, kwasów fenolowych i flawonoli. Wyższe stężenia sumy chlorofili oraz karotenoidów stwierdzono w ekstraktach etanolowych, następnie acetonowo-wodnych, a najniższe w ekstraktach wodnych. Najwyższy poziom chlorofilu α odnotowano w ekstrakcie etanolowym z liści, a chlorofilu β wyższy w ekstraktach z liści niż z owoców. Ekstrakty z owoców morwy białej charakteryzowały się statystycznie istotnie niższym poziomem zawartości związków reagujących z odczynnikami Folina-Ciocalteu, a ekstrakty etanolowe największą wydajnością ekstrakcji.

W kolejnej części badań scharakteryzowano skład jakościowy i ilościowy poszczególnych kwasów fenolowych i flawonoli. Wykonane oznaczenia pozwoliły na wskazanie dominujących związków fenolowych w ekstraktach z morwy. W ekstraktach z liści dominowały: kwas chlorogenowy, kwas wanilinowy i kawowy oraz rutyna i kwercetyna. Dominującymi związkami polifenolowymi w ekstraktach z owoców były: kwas ferulowy i chlorogenowy, a spośród flawonoli rutyna, hiperozyd i kwercetyna. Ekstrakty z owoców zawierały też więcej karotenoidów niż ekstrakty z liści. Stwierdzono, że w ekstraktach z liści przeważają kwasy fenolowe, a w ekstraktach z owoców – flawonole. Ponadto wykazano, że najbardziej wydajną ekstrakcją pod względem łącznej zawartości składników aktywnych z liści morwy była ekstrakcja wodna i etanolowa, natomiast w przypadku owoców – ekstrakcja z użyciem mieszaniny acetonu i wody.

Porównanie potencjału przeciwutleniającego ekstraktów z liści i owoców morwy

W charakterystyce aktywności biologicznej preparatów roślinnych istotne znaczenie ma ich aktywność przeciwutleniająca, dlatego w drugim etapie badań oceniono wpływ wyekstrahowanych związków na aktywność przeciwutleniającą ekstraktów w układach modelowych i tłuszczowych. Najwyższą aktywnością wobec kationorodnika ABTS charakteryzowały się ekstrakty wodne i z liści, i z owoców morwy. Wobec rodnika DPPH najwyższą aktywność zarówno dla ekstraktów z liści, jak i z owoców morwy stwierdzono dla ekstraktów acetonowo-wodnych i wodnych. W metodach wolnorodnikowych ekstrakty pozyskane z liści zmiatały rodniki w statystycznie istotnie większym stopniu niż ekstrakty z owoców, średnio o 20–90%. Ekstrakty wodne i acetonowo-wodne z liści i owoców w większym stopniu niż etanolowo-wodne zmiatały rodniki zarówno ABTS, jak i DPPH. Na badaną aktywność przeciwutleniającą wpłynęła zawartość kwercetyny oraz kwasu chlorogenowego, wanilinowego i kawowego. Ponadto aktywność ekstraktów wobec DPPH· była odwrotnie proporcjonalna do zawartości chlorofilu β , co potwierdza działanie prooksydacyjne tego związku.

Badane ekstrakty wykazywały się zdolnością chelatującą i siłą redukującą, które zwiększały się wraz ze wzrostem stężenia i zależały zarówno od użytego rozpuszczalnika, jak również od rodzaju materiału, z którego pozyskano ekstrakt. Najwyższą aktywność chelatującą wykazano dla ekstraktów z liści, a najwięcej jonów żelaza chelatowały ekstrakty acetonowo-wodne. Wykazano dodatnią korelację pomiędzy zawartością rutyny ($r = 0,62$), astragaliny ($r = 0,76$), kwercetyny ($r = 0,69$), izorhamentyny ($r = 0,65$) oraz kwasu protokatechowego ($r = 0,75$) i kwasu chlorogenowego ($r = 0,77$) a zdolnością do chelatowania jonów żelaza(II) w badanych próbach. Wyższą siłą redukującą charakteryzowały się ekstrakty z liści niż z owoców morwy.

Spośród badanych ekstraktów aktywność ekstraktu etanolowo-wodnego była o 20–35% wyższa w porównaniu z ekstraktami acetonowo-wodnym i wodnym. Ekstrakty z owoców morwy wykazywały statystycznie istotnie niższą siłę redukującą, malejącą w kolejności: ekstrakt wodny > etanolowo-wodny > acetonowo-wodny. O sile redukującej decydowała zawartość rutyny ($r = 0,94$), hiperozydu ($r = 0,81$), kwercetyny ($r = 0,87$) oraz prawie większości analizowanych kwasów fenolowych, z których kwas chlorogenowy ($r = 0,90$) oraz protokatechowy ($r = 0,81$) decydowały w największym stopniu. Potwierdzono zatem hipotezę, że rodzaj materiału (liście i owoce morwy) oraz rodzaj użytego rozpuszczalnika (woda, aceton-woda, etanol-woda) mają wpływ na aktywność przeciwutleniającą mierzoną testami wolnorodnikowymi oraz aktywnością chelatującą i redukującą metale katalizujące procesy oksydacyjne.

Badane ekstrakty z liści i owoców morwy miały właściwości przeciwutleniające mierzone w układzie z olejem rzepakowym oraz z triacyloglicerolami oleju rzepakowego. W teście Oxidograph stwierdzono, że spośród badanych ekstraktów z liści wyższy współczynnik ochronny zarówno dla oleju rzepakowego, jak i pozyskanych z niego triacylogliceroli otrzymano dla ekstraktu acetonowo-wodnego i etanolowego, a niższy dla ekstraktu wodnego. Spośród wszystkich badanych ekstraktów najwyższą aktywność uzyskano dla ekstraktu etanolowego z owoców morwy. Podobne wyniki otrzymano w metodzie Rancimat. W obu zastosowanych metodach najwyższy współczynnik ochronny stwierdzono jednak dla dodatku syntetycznego przeciwutleniacza BHT, który zwiększał trwałość oleju prawie trzykrotnie. Analiza statystyczna uzyskanych współczynników wskazuje na efekt przeciwutleniający badanych dodatków. Najwyższą aktywność stwierdzono dla ekstraktów acetonowo-wodnych i etanolowych, a najniższą dla ekstraktów wodnych.

Ocena aktywności ekstraktów z liści i owoców morwy wobec hamowania aktywności cholinoesteraz oraz konwertazy angiotensyny I

Badania przeprowadzone w trzecim etapie pracy wyjaśniają jeden z prozdrowotnych mechanizmów działania ekstraktów z liści i owoców morwy, tj. działania jako inhibitorów cholinoesteraz. Badane surowce posiadają dwie istotne frakcje związków biologicznie aktywnych: frakcję flawonolową i frakcję kwasów fenolowych, które mogą oddziaływać na funkcje ośrodkowego układu nerwowego. Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują jednak, że aktywność ta jest zależna od rodzaju materiału i ekstrakcji. Zaobserwowano, że zarówno ekstrakty z liści, jak i z owoców morwy w większym stopniu wpływały na hamowanie AChE niż BChE. Ekstrakty wodne hamowały aktywność acetylocholinoesterazy statystycznie istotnie bardziej niż ekstrakty etanolowo-wodne i acetonowo-wodne. Ponadto wykazano, że wszystkie ekstrakty z owoców morwy charakteryzowały się aktywnością inhibicji BChE

statystycznie istotnie niższą niż odpowiednie ekstrakty z liści, a spośród analizowanych ekstraktów z liści ekstrakt etanolowo-wodny wpływał na zahamowanie BChE w najwyższym stopniu. Można zatem jednoznacznie potwierdzić postawioną hipotezę badawczą, że rodzaj ekstrahenta oraz rodzaj badanego materiału wpływają na aktywność wobec cholinoesteraz w przeprowadzonym doświadczeniu. Na podstawie wyników przeprowadzonych doświadczeń można założyć, że stosowanie ekstraktu wodnego z liści morwy w diecie u osób leczonych na choroby neurodegeneracyjne może wpłynąć na hamowanie degradacji acetylocholiny w synapsach przez inhibicję działania enzymów cholinoesteraz. Tak więc dieta wzbogacona w preparaty z liści morwy może w przypadku osoby chorej osłabiać proces chorobowy, a w przypadku zdrowego konsumenta stymulować zapobieganie temu procesowi.

Stwierdzono, że nie wszystkie badane ekstrakty z owoców i liści morwy miały aktywność inhibicyjną konwertazy angiotensyny I. Taką aktywność wykazano tylko dla ekstraktów wodnych z liści i owoców, która była zależna od stężenia substratu. Znalezione dodatnią korelację pomiędzy zawartością polifenoli ogółem ($r = 0,66$) oraz kwercetyny ($r = 0,75$) i izokwercetyny ($r = 0,69$) a aktywnością wobec hamowania angiotensyny. Potwierdzono także wpływ kwasu hydroksybenzoesowego ($r = 0,70$), galusowego ($r = 0,67$) i kawowego ($r = 0,66$). Wyniki uzyskane w pracy potwierdzają aktywność ekstraktu wodnego z liści morwy i w mniejszym stopniu ekstraktu wodnego z owoców morwy jako preparatu mogącego wpływać na obniżenie ciśnienia. Aktywność ta mogła wynikać zarówno z wykazanej w pracy zawartości i składu polifenoli, jak również niebadanego w pracy udziału aminokwasów pochodzących z białek i peptydów.

Ocena cytotoksyczności i genotoksyczności oraz właściwości przeciwmutagennych ekstraktu wodnego z liści morwy białej

W czwartym etapie badań ekstrakt wodny z liści morwy poddano ocenie cytotoksyczności, genotoksyczności i właściwości przeciwmutagennych. Oznaczenie wpływu ekstraktu na żywotność komórek wykonano wobec prawidłowych komórek jelita cienkiego szczura (linia IEC-6) oraz ludzkich komórek nowotworowych błony śluzowej żołądka (linia Hs746T), jelita grubego (linia Caco-2) i wątroby (linia HepG2). W stosunku do prawidłowych komórek jelita cienkiego wskazano na brak cytotoksyczności ekstraktu z liści morwy. Z kolei wyniki tego doświadczenia świadczą o niewielkim działaniu cytotoksycznym na nowotworowe komórki błony śluzowej żołądka. Najwyższą aktywność cytotoksyczną stwierdzono w odniesieniu do nowotworowych komórek wątroby HepG2. Komórki pozyskane z nowotworu okrężnicy (linia Caco-2) i nowotworu wątroby (linia HepG2) były najbardziej wrażliwe na działanie ekstraktu. Test Ames został wykorzystany w badaniach właściwości mutagennych i promutagennych ekstraktu z liści morwy. W tym celu oznaczono wpływ ekstraktu na częstość

występowania mutacji spontanicznych w komórkach bakterii szczepów: TA98, TA100, TA1535 i TA1537. Wyniki analiz wykazały brak działania mutagennego i promutagennego analizowanego ekstraktu. Dowiedziono, że częstość mutacji spontanicznie generowanych w komórkach szczepów nie różniła się statystycznie istotnie dla prób indukowanych w obecności ekstraktu w stosunku do prób kontrolnych. Ponadto stwierdzono, że wprowadzenie frakcji mikrosomalnej (+S9) zawierającej aktywne enzymy metaboliczne nie wpłynęło na zwiększenie częstości rewersji mutacji pierwotnych w testowanych szczepach bakterii *Salmonella typhimurium*. Zatem reasumując, badany ekstrakt wodny z liści morwy białej nie miał wpływu na częstość mutacji spontanicznych w testowanych szczepach, zarówno w obecności, jak i bez frakcji mikrosomalnej. Pozwala to na sformułowanie wniosku końcowego o braku potencjalnego działania mutagennego i promutagennego ekstraktu wodnego z liści morwy. Z uwagi na obecność związków polifenolowych w badanym ekstrakcie poddano ocenie jego działanie na prekursorowe komórki tłuszczowe oraz wpływ na proces różnicowania i tworzenia dojrzałych adipocytów. W badaniach nie odnotowano wpływu ekstraktu z liści morwy na wzrost hipertroficzny tkanki tłuszczowej *in vitro* i wewnątrzkomórkowe gromadzenie tłuszczu.

Charakterystyka jakości pieczywa z dodatkiem ekstraktu z liści oraz owoców morwy białej

W końcowym etapie badań oceniono wpływ dodatku morwy na skład i zawartość składników aktywnych, aktywność przeciwutleniającą, jakość mikrobiologiczną i sensoryczną pieczywa. Stwierdzono, że nowo opracowane pieczywo charakteryzowało się typową wartością odżywczą, ale skład kwasów fenolowych w badanym pieczywie z morwą i kontrolnym różnił się istotnie. Przez dodatek morwy uzyskano wzrost zawartości kwasów fenolowych, przy czym dominującym kwasem był kwas protokatechowy, a jego zawartość stanowiła ponad 40% zawartości wszystkich kwasów w tym pieczywie. Na niższym poziomie oznaczono zawartość kwasu chlorogenowego oraz kwasu galusowego i kawowego. Przez dodatek morwy uzyskano także zwiększenie zawartości flawonoli – dominującym flawonolem była izokwercetyna, stanowiąca ponad 75% udziału wszystkich flawonoli, a drugim pod względem ilościowym flawonolem była rutyna. Przechowywanie pieczywa w temperaturze 20°C przez 5 dni nie wpływało istotnie na obniżenie zawartości tych związków.

Określono również wpływ morwy na aktywność chelatującą i siłę redukującą pieczywa. Dodatek morwy zwiększył badaną aktywność, jednak na sumaryczną aktywność składały się także pozostałe składniki, które prawdopodobnie działały synergistycznie. Dodatek preparatów morwy wpływał również na aktywność przeciwrodnikową pieczywa, która była stabilna podczas jego przechowywania. Oznacza to, że związki odpowiedzialne za aktywność

przeciwrodnikową obecne w pieczywie nie ulegały inaktywacji podczas przechowywania. Stwierdzono, że uzyskany efekt przeciwutleniający ekstraktów z morwy białej w nowo opracowanym pieczywie był wynikiem obecności związków fenolowych. Znaleziono dodatnią zależność korelacyjną między sumą zawartości flawonoli i sumą kwasów fenolowych a DPPH ($r = 0,81$ i $r = 0,94$), ABTS ($r = 0,87$ i $r = 0,95$) oraz siłą redukującą ($r = 0,77$ i $r = 0,82$). Ponadto udowodniono, że spośród badanych składników aktywnych obecność kwercetyny była dodatnio skorelowana ze wszystkimi badanymi wskaźnikami, nawet z aktywnością chelatującą ($r = 0,73$). Aktywność chelatująca nie zależała od zawartości pozostałych badanych składników aktywnych. Obecność większości flawonoli i kwasów fenolowych wpływała na wzrost aktywności przeciwrodnikowej i właściwości redukujących.

Obecnie szczególną uwagę zwraca się na zdrowotność i bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności jako podstawowe wskaźniki świadczące o jakości handlowej produktu. Dlatego też wykonano analizę jakości mikrobiologicznej pieczywa. Badane pieczywo charakteryzowało się wysoką czystością mikrobiologiczną badaną w kierunku miana drobnoustrojów wskaźnikowych oraz obecności patogenów. W badanych produktach od momentu wytworzenia przez cały okres przechowywania nie stwierdzono niepożądanego mikroflory, co świadczy o wysokim bezpieczeństwie pieczywa i gwarantuje stabilność mikrobiologiczną w czasie okresu przechowywania.

Przeprowadzono ocenę sensoryczną pieczywa z morwą metodą profilowania na podstawie analizy składowych głównych. Pieczywo z morwą cechowała większa intensywność zapachu słodkiego i mdłego, a pieczywa kontrolnego - zapachu kwaśnego. W zakresie smaku wykazano, że dodatek morwy do pieczywa wpłynął istotnie na zwiększenie odczucia smaku gorzkiego, trawiastego i słodkiego. Natomiast w pieczywie kontrolnym dominującym smakiem był kwaśny i słony. Stwierdzono statystycznie wyższą ocenę ogólnej pożądaności smaku pieczywa z dodatkiem morwy. W wyniku przechowywania profil sensoryczny badanych prób pieczywa zmienił się w niewielkim stopniu. Wykazano, że zmiana zapachu w przechowywanych próbach nie była skorelowana ze wszystkimi odpowiednikami jego smaku. Podczas przechowywania pieczywa zaobserwowano obniżenie odczucia zapachu słodkiego i wzrost odczucia zapachu trawiastego, natomiast pod względem smaku odnotowano wzrost odczucia smaku słodkiego i obniżenie odczucia smaku trawiastego. Pomimo że odnotowano pomiędzy zapachem i smakiem skorelowany wzrost kwaskowatości produktu po przechowywaniu, próby pieczywa z dodatkiem morwy charakteryzowały się lepszą jakością sensoryczną w całym okresie badawczym.

Wyniki badań przedstawionych w pracy mają potencjalnie duże znaczenie praktyczne. Morwa w postaci ekstraktu z liści oraz jej owoce mogą być integralnym składnikiem pieczywa, co pozwoliłoby urozmaicić rynek produktów funkcjonalnych. Pieczywo z morwą dzięki swoim szczególnym właściwościom mogłoby mieć zastosowanie praktyczne w prewencji i terapii

zaburzeń zdrowotnych, takich jak nadciśnienie czy choroby neurodegeneracyjne, i stać się cennym urozmaiceniem tradycyjnej diety.

B.1.1.5. Wnioski i stwierdzenia

Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły na wysunięcie następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Zarówno liście, jak i owoce morwy (*Morus alba* L.) są bogatym źródłem związków bioaktywnych o wielokierunkowym działaniu, co świadczy, że mogą być składnikiem nowej żywności zapobiegającej powstawaniu chorób lub wspomagającej terapię i poprawiającej stan zdrowia pacjenta.
2. Badane preparaty z liści i owoców morwy mogą stanowić składnik nowej żywności w diecie służącej w szczególności zapobieganiu chorobom neurodegeneracyjnym, chorobom wynikającym z nadciśnienia oraz jako element diety przeciwnowotworowej.
3. Nośnikiem substancji biologicznie aktywnych z liści i owoców morwy może być pieczywo, bowiem dodatek morwy na poziomie akceptowalnym sensorycznie i spełniający wymagania mikrobiologiczne znacząco wpłynął na wzrost zawartości składników bioaktywnych oraz aktywność przeciwutleniającą pieczywa.
4. Dodatek ekstraktu wodnego z liści morwy oraz owoców morwy do pieczywa zwiększał w nim poziom flawonoli i kwasów fenolowych, w tym szczególnie kwasu protokatechowego, chlorogenowego, galusowego i kawowego oraz izokwercetyny i rutyny, a także wpływał na wzrost potencjału przeciwutleniającego, który był stabilny podczas jego przechowywania.
5. W badaniach nad składnikami aktywnymi wykazano, że ich zawartość w ekstrakcie zależała od części morfologicznej morwy oraz rodzaju użytego rozpuszczalnika. W ekstraktach z liści dominowały kwasy fenolowe, a w ekstraktach z owoców flawonole. Spośród polifenoli w ekstraktach z liści dominującymi związkami były kwas chlorogenowy, kwas wanilinowy i kawowy oraz rutyna i kwercetyna, a w ekstraktach z owoców kwas ferulowy i chlorogenowy, natomiast spośród flawonoli rutyna, hiperozyd i kwercetyna.
6. Ekstrakty otrzymane z liści i owoców morwy działały według różnych mechanizmów przeciwutleniających. Wykazały zdolność do zmiatania rodników ABTS i DPPH oraz aktywność chelatującą i redukującą, co wynikało przede wszystkim ze składu zawartych polifenoli.
7. Ekstrakty z liści i owoców morwy w niewielkim stopniu wpływały ochronnie na olej rzepakowy w warunkach przyspieszonych testów stabilności Rancimat i Oxidograph. Nie stwierdzono zależności pomiędzy obecnością flawonoli i większości kwasów fenolowych w ekstraktach a stabilnością substratów tłuszczowych w warunkach prowadzenia obu testów.

8. Badane ekstrakty z liści i owoców morwy wykazały zdolność hamowania aktywności cholinioesteraz. Spośród badanych ekstraktów z liści i owoców morwy tylko ekstrakty wodne wpływały na hamowanie aktywności konwertazy angiotensyny I, a aktywność ta była prawie pięciokrotnie wyższa dla ekstraktu z liści niż z owoców.
9. Ekstrakt wodny z liści morwy nie ma działania cytotoksycznego w stosunku do prawidłowych komórek jelita cienkiego i jednocześnie wykazuje działanie cytotoksyczne wobec nowotworowych komórek wątroby i jelita grubego. Ekstrakt ten nie wpływa na częstość mutacji spontanicznych, a zatem nie ma potencjalnego działania mutagennego i promutagennego. Nie wpływa również na wzrost hipertroficzny tkanki tłuszczowej *in vitro* i wewnątrzkomórkowe gromadzenie tłuszczu.
10. Należy prowadzić dalsze badania nad rodzimą odmianą morwy białej Wielkolista Żółwińska w celu zidentyfikowania substancji biologicznie aktywnych w pozostałych częściach morfologicznych rośliny oraz w celu zaproponowania innych produktów żywnościowych wzbogaconych w jej składniki.

B.1.1.6. Piśmiennictwo

1. ANDALLU B., SHANKARAN M., ULLAGADDI R., IYER S. (2014): In vitro free radical scavenging and in vivo antioxidant potential of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *J Herb Med.* 4, 1, 10–17.
2. ANN J., EO H., LIM Y. (2015): Mulberry leaves (*Morus alba* L.) ameliorate obesity-induced hepatic lipogenesis, fibrosis, and oxidative stress in high-fat diet-fed mice. *Genes Nutr.* 10(6), 46, 263-271.
3. BAHMAN N., GOLBOO M. (2009): Influence of three *Morus* species extracts on α amylase activity. *Iran. J. Pharm. Res.* 8, 2, 115–119.
4. BUTKHUP L., SAMAPPITO W., SAMAPPITO S. (2013): Phenolic composition and antioxidant activity of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *Food Sci. Technol.* 48, 934–940.
5. CHANG B., KIM S., LEE M., PARK H., KIM S. (2016): Nonclinical safety assessment of *Morus alba* L. fruits: study of 90-D toxicity in sprague dawley rats and genotoxicity in salmonella. *Int. J. Food Sci.* 81, 5, 328–335.
6. CHOI E.M., HWANG J.K. (2005): Effects of *Morus alba* leaf extract on the production of nitric oxide prostaglandin E2 and cytokines in RAW2647 macrophages. *Fitoterapia* 76, 608-613.
7. DAT N.T., BINH P.T.X., QUYNH L., VAN MINH C., HUONG H.T., LEE J.J. (2010): Cytotoxic prenylated flavonoids from *Morus alba*. *Fitoterapia* 81(8), 1224–1227.

8. JESZKA-SKOWRON M., FLACZYK E., JESZKA J., KREJPCIO Z., KRÓL E., BUCHOWSKI M. (2014): Mulberry leaf extract intake reduces hyperglycaemia in streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats fed high-fat diet. *J. Funct. Food* 8C, 9–17.
9. KANG T.H., OH H.R., JUNG S.M., RYU J.H., PARK M.W., PARK Y.K., KIM S.Y. (2006): Enhancement of neuroprotection of mulberry leaves, (*Morus alba* L.) prepared by the anaerobic treatment against ischemic damage. *Biol. Pharm. Bull.* 29(2), 270–274.
10. KHYADE V. (2016): Antioxidant activity and phenolic compounds of mulberry, *Morus alba* L (Variety: Baramatiwali). *J. Med. Plants Stud.* 4(1), 4-7.
11. KOBAYASHI Y., MIYAZAWA M., KAMEI A., ABE K., KOJIMA T. (2010): Ameliorative effects of mulberry (*Morus alba* L.) leaves on hyperlipidemia in rats fed a high-fat diet: induction of fatty acid oxidation, inhibition of lipogenesis, and suppression of oxidative stress. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 74(12), 2385–2395.
12. KOJIMA Y., KIMURA T., NAKAGAWA K., ASAI A., HASUMI K. (2010): Effects of Mulberry leaf extract rich in 1-Deoxyojirimycin on blood lipid profiles in humans. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 47, 155.
13. MAHMOUD M. (2013): Natural antioxidants effect of mulberry fruits (*Morus nigra* and *Morus alba* L.) on lipids profile and oxidative stress in hypercholesterolemic rats, *Pak. J. Nutr.* 12, 7, 665–672.
14. NAZARI M., HAJIZADEH R., MAHMOODI M., MIRZAEI M., HASSANSHAHI G. (2013): The regulatory impacts of *Morus alba* leaf extract on some enzymes involved in glucose, Metabolism pathways in diabetic rat. *Clin. Lab.* 59, 497–504.
15. NIIDOME T., TAKAHASHI K., GOTO Y., GOH S.M., TANAKA N., KAMEI K. (2007): Mulberry leaf extract prevents amyloid beta peptide fibril formation and neurotoxicity. *Neuroreport* 18, 813–816.
16. OH H., HABECK C., MADISON C., JAGUST W. (2014): Covarying alterations in A β deposition, glucose metabolism, and gray matter volume in cognitively normal elderly: A β , metabolism, gray matter volume, and aging. *Hum. Brain Mapp.* 35, 297–308.
17. PING-HSIAO S., YIN-CHING CH., JIUNN-WANG L., MING-FU W., GOW-CHIN Y. (2010): Antioxidant and cognitive promotion effects of anthocyanin-rich mulberry (*Morus atropurpurea* L.) on senescence-accelerated mice and prevention of Alzheimer's disease. *J. Nutr. Biochem.* 21(7), 598–605.
18. QIN J., FAN M., HE J., WU X., PENG L., SU J. (2015): New cytotoxic and anti-inflammatory compounds isolated from *Morus alba* L. *Nat. Prod. Res.* 29, 18, 1711-1718.
19. RADOJKOVIC M.M., ZEKOVIC Z.P., MASKOVIC P.Z., VIDOVIĆ S.S., MANDIC A., MISAN A., DUROVIC S. (2016): Biological activities and chemical composition of *Morus*

- leaves extracts obtained by maceration and supercritical fluid extraction. *J. Supercrit. Fluid.* 117, 50–58.
20. RAMAN S., PALANI A., GANESHAN G., CHEN CH., JIN CH., LI S., CHEN H., GU Z. (2016): In vitro and In vivo antioxidant activity of flavonoid extracted from mulberry fruit (*Morus alba* L.). *Pharmacogn. Mag.* 12, 46, 128–133.
 21. RIVIERE C., KRISA S., PECHAMAT L., NASSRA M., DELAUNAY J., MARCHAL A., BADOUC A., WAFFO-TEGUO P., MERILLON J. (2014): Polyphenols from the stems of *Morus alba* and their inhibitory activity against nitric oxide production by lipopolysaccharide-activated microglia. *Fitoterapia* 97, 253–260.
 22. SANCHEZ-SALCEDO E., SENDRA E., CARBONELL-BARRACHINA A., MARTINEZ J., HERNÁNDEZ F. (2016): Fatty acids composition of Spanish black (*Morus nigra* L.) and white (*Morus alba* L.) mulberries, *Food Chem.* 190, 566–571.
 23. SONG W., WANG H.J., BUCHELI P., ZHANG P.F., WEI D.Z., LU Y.H. (2009): Phytochemical profiles of different mulberry (*Morus* sp.) species from China. *J. Agric. Food Chem.* 57, (19) 9133-9140.
 24. SRICHAIKUL B. (2012): The study of pharmacological efficacy in dry mulberry burirum-60 in mild stage of Alzheimer's disease. *Adv.Natur. Sci.* 5, 2.
 25. THABTIA I., ELFALLEHA W., HANNACHIA H., FERCHICHIA A., DA M., CAMPOSB G. (2012): Identification and quantification of phenolic acids and flavonol glycosides in Tunisian *Morus* species by HPLC-DAD and HPLC-MS. *J. Func. Food* 4, 1, 367–374.
 26. WILSON R., ISLAM S. (2015): Effects of white mulberry (*Morus alba*) leaf tea investigated in a type 2 diabetes model of rats. *Acta Pol. Pharm.* 72, 1, 153–160.

B.2. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

B.2.1. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych przed uzyskaniem stopnia doktora

Początek mojej kariery zawodowej związany jest z realizacją pracy magisterskiej w Katedrze Technologii Żywności Człowieka Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, gdzie pod kierunkiem **prof. dr inż. Ewy Flaczyk** prowadziłam badania dotyczące oceny właściwości przeciwutleniających hydrolizatów białkowych, doskonaliłam jednocześnie zdobyte w czasie miesięcznego stażu w laboratorium surowcowym umiejętności pracy w laboratorium (zał. 5 A.5.1). Badania do pracy magisterskiej realizowałam w ramach projektu „Stabilizacja cholesterolu w produktach mięsnych za pomocą hydrolizatów kolagenowych” (zał. 4 A.6.1). Zajmowałam się wówczas wątkiem dotyczącym oceny wpływu rodzaju substratu

białkowego i rodzaju czynnika hydrolizującego (kwas, zasada, enzym), a także warunkami hydrolizy (temperatura, czas, stężenie katalizatora, rodzaj i ilość enzymu) na właściwości preparatów białkowych. Czynniki te wywoływały zniszczenie pierwotnej konformacji i fragmentację cząsteczek białka oraz powstanie mieszaniny wolnych aminokwasów i peptydów (hydrolizatów białkowych) o różnych właściwościach i zróżnicowanej aktywności. Właściwości te oceniałam, uwzględniając typowo technologiczne cechy hydrolizatów, takie jak: rozpuszczalność, zdolność emulgowania tłuszczu, tworzenia piany, stabilizacji emulsji i piany, tworzenia żelu, wiązania wody, a także właściwości przeciwutleniające. W drugiej części pracy realizowałam badania, w których oceniałam możliwość zastosowania hydrolizatów enzymatycznych i kwasowych ze skwarek wieprzowych w układach aplikacyjnych: produktach z mięsa rozdrobnionego poddanego obróbce cieplnej. Oceniałam wpływ hydrolizatów na barwę, smak i zapach. W ramach badań stwierdziłam, że właściwości przeciwutleniające hydrolizatów zależały od składu aminokwasowego (procentowego udziału tryptofanu, cysteiny, metioniny, argininy, lizyny i tyrozyny), a silne właściwości przeciwutleniające wzrastały wraz ze wzrostem długości łańcucha peptydowego. Na etapie badań do pracy magisterskiej zainteresowałam się działaniem synergistycznym składników żywności, przy czym aktywność hydrolizatów oceniałam w układzie z tokoferolami. Najważniejsze wyniki prowadzonych badań zostały przedstawione m.in. w mojej pracy magisterskiej oraz w formie doniesienia na konferencji zagranicznej (zał. 4 A.4.24). W czasie realizacji tematyki badawczej na etapie pracy magisterskiej wypracowałam warsztat analityczny związany z oceną aktywności przeciwutleniającej, wartości odżywczej i oceny sensorycznej żywności.

Po ukończeniu studiów magisterskich rozpoczęłam studia doktoranckie na Wydziale Nauk o Żywności i Żywieniu w Katedrze Technologii Żywnienia Człowieka, gdzie moim opiekunem naukowym, a następnie promotorem była pani prof. dr hab. Ewa Flaczyk. Badania do pracy doktorskiej realizowałam w ramach projektu promotorskiego pt. „Właściwości przeciwutleniające ekstraktów z liści miłorzębu dwuklapowego” (zał. 4 A.6.2). Tematyka badawcza dotyczyła natywnych przeciwutleniaczy miłorzębu dwuklapowego. W tym zakresie doskonaliłam swój warsztat analityczny związany z oceną potencjału przeciwutleniającego i wzbogaciłam go o nowe metody oceny jakościowej i ilościowej związków aktywnych surowców roślinnych z wykorzystaniem metod chromatograficznych. Prowadziłam badania dotyczące optymalizacji warunków ekstrakcji liści miłorzębu dwuklapowego z różnych okresów wegetacji, co częściowo zostało przedstawione podczas konferencji w postaci doniesienia (zał. 4 A.4.12), a także analizowałam jakościowo oraz ilościowo składniki aktywne, oceniałam potencjał antyoksydacyjny w układach modelowych (zdolność do zmiatania wolnych rodników, chelatowania metali oraz określenia siły redukującej) oraz aktywność z bezwodnym substratem tłuszczowym przyspieszonymi testami stabilności tłuszczu Rancimat i Oxidograph. Część wyników prac dotyczących aktywności

przeciwutleniających w układzie emulsyjnym z β -karotenem, które nie zostały zawarte w doktoracie, została przedstawiona na konferencji i opublikowana (zał. 4 A.4.11). W pracy doktorskiej wykazałam wpływ ekstraktów z miłorzębu na wydłużenie okresu indukcyjnego oleju rzepakowego oraz jego triacylogliceroli w przyspieszonych testach stabilności tłuszczu – Rancimat i Oxidograph. Ponadto oceniałam aktywność przeciwutleniającą otrzymanych ekstraktów w mielonym mięsie wieprzowym poddanym obróbce cieplnej, a następnie przechowywanym w warunkach chłodniczych, z uwzględnieniem oznaczenia podstawowych wskaźników utleniania lipidów, analizy zmian ilościowych cholesterolu i powstających w następstwie oksysteroli. Określałam także wpływ ekstraktów na cechy sensoryczne prób przechowywanego mięsa. W tym zakresie współpracowałam z **Zakładem Chemii Żywności i Analizy Instrumentalnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu**, a wyniki dotyczące przemian cholesterolu i powstawania pochodnych utlenionych oznaczanych metodą chromatografii gazowej, zamieszczone w pracy doktorskiej, zostały później opublikowane w czasopiśmie „Meat Sciences”, znajdującym się w wykazie czasopism z JCR (zał. 4 D.1.3). Badania wykazały, że stopień inhibicji procesu tworzenia pochodnych utlenionych cholesterolu w próbach mięsa zależał od rodzaju ekstraktu i czasu przechowywania prób. Ekstrakty etanolowy oraz acetonowo-wodny z zielonych liści miłorzębu w największym stopniu inhibowały powstanie pochodnych utlenionych cholesterolu, w tym przede wszystkim 7 α -OH-C oraz 7 β -OH-C, a także 25-OH-C. Istotna współzależność pomiędzy obniżeniem zawartości cholesterolu oraz powstawaniem pochodnych utlenionych a zawartością nadtlenków, wzrostem wskaźnika LA oraz TBARS pozwoliła na opracowanie sposobu prognozowania wielkości inhibicji procesów utleniania cholesterolu za pomocą wymienionych wskaźników. Wykazałam, że dodatek ekstraktów do mięsa wieprzowego poddanego obróbce cieplnej w zróżnicowanym stopniu hamował powstawanie zarówno pierwotnych, jak i wtórnych produktów utleniania lipidów. Wyniki badań pozwoliły mi stwierdzić, że skuteczność zastosowania przeciwutleniaczy z miłorzębu dwuklapowego jest specyficzna dla poszczególnych etapów utleniania i niejednokrotnie była porównywalna z aktywnością BHT. W czasie studiów doktoranckich opublikowałam część wyników prac z zakresu oceny właściwości związków liści miłorzębu, które nie zostały zamieszczone w złożonej pracy doktorskiej, w postaci publikacji naukowych (zał. 4 A.1.9, zał. 4 A.1.10, zał. 4 A.3.2, zał. 4 A.3.3) oraz doniesień konferencyjnych (zał. 4 A.4.11, zał. 4 A.4.12, zał. 4 A.4.18, zał. 4 A.4.19).

Podczas studiów doktoranckich zajmowałam się także innymi zagadnieniami naukowymi, tj. analizą przemian w tłuszczach podczas przechowywania (oliwa z oliwek, olej rzepakowy) oraz przemianami w tłuszczach smażalniczych, co zostało opisane w licznych publikacjach (zał. 4 A.1.1, zał. 4 A.1.5) i doniesieniach (zał. 4 A.4.1, zał. 4 A.4.4, zał. 4 A.4.6, zał. 4 A.4.7, zał. 4 A.4.10, zał. 4 A.4.22, zał. 4 A.4.26, zał. 4 A.4.27).

Ponadto moje zainteresowania naukowe w czasie trwania studiów doktoranckich skupiały się na ocenie postaw konsumentów w stosunku do wybranych grup asortymentowych żywności oraz przeciwutleniaczy, czego efektem są liczne publikacje naukowe (zał. A.1.2, zał. A.1.4, zał. A.1.7, zał. A.1.8, zał. A.1.13). Biorąc udział w konferencjach naukowych, przedstawiałam wyniki prac w formie komunikatów ustnych (zał. A.5.1, zał. A.5.2, zał. A.5.3), w tym podczas konferencji międzynarodowej w Grecji w języku angielskim (zał. A.5.4).

W czasie studiów doktoranckich dwukrotnie odbyłam staż w Spółdzielni Mleczarskiej w Gostyniu, gdzie pracowałam w laboratorium badania surowca, laboratorium mikrobiologicznym i laboratorium produktu gotowego, a także brałam udział w pracach zespołu **głównego technologa**, uczestnicząc w procesie tworzenia i wprowadzania do produkcji nowych produktów w skali przemysłowej (zał. 5 A.5.1). Dzięki stażom nabyłam dodatkowe umiejętności analityczne związane z oceną wartości odżywczej oraz oceną jakości mikrobiologicznej żywności. Doświadczenia te w zdecydowany sposób przyczyniły się do rozwoju moich zainteresowań i aktywności w późniejszej pracy, w szczególności związanej z badaniami nad nowymi produktami. Ponadto staż w mleczarni umożliwił mi wykonanie badań z zakresu właściwości odżywczych i jakości mikrobiologicznej surowego mleka krowiego pozyskanego od różnych dostawców z województwa wielkopolskiego. Wyniki prac zamieściłam w publikacjach naukowych (zał. 4 A.1.6) i doniesieniach na konferencjach (zał. A.4.8, A.4.9, A.4.14).

Podczas studiów doktoranckich podnosiłam także swoje kwalifikacje naukowe i umiejętności laboratoryjne przez udział w szkoleniach, w tym m.in. w kursie chemometrii i kursie chromatograficznym, a także, co zasługuje na podkreślenie, zdałam pomyślnie egzamin zgodnie z wytycznymi DEKRA i otrzymałam certyfikat auditora wewnętrznego systemów zapewnienia bezpieczeństwa żywności według HACCP (zał. 5 A.5.2).

W trakcie studiów doktoranckich oraz pracy na stanowisku asystenta brałam aktywny udział w przygotowywaniu i prowadzeniu zajęć ze studentami z przedmiotów towaroznawstwo czy technologia produkcji potraw zarówno na studiach stacjonarnych, jak i niestacjonarnych.

B.2.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych po uzyskaniu stopnia doktora

Pracując w Katedrze Technologii Żywnienia Człowieka, wykorzystałam zdobyte na studiach umiejętności do prowadzenia badań w laboratorium chemicznym oraz skupiłam się na zdobywaniu doświadczenia zawodowego z zakresu analityki żywności. Przyczyniło się to do wypracowania własnego warsztatu badawczego oraz ukształtowania zainteresowań naukowych, wśród których można wyodrębnić cztery główne obszary:

1. Ocena zawartości związków fenolowych i aktywności przeciwutleniającej preparatów pozyskanych z surowców roślinnych.

2. Konstruowanie nowych produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych. Analiza i możliwości wykorzystania różnych surowców jako źródeł związków bioaktywnych w produktach spożywczych. Wpływ procesów technologicznych na zawartość oraz właściwości składników bioaktywnych w produktach spożywczych.

3. Analiza stabilności tłuszczów podczas przechowywania oraz obróbki technologicznej. Wpływ różnych surowców jako źródeł związków bioaktywnych na stabilizację tłuszczu.

4. Analiza profilu sensorycznego produktów wzbogaconych w substancje bioaktywne oraz badanie postaw konsumentów wobec różnego rodzaju żywności i składników żywności. Badanie preferencji, akceptacji i zwyczajów żywieniowych wobec wybranych produktów żywnościowych wybranych grup ludności zdrowych i chorych

Najważniejsze badania omówiono poniżej i podano sposób udokumentowania, powołując się na dane zawarte w wykazie osiągnięć naukowo-badawczych (zał. 4, zał. 5).

Ad 1. Ocena zawartości związków fenolowych i aktywności przeciwutleniającej preparatów pozyskanych z surowców roślinnych.

W ramach badań statutowych prowadzonych w KTŻCz pod kierunkiem **prof. dr. hab. Józefa Korczaka** oraz w ramach realizowanych projektów analizowałam zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą związków zawartych w różnych surowcach roślinnych. Na tym etapie wykorzystywałam opracowaną wcześniej metodę analizy HPLC umożliwiającą charakterystykę jakościową i ilościową kwasów fenolowych i flawonoli. Metoda, opracowana wcześniej we współpracy z **Zakładem Analizy Żywności, Katedry Biochemii i Analizy Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu**, została opisana w publikacji dotyczącej miórzębu dwuklapowego, która ukazała się w 2009 r. (zał. 4 B.1.1). W dalszych moich badaniach tę i inne metody oceny ilościowej fitozwiązków wykorzystywałam do badania różnych surowców roślinnych (np. żurawiny, kakao, liści morwy, szparagów, herbaty, suszonych owoców), a wyniki prac prezentowałam na licznych konferencjach i publikowałam w czasopiśmie (zał. 4 B.2.17, B.6.9, B.6.11, B.6.14, B.6.18, B.6.20, B.6.22, B.6.24, B.6.26).

Zagadnieniami związanymi ze związkami aktywnymi liści morwy zainteresowałam się bezpośrednio po obronie doktoratu, czyli w 2009 r. Wówczas w ramach nowo przyznanego projektu POIG 01.01.02-00-061/09 „Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych” w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, którego kierownikiem był **prof. dr hab. Józef Korczak**, brałam udział w badaniach nad związkami czynnymi liści morwy. W zadaniach dotyczących separacji związków bioaktywnych, pod kierunkiem **prof. dr hab. Ewy Flaczyk**, współpracowałam z **Instytutem Włókien i Roślin Zielarskich w Poznaniu**. Wyniki prac wstępnych dotyczących określenia potencjału antyoksydacyjnego ekstraktów z liści morwy białej zostały przedstawione na konferencji oraz opublikowane w czasopiśmie naukowym (zał. 4 B.2.1). W pracy badano wpływ różnych ekstrahentów na aktywność przeciwutleniającą ekstraktów. Wykazano wtedy, że ekstrakt acetonowy z liści morwy białej wykazywał najwyższą aktywność wobec rodnika DPPH, charakteryzował się największą ogólną zawartością związków fenolowych oraz miał właściwości redukujące Fe^{3+} i chelatujące Fe^{2+} . Z przeprowadzonych wyników badań wywnioskowano, że spośród trzech wariantów pozyskania ekstraktów najbardziej efektywna była ekstrakcja acetonem. Jednak przeprowadzone badania miały charakter pilotażowy i zostały rozwinięte dopiero w pracy habilitacyjnej będącej przedmiotem tego postępowania. W tym samym roku, tj. 2009, byłam współautorem publikacji przeglądowej dotyczącej związków fenolowych występujących w świecie roślin (zał. 4 B.2.6) oraz publikacji na temat właściwości związków aktywnych liści morwy (zał. 4 B.2.2). W obu pracach przedstawiono dotychczasowy stan wiedzy, zgodnie z którym liście morwy, oprócz podstawowych składników chemicznych, są bogate w związki o działaniu fizjologicznym mogące mieć zastosowanie w farmakologii. W publikacjach powołano dostępną literaturę na temat działania morwy w profilaktyce cukrzycy, a także leczenia chorób neurodegeneracyjnych, układu krążenia i nowotworów. Te zagadnienia zainspirowały mnie do późniejszych badań nad aktywnością związków roślinnych do hamowania cholinesteraz oraz konwertazy angiotensyny I, które zostały opublikowane w postaci rozprawy naukowej opisanej w niniejszym autoreferacie. Nie bez znaczenia na tym etapie była współpraca w ramach POIG z ośrodkiem w **Lublinie (Uniwersytet Przyrodniczy)**, dzięki której udoskonaliłam swój warsztat analityczny związany z oceną aktywności hamowania cholinesteraz przez składniki zawarte nie tylko w liściach morwy, lecz także innych surowcach roślinnych.

Prace w zespole działającym w ramach projektu POIG zajmującego się sposobami ekstrakcji i właściwościami morwy pozwoliły na wskazanie optymalnych warunków ekstrakcji etanolowej z liści morwy (zał. 4 B.2.13). W celu optymalizacji warunków ekstrakcji zastosowano metodę płaszczyzny odpowiedzi (ang. Response Surface Methodology – RSM), która wykorzystuje metody analizy matematycznej oraz statystycznej do określenia interakcji między badanymi zmiennymi pozwalającymi na wyznaczenie właściwej odpowiedzi przy

minimalnej liczbie doświadczeń. Zastosowanie modelu RSM odpowiedzi pozwoliło określić współzależność liniową pomiędzy zawartością polifenoli ogółem oraz aktywnością przeciwrodnikową z rodnikiem DPPH ekstraktu z liści morwy. Wykazano, że wraz ze wzrostem temperatury tego procesu wzrastała zawartość polifenoli w badanym ekstrakcie. Z kolei im stężenie etanolu w układzie ekstrakcyjnym było większe, tym zawartość polifenoli mniejsza. W badaniach ustalono empirycznie, że stężenie rozpuszczalników miało decydujący wpływ na pozyskanie większej ilości polifenoli, przy czym ekstrakcja trzykrotna w sumarycznym czasie 45 min umożliwiła uzyskanie największej zawartości związków fenolowych. W wyniku analiz otrzymano optymalne poziomy stężenia etanolu w wodzie i temperatury procesu ekstrakcji, tj. odpowiednio: 65% oraz 63°C. Stosując powyższe parametry procesu ekstrakcji, uzyskano największe stężenie polifenoli i najwyższą aktywność przeciwrodnikową oznaczoną testem DPPH o dopasowaniu modelu r wynoszącym 0,94.

Prace wstępne dotyczące właściwości ekstraktów z liści morwy miały także na celu ocenę wpływu ekstraktów na właściwości przeciwutleniające w układach tłuszczowych. W badaniach wykorzystano ekstrakt morwy, którego aktywność analizowano w oleju rzepakowym termostatowanym w 36°C i oceniano wpływ na wskaźniki utleniania tłuszczu. W badaniach wykorzystano także ekstrakt z kakao i potwierdzono działanie synergistyczne związków z tych roślin (B.6.28). Wyniki prac związanych z metodami pozyskiwania związków aktywnych z morwy i ich działaniem przeciwutleniającym zostały przedstawione na konferencjach i opublikowane w formie doniesień naukowych (zał. B.6.3, B.6.5, B.6.27, B.6.28, B.6.35). Ważną publikację w moim dorobku naukowym stanowi praca dotycząca oceny stabilności wybranych polifenoli z liści morwy białej w warunkach symulowanego przewodu pokarmowego (*in vitro*) (zał. 4 B.4.8). Ze względu na swoją nieocenioną wartość polifenole przodują wśród związków o aktywności biologicznej. Szerokie spektrum ich działania oraz znaczenie zarówno w aspekcie technologicznym (wytwarzania żywności), jak i zdrowotnym (właściwości antyoksydacyjne) zachęca żywieniowców do intensywnego korzystania z nich także w przemysłowej produkcji żywności.

W ramach badań dotyczących separacji związków aktywnych i oceny właściwości przeciwutleniających zajmowałam się także analizą innych surowców. W dalszych etapach moich prac naukowych, opisanych w pkt B.2.2. Ad 2 niniejszego autoreferatu, najczęściej stanowiły one składniki nowo opracowanych produktów (np. kakao, gryka, szparagi, dynia).

Jednym z badanych surowców było dostępne na rynku detalicznym kakao, w którym oceniałam zawartość związków polifenolowych i jego właściwości przeciwutleniające. Wyniki badań przedstawiłam w publikacji (zał. 4 B.2.12) i na konferencjach (B.6.6, B.6.22). Surowcem cennym z uwagi na wysoką wartość odżywczą wynikającą ze specyficznego składu fitozwiązków jest dynia, co zostało opisane w publikacji przeglądowej (B.2.20), a jej właściwości wykorzystane do produkcji nowych batonów (B.5.9).

Inne badania skupiły się wokół gryki. Surowiec ten jest cenny z uwagi na wysoką wartość odżywczą ze względu na lipidy zasobne w nienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy oraz polifenole o wysokiej aktywności przeciwutleniającej. Dlatego podjęłam się badań porównawczych charakteryzujących zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą ekstraktów z ziarniaków polskich odmian gryki (Kora i Panda – *Fagopyrum esculentum Moench L.*) oraz produktów ubocznych powstałych podczas przerobu ziarniaków na kasze. Ziarniaki gryki odmiany Kora cechowały się nieznacznie większą zawartością polifenoli i zbliżoną aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu z odmianą Panda. Najwięcej polifenoli stwierdzono w metanolowych ekstraktach z łuski gryki odmiany Kora – 140,4 mg/g s.m. Ekstrakty te charakteryzowały się jednocześnie największą aktywnością przeciwrodnikową. W układzie emulsyjnym, obok ekstraktów metanolowych, wysoką aktywnością odznaczały się również ekstrakty wodne. Otrzymane ekstrakty wykazywały słaby efekt stabilizujący w stosunku do oleju rzepakowego w warunkach testu Oxidograph (zał. 4 B.2.16).

Innym surowcem, który charakteryzowałam, były szparagi. Różnicowałam szparagi o wypustkach białych, fioletowych oraz zielonych następujących odmian: Schwetzingen Meisterschuss, Huchel's Alpha, Gijmlin, Grolim oraz Eposs. Stwierdziłam, że zarówno odmiana, jak i kolor wypustki miały istotny wpływ na aktywność przeciwutleniającą i zawartość fitozwiązków. Wyższą aktywność przeciwutleniającą wykazały szparagi zielone w porównaniu z białymi i fioletowymi, w szczególności w odmianach Grolim i Gymlin. Zaobserwowałam również ich dużą zdolność do tworzenia kompleksów z żelazem (II). Zarówno kolor szparagów, jak i odmiana determinowały skład kwasów fenolowych i flawonoli. Wyniki tych prac przedstawiłam w publikacji B.2.19. oraz w doniesieniach B.6.12. B.6.23.

Kolejnym kierunkiem badań były działania w ramach międzynarodowego projektu **Go4Stevia**, którego koordynatorem i kierownikiem. Zostałam włączona w wątek badań dotyczący analizy liści stewii pochodzącej z różnych upraw na świecie pod kątem zawartości substancji o charakterze związków bioaktywnych, które są niezbędne do ochrony organizmu, regulacji i utrzymania różnych procesów metabolicznych. Wyniki prac zostały opublikowane w czasopiśmie krajowym (zał. 4 B.2.15).

Na uwagę zasługuje wykład plenarny, który wygłosiłam na międzynarodowej konferencji „International Conference on Environmental Security for Food and Health” w Indiach w 2012 r. (zał. 4 B.7.1), w którym zaprezentowałam dane dotyczące wpływu warunków technologicznych na aktywność przeciwutleniającą polifenoli roślinnych.

Ad 2. Konstruowanie nowych produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych. Analiza i możliwości wykorzystania różnych surowców jako źródeł związków bioaktywnych w produktach spożywczych. Wpływ procesów technologicznych na zawartość oraz właściwości składników bioaktywnych w produktach spożywczych.

Badaniami i pracą nad nowymi produktami zostałam zainspirowana już na etapie pracy magisterskiej, odbywając staż w Spółdzielni Mleczarskiej w Gostyniu w zespole **głównego technologa**. Od tamtego czasu zajęłam się opracowywaniem nowych produktów spożywczych z użyciem związków aktywnych pochodzących z przebadanych surowców. Brałam udział w badaniach związanych z opracowaniem produktów zawierających ekstrakty z liści zielonych i żółtych herbaty. Wcześniejsze badania wskazały, że ekstrakty z herbaty, ze względu na zawartość katechin i innych związków aktywnych, mogą wpłynąć na wartość odżywczą, potencjał antyoksydacyjny i stabilność frakcji lipidowej w żywności, a dane te zostały wcześniej opublikowane (zał. 4 B.6.7, 4 B.6.24). Dlatego opracowano słodkie produkty przekąskowe – ciasteczka z dodatkiem mielonych liści herbat zielonej i białej - i oceniono ich wartość odżywczą oraz właściwości przeciwutleniające. Wyniki zamieszczono w publikacji naukowej w czasopiśmie znajdującym się w bazie JCR (zał. 4 B.1.6). Wykazano, że nowo opracowane produkty miały znacznie większą zawartość błonnika pokarmowego, zwłaszcza frakcji nierozpuszczalnych, w tym hemicelulozy, i charakteryzowały się znacznie większym potencjałem antyoksydacyjnym związanym z zawartością polifenoli. Wyniki testów ABTS, DPPH, ORAC i PCL wykazywały znacznie wyższy potencjał przeciwutleniający ciastek z herbatami, a najwyższy w przypadku próby z herbatą żółtą. Ponadto oceniono wpływ dodatku liści herbat na stabilizację frakcji tłuszczowej ciastek i wykazano wpływ na hamowanie pierwotnych produktów utleniania tłuszczu, podczas gdy powstawanie wtórnych produktów utleniania lipidów było mniej znamienne. Stwierdzono, że liście herbaty mogą być szeroko stosowane jako źródło polifenoli o wysokim potencjale antyoksydacyjnym, są źródłem włókna pokarmowego, a tym samym mogą nieść liczne korzyści zdrowotne dla konsumentów.

Moje zainteresowania naukowe i technologiczne pozwoliły też na opracowanie innych produktów zbożowych przekąskowych, np. batonów z nasionami chia (zał. 4 B.2.27) czy musli owocowego z owocami morwy. Właściwości opracowanego w ramach projektu POIG musli z owocami morwy opisałam w publikacji naukowej (zał. 4 B.3.1). i przedstawiłam na międzynarodowej konferencji w Chinach w postaci referatu ustnego (zał. 4 B.7.7).

Wykazałam wpływ dodatku owoców morwy na aktywność przeciwutleniającą nowego produktu o spodziewanym potencjalnie prozdrowotnym. W pracy scharakteryzowałam podstawową wartość odżywczą oraz właściwości antyoksydacyjne. Oceniłam wpływ owoców morwy na zmiany we frakcji tłuszczowej. W ramach projektu POIG, w zadaniu dotyczącym

badani żywieniowo-klinicznych, musli zostało wybrane do sporządzenia diety dla osób chorych na nadciśnienie. W związku z tym nawiązałam współpracę w tym zakresie z przedsiębiorstwem (zał. 4 B.16.1.7) zajmującym się produkcją żywności liofilizowanej, jak również Ośrodkiem Badań Żywieniowo-Klinicznych Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu celem realizacji tej części badań. Za szczególne osiągnięcie uważam współpracę z przedsiębiorstwem związaną z opracowaniem produkcji musli w skali przemysłowej i koordynowanie zamówień w celu realizacji badań żywieniowo-klinicznych wśród 200 pacjentów ze zdiagnozowaną chorobą.

Dalsze prace dotyczące opracowania nowych produktów związane są również z preparatami z morwy, która pozostaje w kręgu moich głównych zainteresowań. Jestem współtwórcą technologii otrzymywania produktów mlecznych z ekstraktem morwy, opisanej częściowo w formie publikacji (zał. B.4.7) i przedstawionej przeze mnie na konferencjach (zał. 4 B.6.41). Badania nad produktami mlecznymi z ekstraktem z morwy były publikowane częściowo ze względu na zamiar dokonania zgłoszeń patentowych, co nastąpiło w 2015 r. Wówczas zostały dokonane dwa zgłoszenia patentowe: mleczny napój fermentowany oraz sposób wytwarzania mlecznego napoju fermentowanego i mleko zagęszczone z dodatkiem ekstraktu z morwy białej oraz sposób wytwarzania mleka zagęszczonego z dodatkiem ekstraktu z morwy białej (zał. 4 B.5.6 oraz zał. 4 B.5.7). W międzyczasie współpracowałam z firmą zajmującą się komercjalizacją wyników badań Cowinners. Opracowane z moim udziałem technologie zostały wycenione i są obecnie dostępne w CITT Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (UPP) jako innowacyjne produkty przeznaczone do sprzedaży (zał. 4 P.11.3). Na podkreślenie zasługuje fakt, że opracowany z moim współudziałem mleczny napój fermentowany był stosowany w badaniach żywieniowo-klinicznych w dwóch grupach pacjentów – ze zdiagnozowaną cukrzycą oraz nadciśnieniem. Łącznie badaniami objęto 400 pacjentów, z których każdy przechodził interwencję żywieniową przez 9 tygodni. W związku z tym za jedno z moich szczególnych osiągnięć w tamtym okresie uważam nawiązanie współpracy z przedsiębiorstwem (zał. 4 B.16.1.6) zajmującym się produkcją produktów mlecznych (jogurty, maślanki) dla pacjentów – były to produkty świeże, z 10-dniowym terminem przydatności do spożycia, dlatego koordynowanie zamówień i współpraca była długa i pracochłonna. Wyniki prac żywieniowo-klinicznych są w opracowaniu bądź na etapie recenzji.

Brałam również udział w pracach technologicznych zmierzających do opracowania pieczywa razowego oraz pieczywa chrupkiego, które zostały wykorzystane w badaniach żywieniowo-klinicznych. Przeprowadziłam cykl badań technologicznych mających na celu sprawdzenie, w jakich warunkach możliwe jest wytworzenie atrakcyjnego pod względem sensorycznym i żywieniowym chleba chrupkiego z ziarna pszenżyta, przydatnego w profilaktyce cukrzycy typu 2 oraz otyłości (zał. B.2.18). Stwierdziłam, że metodą ekstruzji

z ziarna pszenżyta o zróżnicowanej charakterystyce można wytworzyć dobrej jakości chleb chrupki w dwuśrubowym ekstruderze zarówno współ-, jak i przeciwbieżnym. Wykazałam, że dodatek ekstraktu z morwy oraz herbaty znacząco zwiększa w chlebie zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą, a częściowe obluskiwanie ziarna poprawia w nim proporcje błonnika rozpuszczalnego do ogólnego.

Dodatkowo w czasie dopracowywania technologii wyniki badań wstępnych i pilotażowych zostały opublikowane w postaci artykułów naukowych (zał. 4 B.2.18) oraz doniesień konferencyjnych (zał. B.6.32). Ponadto technologie dotyczące pieczywa zgłoszono do ochrony patentowej. (zał. 4 B.5.4, zał. 4 B.5.5).

Spora część moich badań w okresie po obronie doktoratu dotyczyła surowca, którym zajmowałam się wcześniej. Był to ekstrakt z miłorzębu dwuklapowego. Ekstrakty etanolowe z żółtych i zielonych liści zastosowano do produkcji pierogów mięsnych (zał. 4 B.2.3, zał. 4 B.6.1). Celem pracy była ocena wpływu dodatku ekstraktów etanolowych z liści zielonych i żółtych miłorzębu dwuklapowego (*Ginkgo biloba* L.) na stabilność oksydacyjną lipidów w farszu pierogów mięsnych przechowywanych w warunkach chłodniczych ($4 \pm 1^\circ\text{C}$). Stopień utlenienia lipidów monitorowano poprzez określenie wartości liczby nadtlenkowej, anizydynowej oraz TBARS. Ponadto wykonano ocenę sensoryczną metodą profilową, uwzględniając smak, zapach, barwę, konsystencję oraz soczystość pierogów. Stwierdzono, że dodatek przeciwutleniaczy w zróżnicowanym stopniu hamował powstawanie zarówno pierwotnych, jak i wtórnych produktów utleniania lipidów. Wykazano, że ekstrakty z miłorzębu nie wpływały w istotny sposób na zmianę barwy, soczystości i konsystencji pierogów ani nie wywoływały zapachu oraz smaku sianowego i obcego. Próby z dodatkiem wszystkich przeciwutleniaczy charakteryzowały się istotnie słabszym odczuciem zapachu i smaku jelkiego i wyższym stopniem odczucia smaku mięsnego niż próba kontrolna. Zastosowanie ekstraktów z miłorzębu w produkcji pierogów mięsnych w znaczący sposób wpływa na stabilizację lipidów farszu oraz korzystnie oddziałuje na profil smakowo-zapachowy prób przechowywanych w warunkach chłodniczych.

Ekstrakty z miłorzębu stosowałam też do projektowania kulek mięsnych (pulpetów) przechowywanych w warunkach zamrożenia (zał. 4. B.2.7) i oceniałam ich wpływ na stabilizację frakcji tłuszczowej produktów mięsnych. Materiałem eksperymentalnym były kulki mięsne, a ekstrakty z zielonych i żółtych liści *ginkgo* wytworzono w wyniku pojedynczej ekstrakcji etanolem. Analizowałam stabilność oksydacyjną tłuszczu pierogów mięsnych, stosując takie wskaźniki jak liczba anizydynowa, liczba nadtlenkowa, a także test z kwasem tiobarbiturowym. Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowałam, że stosowanie przeciwutleniaczy połączonych z pakowaniem próżniowym produktu było najskuteczniejsze w spowolnieniu powstawania produktów utlenionych. Dodane ekstrakty z liści *Ginkgo biloba*

ograniczały szybkość utleniania tłuszczów w produkcie, a ich skuteczność była podobna jak w przypadku syntetycznego przeciwutleniacza BHT stosowanego w celach porównawczych.

Reprezentuję dziedzinę nauki i dyscyplinę naukową z potencjałem wdrożeniowym, dlatego wielokrotnie brałam udział w opracowaniu nowych produktów, propozycji produktów o lepszej jakości, zarówno pod względem wartości odżywczej, jak i walorów sensorycznych. W tym zakresie na mój dorobek składa się łącznie 8 zgłoszeń patentowych (zał. 4 B.5.2, zał. 4 B.5.3, zał. 4 B.5.4, zał. 4 B.5.5, zał. 4 B.5.6, zał. 4 B.5.7, zał. 4 B.5.8, zał. 4 B.5.9) i 2 udzielonych patentów (zał. 4 B.5.1 i zał. 4 B.5.1a), 5 technologii opracowanych w formie kart produktów i technologii wytwarzania przeznaczonych do komercjalizacji, dostępnych w bazie produktów do sprzedaży CITT UPP (zał. 4 B.11.3) (wcześniej zostały wycenione we współpracy z firmą Cowinners zajmującą się komercjalizacją). Ponadto mój dorobek stanowią 4 licencje sprzedane do przedsiębiorstw przemysłowych (zał. B.16.3) oraz liczne publikacje i doniesienie wymienione w złączniku 4 i częściowo opisane w autoreferacie. W tym miejscu chciałabym podkreślić, że dotychczasowe prace nad nowymi technologiami i produktami prezentowałam w porozumieniu z NCBiR na seminarium w Tokio w Japonii, organizowanym przez ambasadora Polski w Japonii Cyryła Kozakiewicza, reprezentując jednocześnie polską gospodarkę w zakresie innowacji i postępu technologicznego w zakresie technologii żywności (zał. 4 B.8.3).

Ad 3. Analiza stabilności tłuszczów podczas przechowywania oraz obróbki technologicznej. Wpływ różnych surowców jako źródeł związków bioaktywnych na stabilizację tłuszczu.

Pierwsze badania, które prowadziłam w tym obszarze, dotyczyły wpływu wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkiem przeciwutleniaczy. Podczas przeprowadzonych doświadczeń stwierdziłam, że procesy utleniania lipidów zachodziły wolniej w produktach z dodatkiem ekstraktu z miłorzębu dwuklapowego. Dowiodłam, że dodatek naturalnych przeciwutleniaczy może wyraźnie ograniczyć utlenianie. Prace z tego zakresu, obejmujące częściowo moje zainteresowania, zapoczątkowane podczas studiów doktoranckich, zostały opublikowane w czasopiśmie znajdującym się na liście czasopism z JCR (zał. 4 B.1.3), a także innych (zał. 4 B.2.7) i dotyczyły wcześniej opisanego wpływu ekstraktów z liści miłorzębu na frakcję lipidową, w tym na frakcję cholesterolową tłuszczu w produktach mięsnych.

Badania i warsztat analityczny z zakresu przemian tłuszczu oraz powstawania pochodnych utlenionych poszerzyłam, współpracując ze specjalistami w tej dziedzinie z **Katedry Technologii Żywności Człowieka**. Z racji tego, że od początku kariery naukowej moje główne zainteresowania obejmują badanie aktywności przeciwutleniaczy występujących

w surowcach roślinnych, zaangażowałam się w badania nad ich wpływem na konkretne związki niestabilne podczas smażenia tłuszczów. W badaniach opisanych w publikacji znajdującej się w czasopiśmie z bazy JCR (zał. 4 B.1.2) określiłam wpływ naturalnych i syntetycznych przeciwutleniaczy na ochronę fitosteroli podczas ogrzewania oleju rzepakowego w temperaturze 180°C. Zastosowałam ekstrakt z zielonej herbaty, ekstrakt rozmarynowy, mieszaninę tokoferoli z oleju rzepakowego, mieszaninę syntetycznych tokoferoli, związków fenolowych wyekstrahowanych z mączki rzepakowej, kwas sinapowy i BHT. Po 4 godzinach ogrzewania w atmosferze tlenu β -sitosterol i produkty utleniania kampesterolu (7 α - i 7 β -hydroksysterol, 5 α -, 6 α - i 5 β -, 6 β -epoksysysterol, 7-ketosterol i triol) oznaczyłam metodą chromatografii gazowej. Całkowita zawartość pochodnych utlenionych fitosterolu w próbkach mieściła się w zakresie od 137 do 374 mg/kg próbki. Skuteczność przeciwutleniaczy określiłam w następującej kolejności: syntetyczne tokoferole > ekstrakt z zielonej herbaty > naturalne tokoferole z oleju rzepakowego > ekstrakt rozmarynu > związki fenolowe wyekstrahowane z mączki rzepakowej > kwas sinapowy > BHT. Badania nad stabilnością fitosteroli były kontynuowane i zostały przedstawione w kolejnej pracy (JCR) (zał. 4 B.1.4). Ich celem była ocena potencjalnego zastosowania naturalnych przeciwutleniaczy w stabilizacji samych fitosteroli. Mieszaninę β -sitosterolu i kampesterolu wprowadziłam do triacylogliceroli z oleju rzepakowego (TAG). Do przygotowanej matrycy dodane zostały następujące przeciwutleniacze: wyciąg z zielonej herbaty, wyciąg z rozmarynu, mieszaninę tokoferoli z oleju rzepakowego, mieszaninę tokoferoli syntetycznych, związków fenolowych wyekstrahowanych z mączki rzepakowej, kwas sinapowy i BHT. Próbki były ogrzewane w temperaturze 180°C przez 4 godziny. Po zakończeniu ogrzewania przeanalizowałam straty fitosteroli, a także zawartość β -sitosterolu i produktów utleniania kampesterolu. Całkowita zawartość produktów utleniania fitosterolu w próbkach wahała się od 96,69 do 268,35 μ g/g oleju. Skuteczność przeciwutleniaczy malała w kolejności: związki fenolowe ze śruty rzepakowej > ekstrakt rozmarynowy > mieszanina tokoferoli z oleju rzepakowego > mieszanina tokoferoli syntetycznych > ekstrakt z zielonej herbaty > kwas sinapowy > BHT. Śruta rzepakowa ze względu na wysoką zawartość związków polifenolowych może skutecznie zapobiegać niekorzystnym zmianom podczas smażenia. Wyniki badań przedstawiłam na konferencji oraz opublikowałam w postaci doniesienia (zał. 4 B.6.38). Również ekstrakty z herbaty czy rozmarynu mogą wpłynąć na opóźnienie niekorzystnych przemian w tłuszczach, co przedstawiłam na kolejnych konferencjach i opublikowałam w postaci doniesień (zał. 4 B.6.17, zał. 4 B.6.45). Rezultaty opisanych wyżej badań wskazują na złożoność czynników mogących determinować zmiany zawartości pochodnych utleniania tłuszczów. Wyniki prac dotyczące powstawania polimerów przedstawiłam na międzynarodowej konferencji w Brazylii (zał. 4 B.6.17).

Ze względu na wysoką wartość energetyczną oraz przemiany zachodzące podczas smażenia popularność wyrobów smażonych spożywanych jako elementy dań głównych oraz w postaci produktów przekąskowych, szczególnie ulubionych przez dzieci chipsów, budzi wiele kontrowersji wśród żywieniowców oraz lekarzy. Wysoką kaloryczność posiłków oraz brak ruchu przyjmuje się obecnie za jedną z głównych przyczyn wzrostu częstotliwości występowania otyłości wśród dzieci i młodzieży. W badaniach zamieszczonych w kolejnej publikacji (zał. 4 B.4.1.) przybliżyłam niebezpieczeństwa związane z nadmiernym spożyciem smażonych produktów ziemniaczanych, biorąc pod uwagę przede wszystkim ich wartość energetyczną, zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), izomerów trans kwasów tłuszczowych (TFA) oraz akryloamidu. Natomiast w innej pracy (zał. 4 B.6.39) wykazałam, że zmiany w tłuszczu zachodzą również podczas przechowywania mrożonych produktów ziemniaczanych przeznaczonych do smażenia. Zmiany niekorzystne w tłuszczach dotyczą większości asortymentu produktów smażonych, zarówno frytek, jak i chipsów.

Celem kolejnej pracy była ocena jakości i określenie rodzaju oleju wykorzystywanego do produkcji mrożonych smażonych produktów ziemniaczanych, dostępnych jako marki własne w popularnych na polskim rynku sieciach handlowych (zał. 4 B.6.40). Podałam analizie 14 smażonych produktów ziemniaczanych (frytki ziemniaczane, kuleczki ziemniaczane, cząstki ziemniaka i talarki). W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdziłam, że badane produkty zostały przygotowane z wykorzystaniem oleju słonecznikowego oraz palmowego. Zawartość tłuszczu w badanych produktach była niska – wahała się od 2,07 do 5,83% i w większości prób była niższa lub zgodna z deklaracją producenta. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) stanowiła od 8,22% do 50,92% wszystkich kwasów tłuszczowych i często była wyższa od deklarowanej na opakowaniu. Zawartość SFA była powiązana z rodzajem wykorzystanego w czasie produkcji oleju. Analiza zawartości TFA wykazała ich niski poziom we wszystkich analizowanych próbach, który wynosił od 0,03% do 0,22% zawartości tłuszczu.

Ad 4. Analiza profilu sensorycznego produktów wzbogaconych w substancje bioaktywne oraz badanie postaw konsumentów wobec różnego rodzaju żywności i składników żywności.

Badanie preferencji, akceptacji i zwyczajów żywieniowych wobec wybranych produktów żywnościowych wybranych grup ludności zdrowych i chorych

- **Badania sensoryczne**

Zakres moich zainteresowań badawczych obejmował analizę preferencji i zachowań żywieniowych wybranych grup ludności. Na rynku spożywczym istnieją produkty

przeznaczone dla osób cierpiących na różne choroby, w tym np. na cukrzycę, notyfikowane jako środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego dla osób z zaburzeniami metabolizmu węglowodanów. Do tej kategorii produktów należą głównie dżemy, a także receptury na wypieki, specjalnie przygotowane dla tej grupy odbiorców. W ramach prac zajęłam się oceną sensoryczną nowo opracowanych produktów przeznaczonych dla osób z cukrzycą. W projekcie realizowanym w ramach funduszy strukturalnych POIG nr 01.01.02-00-061/09, kolejnym zagadnieniem badawczym istotnym dla mnie były badania semikonsumenckie oceny pożądalności, a także ocena profilowa opracowanych wcześniej produktów. Przeprowadziłam ocenę produktów z dodatkiem inuliny, preparatów z liści morwy i herbaty, kakao, żurawiny, mitorzębu, a także chii, gryki i szparagów, a wyniki prac zaprezentowałam w licznych publikacjach i doniesieniach konferencyjnych (zał. 4 B.3.1, zał. 4 B.4.4, zał. 4 B.2.31, zał. 4 B.2.5).

Na szczególną uwagę zasługują publikacje i doniesienia, w których przedstawiono wyniki badań sensorycznych dotyczących produktów, wykorzystanych w skali przemysłowej i wykorzystywanych w największych w Polsce badaniach żywieniowo-klinicznych. Dotyczyło to, po pierwsze musli z owocami morwy, które charakteryzowało się intensywnym zapachem owocowym, pożądaną konsystencją i wysoką oceną ogólną. Owoce morwy nie wpływały na odczucie smaku i zapachu gorzkiego oraz obcego (zał. 4 B.3.1).

W mojej pracy badawczo-naukowej dużo uwagi poświęciłam mlecznym napojom fermentowanym i niefermentowanym, które dopracowywałam technologicznie również pod względem zapachu, barwy i smaku. W tym zakresie wyniki badań zostały opublikowane (zał. 4 B.4.7) i wielokrotnie ogłoszone na konferencjach krajowych (zał. 4 B.6.41) i zagranicznych – w Japonii (zał. 4 B.6.29) i Brazylii (zał. 4 B.6.15). Stanowią one obecnie przedmiot zgłoszenia patentowego, o czym była już mowa (zał. 4 B.5.6, zał. 4 B.5.7). Również wyniki pilotażowe dotyczące oceny sensorycznej opatentowanej później technologii wytwarzania pieczywa razowego (zał. 4 B.5.5) zostały przeze mnie przedstawione podczas międzynarodowej konferencji w Brazylii (zał. 4 B.6.16).

W swojej pracy badawczej zajmowałam się także konstruowaniem żywności z dodatkiem innych cennych z żywieniowego punktu widzenia składników. Integralnym składnikiem nowych dań, z którego udziałem opracowano aż osiem potraw, był jarmuż. Wykorzystano go wcześniej w projekcie (zał. 4 B.9.2) we współpracy z **Zakładem Owoców i Warzyw Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu**. Biorąc pod uwagę zawartość składników aktywnych biologicznie i dostępność w okresie zimowym, jarmuż jest warzywem wartym popularyzacji. Do badań wykorzystano świeży jarmuż dwóch odmian: Reflex i Redbor. Zaproponowane potrawy to: surówka, naleśniki, jarmuż z serem feta, ciastko francuskie z jarmużem, zapiekanka z jarmużem, zupa z jarmużem, jarmuż duszony. Wyniki oceny sensorycznej dotyczące określenia pożądalności potraw zostały opublikowane (zał. 4 B.2.14).

Niemal we wszystkich potrawach lepszym okazał się jarmuż odmiany Reflex. Stwierdzono także, że obie badane odmiany jarmużu dobrze komponują się z ciastem – naleśnikowym lub francuskim.

W zakresie oceny sensorycznej i zdobywania doświadczenia technologicznego sporo czasu poświęciłam nasionom chia i ich wykorzystaniem do produkcji nowej żywności. Częściowo wyniki badań zarówno technologicznych, jak i sensorycznych zostały zaprezentowane w formie publikacji (zał. 4 B.2.27, zał. 4 B.2.28, zał. 4 B.4.5) i doniesień (zał. 4 B.6.4, zał. 4 B.6.44), a większość jest na etapie przygotowania bądź recenzji.

Zakres moich zainteresowań badawczych dotyczył także badania zwyczajów żywieniowych oraz wiedzy na temat składników żywieniowych wybranych grup wiekowych ludzi zdrowych i chorych. Zainteresowania te dotyczyły głównie oceny zwyczajów żywieniowych w ramach profilaktyki jodowej (zał. 4 B.4.2), tiaminy (zał. 4 B.6.49), substancji bioaktywnych żywności (zał. 4 B.2.25, zał. 4 B.6.47), dodatków do żywności (zał. 4 B.6.4, zał. 4 B.6.10). Uzyskane wyniki pozwoliły na zwiększenie zasobu informacji na temat spożycia i nastawienia do tych składników. Przeprowadziłam badania wśród rodziców dzieci uczęszczających do przedszkoli na temat składników bioaktywnych żywności w aspekcie alergii, a wyniki opisałam w publikacji (zał. 4 B.2.25) i przedstawiłam na konferencji (zał. 4 B.6.46). Wykazałam, że ankietowani rodzice mają zadowalającą wiedzę o składnikach bioaktywnych. Ich nastawienie do żywności zawierającej substancje bioaktywne było pozytywne. Towarzyszyły mu jednak pewne obawy dotyczące bezpieczeństwa spożycia produktów tego typu przez osoby uczulone. Ankietowani podkreślali konieczność szerokiej i wiarygodnej informacji na temat produktów zawierających składniki bioaktywne.

Brałam też udział w innych badaniach na temat oceny sposobu żywienia; były to badania dotyczące jadłospisów przedszkolnych (zał. B.2.26, zał. 4 B.6.46). Wyniki prac wskazały, że pomimo opracowanych zasad i norm żywienia przeprowadzona ocena ujawniła szereg błędów żywieniowych w przedszkolach. Nieprawidłowości te występowały zarówno w przedszkolach posiadających własne kuchnie, jak i obsługiwanych przez firmy cateringowe. Jadłospisy charakteryzowały się nadmierną podażą białka, węglowodanów, a także witamin B₆, B₁₂ oraz sodu, jak również niedoborami w ilości dostarczanej energii, podaży tłuszczu, witamin D, E i kwasu foliowego oraz potasu, wapnia i żelaza. Ocena jakościowa jadłospisów potwierdziła ich niski poziom. Uczestniczyłam także w badaniach dotyczących oceny wiedzy konsumentów na temat napojów funkcjonalnych, w tym izotonicznych i energetyzujących (zał. 4 B.6.42), oraz wiedzy żywieniowej osób z celiakią i uczuleniem na gluten, co przedstawiłam w publikacji (zał. 4 B.2.10). Inne badania, których się podjęłam, dotyczyły oceny poziomu wiedzy żywieniowej i sposobu żywienia kobiet w ciąży (zał. 4 B.2.21), a także ludzi starszych (zał. 4 B.6.48). Wykazałam wówczas potrzebę dalszej edukacji społeczeństwa, w szczególności w zakresie wiedzy na temat podstawowych składników odżywczych istotnych

z żywieniowego punktu widzenia dla badanej grupy. Inną część badań stanowiły zagadnienia związane ze składnikami antyodżywczyymi żywności – akrylamidem, co opisałam w publikacji (zał. 4 B.2.29). Akrylamid jest substancją potencjalnie niebezpieczną o działaniu neurotoksycznym i genotoksycznym. Występuje w wielu produktach spożywczych powstałych w procesie pieczenia lub smażenia żywności. Częstotliwość spożycia wybranych grup produktów w diecie dzieci wahała się w granicach od 0 do 4,5 razy dziennie przy poziomie spożycia od 0 g/dzień do 250 g/dzień. Najczęściej spożywanym produktem i w największej ilości było pieczywo rafinowane (1,65 razy dziennie, 72,13 g/dzień), pieczywo razowe (0,48 razy, 14,26 g/dzień), płatki śniadaniowe (0,44 razy, 12,74 g/dzień) oraz ziemniaki w różnej postaci (0,17 razy, 25,48 g/dzień). Pieczywo stanowiło źródło 72% całkowitej podaży akrylamidu w diecie, produkty ziemniaczane 12%, a płatki śniadaniowe 6%. Średnie szacowane narażenie na akrylamid w diecie dzieci wynosiło 1,73 µg/kg masy ciała/dzień.

C. PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI NAUKOWO-BADAWCZEJ

W czasie mojej pracy zawodowej na etacie naukowo-dydaktycznym uczestniczyłam w wielu projektach badawczych i współpracowałam z zespołami naukowców z różnych uczelni i instytutów. Efektem wspólnych prac są publikacje w renomowanych czasopismach, doniesienia na konferencjach oraz dorobek związany z opracowaniem linii produktów, które zostały skomercjalizowane, a technologie ich wytwarzania opatentowane.

Mój całkowity dorobek naukowy według punktacji MNiSW wynosi 665 punktów, a sumaryczny Impact Factor 18,55. Wartość wskaźnika Hirscha obliczona na podstawie bazy Web of Science Core Collection wynosi 5, natomiast liczba cytowań publikacji generujących indeks Hirscha 75. Całkowita liczba cytowań wynosi 80, natomiast całkowita liczba cytowań bez autocytowań 68. Zestawienie dorobku naukowego z podziałem na poszczególne formy aktywności przedstawiłam w poniższej tabeli. W ich skład wchodzi łącznie 154 prac opublikowanych jako publikacje (52), monografie (10), zgłoszenia patentowe i patenty (10) oraz doniesienia (82).

Moje osiągnięcia z zakresu prowadzonych badań i doświadczeń naukowych wykorzystałam do opracowania koncepcji, przeprowadzenia badań i przygotowania wyżej omówionego osiągnięcia naukowego.

D. ZESTAWIENIE DOROBKU PUBLIKACYJNEGO

Tabela 1. Zestawienie dorobku naukowego przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Dorobek naukowy	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora	Całkowity dorobek
Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports, wymienionych w części A wykazu MNiSW	-	6	6
Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports, wymienionych w części A wykazu MNiSW - będące publikacją konferencyjną	1	-	1
Publikacje w czasopismach naukowych nieposiadających współczynnika wpływu Impact Factor, wymienionych w części B wykazu MNiSW	10	31	41
Publikacje w czasopismach naukowych nieobjętych wykazem MNiSW	-	4	4
Monografie	2	8	10
Razem liczba punktów MNiSW*	110	555	665
Patenty i zgłoszenia patentowe	-	10	10
Komunikaty naukowe	27	55	82
Referaty wygłoszone			
*plenarne	-	1	1
*doniesienia międzynarodowe	1	5	6
* doniesienia krajowe	3	2	5
Wykłady wygłoszone na zaproszenie	-	4	4
Uczestnictwo w zespołach badawczych	2	6	8
Recenzje artykułów naukowych	-	8	8
Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych	-	2	2
Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	-	5	5
Sprzedaż licencji do wdrożenia do przemysłu	-	4	4

Kobus-Cisowska