

Grażyna Budryn
Politechnika Łódzka
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Instytut Chemicznej Technologii Żywności
ul. Stefanowskiego 4/10
90-924 Łódź

„Kwasy hydroksycynamonowe i ekstrakty zielonego ziarna kawowego oraz ich wykorzystanie do
wzbogacania żywności”

Autoreferat związany z ubieganiem się o stopień doktora habilitowanego

Łódź, 2013 r.

Spis treści

1. Dane osobowe.....	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4. Najważniejsze osiągnięcie w dorobku naukowym.....	3
a) Tytuł osiągnięcia naukowego.....	3
b) Publikacje składające się na monotematyczny cykl stanowiący..... najważniejsze osiągnięcie w dorobku naukowym.....	4
5. Omówienie celu naukowego prac składających się na najważniejsze osiągnięcie naukowe	5
5.1. Kwasy hydroksycynamonowe ziarna kawowego i ich stabilność w procesie..... prażenia i ekstrakcji.....	5
5.2. Badania modelowe ekstraktu zielonej kawy ze składnikami żywności w kierunku. przemian kwasów hydroksycynamonowych	7
5.3. Właściwości produktów żywnościowych wzbogaconych ekstraktami ziarna..... kawowego	9
6. Omówienie zainteresowań naukowo-badawczych i pozostałych osiągnięć.....	12
6.1. Możliwości zastosowania grzejnictwa mikrofalowego w procesie prażenia ziarna. kawowego.....	13
6.2. Związki bioaktywne ziarna kawy i ich zastosowanie do wzbogacania..... żywności.....	14
6.3. Zastosowanie bakterii probiotycznych do wyrobów cukierniczych.....	15
6.4. Wyroby i półprodukty cukiernicze i ciastkarskie o zmniejszonej zawartości..... związków antyżywnościowych.....	17
6.5. Udział w opracowaniu programu: Strategia rozwoju polskiego sektora spożywczego do roku 2030.....	18
6.6. Interakcje białek oraz hydrolizatów białkowych z kwasami..... hydroksycynamonowymi	19
6.7. Bioaktywność kwasów hydroksycynamonowych z ziarna kawy i produktów ich.. interakcji ze składnikami żywności.....	20
6.8. Podsumowanie pracy naukowo-badawczej.....	21
7. Inne osiągnięcia związane z pracą dydaktyczną i organizacyjnymi.....	24
7.1. Działalność dydaktyczna.....	24
7.2. Działalność organizacyjna.....	25
7.3. Działalność w towarzystwach naukowych i zespołach eksperckich..... oraz konsorcjach i sieciach badawczych, recenzje grantów.....	25
7.4. Nagrody i wyróżnienia.....	26
7.5. Współpraca z zagranicą, recenzje publikacji.....	26
7.6. Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki.....	27
7.7. Organizacja konferencji.....	27
7.8. Współpraca z przemysłem.....	28

1. Dane osobowe:

Imię i nazwisko: **Grażyna Budryn**

Miejsce pracy: Politechnika Łódzka
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Instytut Chemicznej Technologii Żywności
ul. Stefanowskiego 4/10
90-924 Łódź

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

Dyplom magistra inżyniera nauk technicznych w specjalności technologia chemiczna uzyskałam na Politechnice Łódzkiej, Wydziale Chemii Spożywczej i Biotechnologii w 1993 r.

Dyplom doktora nauk technicznych uzyskałam w specjalności technologia chemiczna na Politechnice Łódzkiej, Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności w 2004 r. na podstawie rozprawy pt. „Wpływ metody prażenia na właściwości fizykochemiczne kawy”, wyróżnionej uchwałą Rady Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, promotor pracy: prof. dr hab. inż. Ewa Nebesny.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Od grudnia 1993 r. jestem zatrudniona na Politechnice Łódzkiej, Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności (dawniej Chemii Spożywczej i Biotechnologii) w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności. W latach 1994-2004 byłam zatrudniona na stanowisku asystenta, od stycznia 2005 r. do dnia dzisiejszego jestem zatrudniona na stanowisku adiunkta.

4. Najważniejsze osiągnięcie w dorobku naukowym w myśl wymogu o Wskazaniu 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. Dz. U. z 2011 r. nr 204, poz. 1200):**a) Tytuł osiągnięcia**

„Kwasy hydroksycynamonowe i ekstrakty zielonego ziarna kawowego oraz ich wykorzystanie do wzbogacania żywności”

przedstawione w 7 monotematycznych pracach wyszczególnionych poniżej z syntezą merytoryczną, stanowiące Załącznik nr 4.

b) Publikacje składające się na monotematyczny cykl stanowiący najważniejsze osiągnięcie w dorobku naukowym

- i. **Budryn G.**, Nebesny E. (2008). Antioxidant properties of Arabica and Robusta coffee extracts prepared under different conditions. *Deutsche Lebensmittel - Rundschau*, 104, 69-77, **IF (2008) = 0,324**
- ii. **Budryn G.**, Nebesny E., Podsędek A., Żyżelewicz D., Materska M., Jankowski S., Janda B. (2009). Effect of different extraction methods on the recovery of chlorogenic acids, caffeine and Maillard reaction products in coffee beans. *European Food Research and Technology*, 228, 913-922, **IF (2009) = 1,370**
- iii. **Budryn G.**, Rachwał-Rosiak D. (2013). Interactions of hydroxycinnamic acids with proteins and their technological and nutritional implications. *Food Reviews International*, 29, 217-230, **IF (2012) = 1,917**
- iv. **Budryn G.**, Nebesny E., Rachwał-Rosiak D. (2013). Stability of hydroxycinnamic acids and caffeine from green coffee extracts after heating in food model systems. *European Food Research and Technology*, 236, 969-978 **IF (2012) = 1,436**
- v. **Budryn G.**, Nebesny E., Żyżelewicz D. (2011). Oxidative stability of lard and sunflower oil supplemented with coffee extracts under storage conditions. *Grasas y Aceites*, 62, 155-161, **IF (2011) = 1,138**
- vi. **Budryn G.**, Żyżelewicz D., Nebesny E., Oracz .J, Krysiak W. (2013). Influence of addition of green tea and green coffee extracts on the properties of fine yeast pastry fried products. *Food Research International*, 50, 149–160, **IF (2012) = 3,005**
- vii. **Budryn G.**, Nebesny E.(2013). Effect of green and roasted coffee antioxidants on quality and shelf life of cookies and chocolates. *Journal of Food Processing and Preservation*, on line first published, DOI:10.1111/j.1745-4549.2012.00710.x **IF (2012) = 0,450**

IF prac stanowiących najważniejsze osiągnięcie w dorobku naukowym 9,640

5. Omówienie celu naukowego prac składających się na najważniejsze osiągnięcie naukowe

5.1. Kwasy hydroksycynamonowe ziarna kawowego i ich stabilność w procesie prażenia i ekstrakcji (publikacje i, ii)

Tradycja spożywania naparów kawowych jest bardzo rozpowszechniona na całym świecie, w tym także w Polsce, pomimo ich niewielkiej wartości odżywczej. Kawa trafia do Polski głównie jako ziarno surowe do przetwórstwa na ziarno prażone i kawę rozpuszczalną, w ilości około 100 tys. ton rocznie, co stanowi wartość około 650 mln zł, 0,3% wartości rodzimego rynku żywności. Jest to zatem surowiec dostępny i popularny na rynku krajowym. Mimo to, na tle państw Europy i reszty świata, Polska nie należy do krajów wiodących pod względem zarówno spożycia jak i przetwórstwa tego surowca, dlatego też zainteresowanie krajowych ośrodków badawczych ziarnem kawowym jak dotąd, a szczególnie do końca ubiegłego wieku było raczej marginalne. Nie odzwierciedlało to dokonań w badaniach ziarna kawowego, jakie miały miejsce za granicą.

W początkach lat 90-tych ubiegłego wieku dość dobrze poznano i opisano skład chemiczny ziarna kawowego. Szczególnie cenny dorobek z zakresu chemii kawy wnieśli Clarke i Macrae (1985). We współpracy z Cliffordem opisali grupę polifenoli zawartych w ziarnie kawowym, kwasów fenolowych z grupy hydroksycynamonowych, w tym głównie chlorogenowych (estrów kwasów hydroksycynamonowych i kwasu chinowego), których stężenie wynosi nawet 10% w ziarnie surowym, nazywanym także zielonym (Clifford, 1985). Po prażeniu z początkowej ich zawartości pozostaje już tylko około 20%. Ziarno nabiera przy tym szczególnie szlachetnego aromatu. W końcu lat 90-tych przeprowadzono szereg badań mających na celu określenie związku między zawartością poszczególnych substancji w naparze kawowym, a jego efektem prozdrowotnym (Chen i Ho, 1997). Pokazały one, że obok kofeiny za szereg korzystnych efektów fizjologicznych odpowiadają kwasy chlorogenowe.

Wówczas autorzy zainteresowali się w znacznie większym stopniu ziarnem zielonym, które zawiera kilkakrotnie więcej tych pożądaných dla zdrowia związków niż surowiec po prażeniu. Badania Nicoli i wsp. (1997) pokazały, że zielone ziarno kawy wykazuje bardziej korzystne działanie antyoksydacyjne niż prażone. Jednak doniesienia te nie przyczyniły się do popularyzacji kawy zielonej, jako bioaktywnego naparu, jak miało to miejsce w przypadku zielonej herbaty. Powodem był wyjątkowo cierpki i gorzki smak takiego napoju. Niemniej grupa badaczy zainspirowanych szczególnie wysoką aktywnością antyoksydacyjną zielonej kawy rozwijała ten kierunek (Daglia i wsp. 2000).

W tym okresie opinia naukowa na temat prozdrowotnych właściwości kwasów chlorogenowych ziarna kawowego została poparta kilkoma ważnymi publikacjami. Działaniu antyoksydacyjnemu kwasów hydroksycynamonowych przypisuje się zmniejszenie ryzyka rozwoju pewnych rodzajów nowotworów, w tym jelita grubego, a także cukrzycy typu II. (Moridani i wsp., 2001, Lee i wsp., 2003, Somoza i wsp., 2003; Huang i wsp., 2004). Spożywanie kawy może ponadto działać przeciwzapalnie, co może przyczyniać się do hamowania rozwoju chorób przewlekłych, takich jak niewydolność układu krążenia, choroby reumatologiczne

i neurologiczne (Morris i wsp., 2002; Kunha i wsp., 2004). Tak wielokierunkowe bioaktywne działanie kwasów hydroksycynamonowych, w tym ich estrów z kwasem chinowym, wynika z wysokiej biodostępności tych związków. Co najmniej jedna trzecia przyjmowanych kwasów hydroksycynamonowych trafia do osocza krwi, gdzie ich podwyższony poziom utrzymuje się przez około 8 godzin. Pozostała część oddziałuje natomiast w jelicie grubym. Dane na temat metabolizmu kwasów hydroksycynamonowych zebrałam w tym okresie i przedstawiłam w pracy przeglądowej (poz. 10 w pkt 6.2). Równocześnie inne grupy badawcze podkreślały możliwość zastosowania kawy, ale tylko prażonej, do przeciwdziałania oksydacji lipidów żywności (Schwarz i wsp., 2001, Nissen i wsp., 2002).

W 2004 roku w moim dorobku znajdowało się kilka publikacji dotyczących ziarna kawowego, które złożyły się na rozprawę doktorską. Dotyczyły wpływu różnych metod prażenia kawy na szereg jej właściwości. Jedną z publikacji opisywała zmiany profilu kwasów chlorogenowych (poz. 6 w pkt 6.1). Zajmowałam się wówczas tym zagadnieniem na tyle intensywnie, że dostrzegłam, iż w tamtym czasie nikt nie podjął badań dotyczących wpływu sposobu ekstrakcji polifenoli z ziarna zielonego kawy na właściwości przeciwutleniające otrzymanych izolatów, jak również zastosowania właśnie ekstraktów kawy zielonej do przeciwdziałania oksydacji lipidów żywności i zwiększenia właściwości przeciwutleniających tak wzbogaconych produktów żywnościowych.

Rozpoczęłam wówczas badania mające na celu opracowanie metod ekstrakcji polifenoli z ziarna kawowego zielonego i porównawczo prażonego, pozwalających otrzymać preparaty zawierające wysokie stężenie antyoksydantów. Analizowałam wpływ gatunku ziarna kawowego, stopnia i warunków jego prażenia oraz rodzaju rozpuszczalnika (woda, etanol) zastosowanego do ekstrakcji, jak i jej warunków, na skład ekstraktu i jego aktywność antyoksydacyjną. Otrzymałam 40 różnych preparatów polifenoli. Kwasy hydroksycynamonowe, głównie chlorogenowe analizowałam metodą HPLC-UV i identyfikowałam metodą HPLC-MS, a częściowo także techniką NMR. Zastosowana metodyka rozdziału i identyfikacji pozwoliła mi na wyodrębnienie dziesięciu kwasów hydroksycynamonowych. Ich maksymalna zawartość w ss. ekstraktów wynosiła blisko 40%. Podjęłam się interpretacji wyników dotyczących wpływu rodzaju rozpuszczalnika, jego ciśnienia i temperatury w procesie ekstrakcji na skład ekstraktów i kształtowanie ich właściwości antyoksydacyjnych. Odpowiedź na postawiony cel zawarłam w dwóch publikacjach (i, ii).

Opisałam przemiany kwasów hydroksycynamonowych wynikające nie tylko z poddawania ziaren prażeniu, ale także te zachodzące na etapie ekstrakcji, co było zagadnieniem zupełnie nowym. Wykazałam, że dominujący kwas hydroksycynamonowy: kwas 5-O-kawoilochinowy (kwas chlorogenowy, 5-O-CQA) w miarę zwiększania temperatury i ciśnienia podczas ekstrakcji stopniowo ulegał transacylacji do kwasu 3- i 4-O-kawoilochinowego. Rezultaty moich badań wykazały ponadto, że największa degradacja kwasów hydroksycynamonowych podczas prażenia ma miejsce w środkowym etapie prażenia. Przy tym polifenole ziarna kawowego są wysoce stabilne w procesie ekstrakcji. Wykazałam dodatkowo, że kwasy hydroksycynamonowe ziarna

kawowego lepiej rozpuszczają się w wodzie niż w etanolu, mimo iż większość polifenoli z innych surowców, w tym flawonoidów, efektywnie rozpuszcza się w etanolu lub jego mieszaninie z wodą. Dzięki temu proces ekstrakcji polifenoli ziarna kawowego nie jest kosztowny i można go prowadzić w typowych instalacjach do otrzymywania kawy rozpuszczalnej. Wniosek ten był istotnym osiągnięciem o charakterze aplikacyjnym.

Wykonane przeze mnie testy aktywności przeciwutleniającej otrzymanych preparatów nie wykazały jednoznacznie najlepszej aktywności ekstraktu ziarna zielonego, mimo największej zawartości polifenoli. Kawa ciemnoprażona, obok zielonej, również wykazywała korzystne pod tym względem właściwości. Potwierdziłam wówczas w odniesieniu do ziarna kawowego bardziej ogólne badania Manzocco i wsp. (2001), pokazujące, że istnieje pewne minimum aktywności przeciwutleniającej produktów ogrzewanych, wynikające z prooksydacyjnego działania wczesnych produktów reakcji Maillarda, które następnie przekształcają się w związki o działaniu przeciwutleniającym. Lepszymi właściwościami przeciwutleniającymi charakteryzował się gatunek robusta. Stosując w testach różną polarność środowiska wykazałam dodatkowo, że kwasy hydroksycynamonowe odpowiedzialne są za aktywność antyoksydacyjną ekstraktów kawowych głównie w środowisku hydrofilowym, natomiast w środowisku lipofilowym większą rolę odgrywa kofeina.

Podsumowując ten etap badań uzyskałam wyniki wskazujące, że korzystne pod względem aplikacyjnym jest otrzymywanie ekstraktów wodnych z ziarna zielonego robusty, ze względu na wysoką zawartość przeciwutleniaczy i wysoką aktywność przeciwutleniającą. Osiągnięciem poznawczym tego kierunku badawczego było określenie przemian kwasów hydroksycynamonowych w procesie prażenia i ekstrakcji ziarna kawowego i korelacja tych przemian z aktywnością antyoksydacyjną ekstraktów. Osiągnięciem aplikacyjnym powyższego etapu badań było rozpoczęcie współpracy z Poznańską Palarnią Kawy Astra Sp z o.o., w zakresie kształtowania właściwości funkcjonalnych w kawach modyfikowanych pod kątem rozwoju produkcji i sprzedaży kawy Astra. Współpraca ta została sformalizowana podpisaniem umowy o powołaniu konsorcjum PPK Astra i Politechniki Łódzkiej, a pierwszy etap tej współpracy może być dofinansowany w ramach złożonego projektu Innotech. Wspólne badania obejmują przede wszystkim opracowanie innowacyjnego produktu, kawy prażonej o właściwościach funkcjonalnych, charakteryzującej się wysoką zawartością przeciwutleniaczy, kwasów hydroksycynamonowych. Prace badawcze będą obejmowały m.in. badania kliniczne, potwierdzające właściwości funkcjonalne kawy prażonej.

5.2. Badania modelowe ekstraktu zielonej kawy ze składnikami żywności w kierunku przemian kwasów hydroksycynamonowych (publikacje iii, iv)

W 2006 roku pojawiły się pierwsze badania Glei i wsp., opisujące prozdrowotnie korzystne zastosowanie ekstraktu zielonej kawy do żywności. Otrzymał on wraz ze swoim zespołem chleb o działaniu chemoprotekcyjnym i antygenotoksycznym, wzbogacony ekstraktem zielonej kawy w stężeniu 1%. W tym samym okresie pojawiło się kilka publikacji podnoszących problem niekorzystnych interakcji kwasów hydroksycynamonowych z białkami żywności (Petzke i wsp.,

2005, Prigent i wsp., 2006). Grupa Gle i wsp. (2006) skupiła się na badaniach właściwości wyciągów ze wzbogaconego chleba na ludzkich liniach komórkowych HT29 i HepG2. Pominęli natomiast kwestie stabilności polifenoli kawowych oraz wpływ dodatku polifenoli na przyswajalność składników pieczywa.

Rozwijając swój kierunek badawczy dotyczący możliwości aplikacji ekstraktów z zielonej kawy w produkcji żywności, uznałam za nieodzowne badania dotyczące trwałości kwasów hydroksycynamonowych wyizolowanych z kawy podczas otrzymywania wzbogaconych produktów żywnościowych, czym wówczas nikt się nie zajmował. Należało przy tym uwzględnić ogrzewanie takiego produktu wraz z ekstraktem kawy w wysokiej temperaturze, co sugerowały chociażby badania Gle i wsp. (2006). Moja hipoteza dotyczyła ewentualnego obniżenia aktywności antyoksydacyjnej ekstraktu zielonej kawy w wyniku degradacji kwasów hydroksycynamonowych dodanych do przetwarzanej żywności i ich reakcji z pozostałymi składnikami wzbogaconego produktu, szczególnie białkami, co pokazywały wcześniej zacytowane badania zespołów Petzke i wsp. (2005) i Prigenta i wsp. (2006). Różnego typu interakcjom kwasów hydroksycynamonowych z białkami żywności poświęciłam pracę przeglądową, z której wnioski jednoznacznie wskazały na konieczność zbadania trwałości uzyskanego ekstraktu z kawy zielonej, zawierającego kwasy hydroksycynamonowe w żywności ogrzewanej bogatej w białka (publikacja iii).

Prace rozpocząłam od badań modelowych. Pewien zakres badań modelowych żywności zawierającej kwasy hydroksycynamonowe pochodzące z kawy przedstawili w tym okresie w swojej publikacji Charurin i wsp. (2002). Ich badania mieszanin modelowych imitowały jedynie ziarno kawy, a prace ograniczały się tylko do samego kwasu 5-O-kawoilochinowego w układach z arginina i sacharozą. Natomiast moje modele nawiązywały do składu żywności, w tym pieczywa, włączając pieczywo cukiernicze, wzbogacane ekstraktem zielonej kawy. Zastosowałam stężenie polifenoli na poziomie potencjalnie prozdrowotnym, najwyższym uznawanym za bezpieczny dla ich spożycia, czyli 1% w porcji 100 g (Williamson i Holst, 2008). Przeprowadziłam badania modelowe ekstraktu zielonej kawy w mieszaninie z białkiem jaja kurzego, olejem słonecznikowym, sacharozą i skrobią ziemniaczaną, poddanych ogrzewaniu w temp. 180 °C (110 °C w obecności sacharozy) przez 1 godz.

Opisałam stabilność kwasów hydroksycynamonowych podczas ich ogrzewania w modelowych mieszaninach składników żywności (publikacja iv). Moje badania degradacji kwasów chlorogenowych wyekstrahowanych z surowego ziarna kawowego i dodanych do mieszanin modelowych zawierających wybrane składniki żywności miały oryginalny nowatorski charakter. Wykazałam, że straty kwasów hydroksycynamonowych w ogrzewanych mieszaninach wynosiły od 18 do 84%. Największą degradację kwasów hydroksycynamonowych obserwowałam w mieszaninach, w których obecny był olej słonecznikowy.

Scharakteryzowałam stabilność siedmiu kwasów hydroksycynamonowych. Dowiodłam, iż w warunkach ogrzewania mieszanin modelowych przez 1 godz. w temp. 180 °C zachodziła blisko

100% degradacja diestrów kwasu kawowego i chinowego, w dużym stopniu odpowiedzialnych za gorzki i cierpki smak ekstraktu zielonej kawy.

Wyniki dotyczące aktywności antyoksydacyjnej modeli żywności, zawierających ekstrakt zielonej kawy, pozwoliły mi stwierdzić, że degradacja kwasów hydroksycynamonowych w ogrzewanych mieszaninach tylko w pewnym stopniu wiązała się z obniżeniem tej aktywności. Mieszaniny zachowywały relatywnie wysoką zdolność zmiatania wolnych rodników, w szczególności te zawierające olej słonecznikowy. Produkty degradacji polifenoli wykazywały zatem także pewną aktywność antyoksydacyjną, a przy tym wpływały korzystnie na cechy sensoryczne modelowej żywności. Wyniki uzasadniają zatem celowość dodawania ekstraktów zielonej kawy do żywności poddawanej ogrzewaniu.

Powyższy nowatorski kierunek badawczy zaowocował osiągnięciem poznawczym, którym było zdefiniowanie stabilności i przemian kwasów hydroksycynamonowych ogrzewanych w układach modelowych z wybranymi składnikami żywności, z uwzględnieniem aktywności antyoksydacyjnej układów. W badaniach wykazałam szczególnie niekorzystny wpływ oleju, na przykładzie słonecznikowego, na stabilność ogrzewanych kwasów hydroksycynamonowych, a jednocześnie zachowanie wysokiej aktywności antyoksydacyjnej tego rodzaju żywności modelowej.

5.3. Właściwości produktów żywnościowych wzbogaconych ekstraktami ziarna kawowego (publikacje v, vi, vii)

Pierwsze dwa etapy mojej pracy badawczej upoważniły mnie do podjęcia kolejnego kierunku, mającego na celu zastosowanie przygotowywanych przeze mnie ekstraktów kawy zarówno zielonej, jak i prażonej do żywności. Początkowo moje badania nawiązywały do prac Anwara i wsp. (2006), który analizował wpływ ekstraktów kawy prażonej w stężeniu do 0,2% na stabilność oksydacyjną olejów roślinnych. W swoich badaniach stosowałam ekstrakty kawy zielonej i prażonej gatunku arabika i robusta (w stężeniach 0,1-1,0%) oczekując zwiększenia stabilności oksydacyjnej oleju słonecznikowego i smalcu wieprzowego podczas przechowywania (publikacja v).

Dowiodłam, że wodne ekstrakty kawy w stężeniu 0,1%, w szczególności zielonej robusty, najkorzystniej obniżały chemiczne wskaźniki oksydacji po okresie przechowywania, w porównaniu z próbą kontrolną, wskazując na około dwukrotne spowolnienie utleniania w obecności przeciwutleniaczy ziarna kawowego. Analiza profilu termicznego, wykonana metodą DSC potwierdziła wskaźniki chemiczne. Przy poziomie 1% ekstraktu zielonej kawy efekt spowolnienia powstawania nadtlenków był o około 30% mniejszy. Uzyskane wyniki dotyczące otrzymywania preparatu z zielonej kawy o właściwościach przeciwutleniających, opóźniającego zmiany oksydacyjne w tłuszczach spożywczych, pozwoliły mi na przygotowanie zgłoszenia patentowego zastrzegającego stosowanie utrwalonego preparatu do wyrobów cukierniczych o wysokiej zawartości lipidów (poz. 12 w pkt 6.2).

W kolejnym etapie badań dodawałam ekstrakt z zielonej kawy i porównawczo z zielonej herbaty w stężeniu maksymalnie 1%, do drobnych smażonych drożdżowych produktów

ciastkarskich w postaci pączków, w celu oceny przemian polifenoli wprowadzanych wraz z preparatami do ciasta, formowania podczas smażenia akrylamidu, oznaczanego metodą GC-MS/MS, jakości tłuszczu oraz aktywności przeciwutleniającej wzbogaconych produktów (publikacja vi). Ekstrakt zielonej kawy w porównaniu z ekstraktem zielonej herbaty zawierał około 2-krotnie mniejsze stężenie polifenoli (odpowiednio 25,5 i 41,2%). W smażonych pączkach otrzymałam relatywnie niskie poziomy akrylamidu. Zagadnieniu wzbogacania żywności w przeciwutleniacze w celu ograniczenia tworzenia akrylamidu poświęcono w ostatnich latach kilka publikacji. Zhang i wsp. (2007) wykazali takie właściwości w produktach smażonych zawierających ekstrakty z liści bambusa i zielonej herbaty. Grupa Salazara i wsp. (2012) dodawała natomiast w tym celu do smażonej żywności wyciąg z papryki. Określenie wpływu ekstraktu zielonej kawy na tworzenie akrylamidu było zatem nową obserwacją. Wiedząc jednak, z badań zacytowanych autorów, że dodatek przeciwutleniaczy w celu ograniczenia formowania akrylamidu ma pewne optimum, powyżej którego może mieć działanie wręcz odwrotne, uważałam za konieczne zbadanie tego zagadnienia. Szczególnie ważny był efekt dodatku ekstraktu zielonej kawy w najwyższym zastosowanym stężeniu 1%. Przy zastosowaniu stężeń ekstraktu zielonej kawy w stężeniu 0,5 i 1% uzyskałam ograniczenie tworzenia akrylamidu, podczas gdy ekstrakt zielonej herbaty w stężeniu 1% intensyfikował formowanie tego związku.

Wykazałam brak korelacji między ciemniejszą barwą pączków wzbogaconych ekstraktami w stosunku do kontrolnych i wzrostem stężenia akrylamidu. Dowiodłam tym samym, że badania innych autorów, w tym Serpen i Gökmen (2009), pokazujące, że produkt ciemniejszy (w wyniku obróbki termicznej) zawiera więcej akrylamidu, nie muszą mieć odniesienia do produktów wzbogaconych w polifenole. W ekstrakcie zielonej kawy zidentyfikowałam dziesięć kwasów hydroksycynamonowych. Opisałam przemiany tych związków zachodzące we wzbogaconych smażonych produktach. Były to zupełnie nowe dane w odniesieniu do ekstraktu zielonej kawy, jak również ekstraktu zielonej herbaty, który także analizowałam pod względem przemian polifenoli w celach porównawczych. Istotne było wykazanie przeze mnie, że polifenole pochodzące z zielonej kawy w zastosowanym stężeniu, były w procesie smażenia wysoce stabilne (w 90%), znacznie bardziej niż polifenole zielonej herbaty (w 40%). W ekstrakcie zielonej kawy największej degradacji (blisko 60%) uległ kwas kawowy, jak również diestry kwasu kawowego i/lub ferulowego z kwasem chinowym, które w warunkach smażenia uległy hydrolizie do monoestrów ze wzrostem zawartości tych ostatnich, np. kwasu 3-i 4-O-fruloilochinowego i kwasu 4-O-kawoilochinowego. Wzrost zawartości tego ostatniego wynikał ponadto z transacylacji kwasu 5-O-kawoilochinowego, obserwowanej przeze mnie także podczas prażenia kawy. Pozostałe kwasy hydroksycynamonowe zachowały się w stężeniach zbliżonych do wyjściowych. We wzbogaconych pączkach, oprócz wysokiego stopnia zachowania polifenoli, szczególnie pochodzących z ziarna kawowego, obserwowałam wzrost aktywności antyoksydacyjnej w porównaniu do produktu niewzbogaconego oraz ograniczenie powstawania wodoronadtlenków lipidowych.

Ekstraktem zielonej i prażonej robusty wzbogacałam następnie wybrane produkty spożywcze o wysokiej zawartości tłuszczu, różniące się temperaturą stosowaną podczas otrzymywania, tj. ciastka kruche, poddawane wypiekowi i czekoladki typu „michałki” z rdzeniem orzechowym (publikacja vii). Poziom suplementacji wynosił od 0,1 do 1%. Celem tej pracy było porównanie jakości wyrobów wzbogaconych i kontrolnych, świeżych i po 12 tygodniach przechowywania. Oceniano jakość tłuszczu oraz przeprowadzono analizę sensoryczną i profilową instrumentalną analizę tekstury. Wykazałam, że podczas przechowywania produktów ekstrakty z kawy prażonej i zielonej ograniczały odpowiednio o 14 i 40% tworzenie nadtlenków lipidowych. Dodatek obu ekstraktów kawy dzięki właściwościom higroskopijnym, poprawiał kohezję czekoladek po przechowywaniu, co wpływało na ich lepszą ocenę sensoryczną.

Powyższy kierunek badawczy przyczynił się do osiągnięcia poznawczego w postaci określenia trwałości i przemian kwasów hydroksycynamonowych w produktach żywnościowych oraz wpływu tych przemian na aktywność przeciwutleniającą produktów i stabilność oksydacyjną lipidów. Osiągnięciem aplikacyjnym było wykazanie wysokiej stabilności kwasów hydroksycynamonowych wprowadzanych wraz z ekstraktem zielonej kawy do wybranych produktów żywnościowych, zwiększania aktywności przeciwutleniającej wzbogaconych produktów oraz ograniczania utleniania lipidów.

Wykaz cytowanej literatury

- Anwar F., Jamil A., Iqbal S., Sheikh M.A. 2006: Antioxidant activity of various plant extracts under ambient and accelerated storage of sunflower oil. *Grasas Aceites*, 57, 189-197.
- Charurin P., Ames J.M., Castillo, M.D. 2009: Antioxidant activity of coffee model system, *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3751-3756.
- Chen J.H., Ho C.T. 1997: Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 2374-2378.
- Clarke, R.J. Macrae, R. 1985: *Coffee*. Vol. 1, Chemistry, Elsevier Applied Science, London.
- Clifford M.N. 1985: Chlorogenic acids. In: Clarke, R.J.; Macrae, R. (ed) *Coffee*. Vol. 1, Chemistry, Elsevier Applied Science, London, pp. 153-202.
- Cunha F.M., Duma D., Assreuy J., Buzzi F.C., Niero R., Campos M.M., Calixto J.B. 2004: Caffeic acid derivatives: *in vitro* and *in vivo* anti-inflammatory properties. *Free Radic. Res.*, 38, 1241-1253.
- Daglia M., Papetti A., Gregotti C., Bertè F., Gazzani G. 2000: *In vitro* antioxidant and *ex vivo* protective activities of green and roasted coffee. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 1449-1454.
- Glei M., Kirmse A., Habermann N., Persin C., Pool-Zobel B.L. 2006: Bread enriched with green coffee extract has chemoprotective and antigenotoxic activities in human cells. *Nutr. Cancer*, 56, 182-192.
- Huang J., De Paulis T., May J.M. 2004: Antioxidant effects of dihydrocaffeic acid in human EA.hy926 endothelial cells. *J. Nutr. Biochem.*, 15, 722-729.
- Lee Y., Kuo H., Chu C., Wang C., Lin W., Tseng T. 2003: Involvement of tumor suppressor protein p53 and p38 MAPK in caffeic acid phenethyl ester-induced apoptosis of glioma cells. *Biochem. Pharm.*, 66, 2281-2289.
- Manzocco L., Mastrocola D., Nicoli M.C. Marangoni V. 2001: Review of nonenzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 11, 340-346.
- Moridani M.Y., Scobie H., Jamshidzadeh A., Salehi P., O'Brine P.J. 2001: Caffeic acid, chlorogenic acid, and dihydrocaffeic acid metabolism: glutathione conjugate formation. *Drug Metab. Disp.*, 29, 1432-1439.
- Morris M.C., Evans D.A., Bienias J.L., Tangney C.C., Bennett D.A., Aggarwal N., Wilson R.S., Scherr P.A.: Dietary intake of antioxidant nutrients and the risk of incident Alzheimer disease in a biracial community study. *J. Am. Medical Assoc.*, 2002, 287, 3230-3237.
- Nissen L.R., Huynh-Ba T., Petersen M.A. Bertelsen G., Skibsted L.H. 2002: Potential use of electron spin resonance spectroscopy for evaluating the oxidative status of potato flakes. *Food Chem.*, 79, 387-394.

- Petzke K.J., Schuppe S., Rohn S., Rawel H.M., Kroll J. 2005: Chlorogenic acid moderately decreases the quality of whey proteins in rats. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 3714-3720.
- Prigent S.V.E., Voragen A.G.J., Visser A.J.W.G., van Koningsveld G.A., Gruppen H. 2007: Covalent interactions between proteins and oxidation products of caffeoylquinic acid (chlorogenic acid). *J. Sci. Food Agric.*, 87, 2502-2510.
- Rawel H.M., Rohn S. 2010: Nature of hydroxycinnamate-protein interactions. *Phytochem. Rev.* 9, (1, Special Issue: Biochemistry of Hydroxycinnamates and Their Role in Plant, Food, Nutritional and Agricultural Sciences (PSE Meeting Ferulate, 25-27, August 2008) Guest Edited by Mirko Bunzel and John Ralph), 93-109.
- Richelle M., Tavazzi I., Offord E. 2001: Comparison of the antioxidant activity of commonly consumed polyphenolic beverages (coffee, cocoa, and tea) prepared per cup serving. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 3438-3442.
- Salazar R., Arámbula-Villa G., Hidalgo F.J., Zamora, R. 2012: Mitigating effect of piquin pepper (*Capsicum annum* L. var. Aviculare) oleoresin on acrylamide formation in potato and tortilla chips. *LWT-Food Sci. Technol.*, 48, 261-267.
- Scalbert A., Manach C., Morand C. 2005: Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critic. Rev. Food Sci. Nutr.*, 45, 287-306.
- Schwarz, K., Bertelsen G., Nissen L.R., Gardner P.T., Heinonen M.I., Hopia A., Huyanh-Ba T., Lambelet P., McPhail D., Skibsted L.H., Tijburg L. 2001: Investigation of plant extracts for the protection of processed foods against lipid oxidation. Comparison of antioxidant assays on radical scavenging, lipid oxidation and analysis of principal antioxidant compounds. *Eur. Food Res. Technol.*, 212, 319-328.
- Serpen A., Gökmen V. 2009: Evaluation of the Maillard reaction in potato crisps by acrylamide, antioxidant capacity and color. *J. Food Compos. Anal.*, 22, 589-595.
- Shimoda H., Seki E., Aitani M. 2006: Inhibitory effect of green coffee bean extract on the fat accumulation and body weight gain in mice. *BMC Complem. Altern. Med.*, 6, <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/6/9>.
- Somoza V., Lindenmeier M., Wenzel E., Frank O., Erbersdobler H.F., Hoffmann T. 2003: Activity-guided identification of chemopreventive compound in coffee beverage using *in vitro* and *in vivo* techniques. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 6861-6869.
- Williamson G., Holst B. 2008: Dietary reference intake (DRI) value for dietary polyphenols: are we heading in the right direction? *Brit. J. Nutr.* 99, Suppl. 3, S55-S58.
- Zhang Y., Zhang, Y. 2007: Study on reduction of acrylamide in fried bread sticks by addition of antioxidant of bamboo leaves and extract of green tea. *Asia Pacif. J. Clin. Nutr.*, 16 (Suppl. 1), 131-136.

6. Omówienie zainteresowań naukowo-badawczych i pozostałych osiągnięć

Urodziłam się 29 grudnia 1968 r. w Toruniu. Egzamin maturalny zdałam w 1987 r. w XXVI LO w Łodzi, gdzie uczęszczałam do klasy o profilu biologiczno-chemicznym. W tym samym roku rozpoczęłam studia na Wydziale Chemii Spożywczej i Biotechnologii (obecnie Biotechnologii i Nauk o Żywności) Politechniki Łódzkiej, zakończone w 1993 r. obroną pracy magisterskiej. Rozpoczęte badania kontynuowałam już jako pracownik Politechniki Łódzkiej, początkowo na stanowisku inżynierjno-technicznym, a od 1994 r. jako asystent na Wydziale Chemii Spożywczej i Biotechnologii.

Już podczas badań związanych z przygotowaniem pracy magisterskiej dołączyłam do Zespołu Technologii Skrobi i Cukiernictwa kierowanego przez prof. dr hab. inż. Ewę Nebesny. Zespół ten zajmuje się badaniami związanymi z wyjaśnieniem mechanizmów przemian fizyko-chemicznych składników żywności i opracowywaniem nowoczesnych technologii na potrzeby przetwórstwa skrobi różnego pochodzenia, jak również piekarstwa i cukiernictwa oraz przemianami związków bioaktywnych w procesach przetwórczych. Praca w zespole zaowocowała podjęciem przeze mnie kilku kierunków badawczych.

Moje zainteresowania badawcze koncentrowały się dotychczas wokół 7 głównych zagadnień:

- ✓ Możliwość zastosowania grzejnictwa mikrofalowego w procesie prażenia ziarna kawowego – wyniki uzyskane przed doktoratem
- ✓ Związki bioaktywne z ziarna kawy i ich zastosowanie do wzbogacania żywności – wyniki uzyskane po doktoracie, wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej
- ✓ Zastosowanie bakterii probiotycznych do wyrobów cukierniczych - wyniki uzyskane po doktoracie, nie wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej
- ✓ Wyroby i półprodukty cukiernicze i ciastkarskie o zmniejszonej zawartości związków antyżywnościowych – wyniki uzyskane po doktoracie, częściowo wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej
- ✓ Udział w opracowaniu programu: Strategia rozwoju polskiego sektora spożywczego do roku 2030 – wyniki uzyskane po doktoracie, nie wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej
- ✓ Interakcje białka oraz hydrolizatów białkowych z kwasami hydroksycynamonowymi – aktualnie realizowane, dotychczasowe wyniki wchodzą w skład rozprawy habilitacyjnej
- ✓ Bioaktywność kwasów hydroksycynamonowych z ziarna kawy i produktów ich interakcji ze składnikami żywności – aktualnie realizowane

6.1. Możliwości zastosowania grzejnictwa mikrofalowego w procesie prażenia ziarna kawowego

Moje początkowe badania dotyczyły możliwości zastosowania grzejnictwa mikrofalowego w procesie prażenia ziarna kawy. Tego zagadnienia dotyczyła moja rozprawa doktorska pt: **„Wpływ metody prażenia na właściwości fizykochemiczne kawy”**, której promotorem była prof. dr hab. inż. Ewa Nebesny. Powyższy problem badawczy był przedmiotem **grantu promotorskiego pod tym samym tytułem, finansowanego przez KBN, realizowanego w latach 2003-2004, w którym byłam głównym wykonawcą**. Za cel postawiłam sobie rozwiązanie tego problemu w sposób jak najbardziej kompleksowy, obejmujący szereg aspektów jakości ziarna kawowego. Rozpoczęłam w związku z tym wspólne badania z Instytutem Podstaw Chemii Żywności oraz Instytutem Biochemii Technicznej Politechniki Łódzkiej. Zdobyte w ramach tej współpracy doświadczenie w zakresie technik chromatografii gazowej i cieczowej, stosowanych do określania profilu związków lotnych oraz polifenoli i metyloksantyn pozwoliło mi na znaczne poszerzenie mojego warsztatu badawczego i właściwą interpretację uzyskiwanych wyników. Współpracowałam także z Międzywydziałowym Instytutem Techniki Radiacyjnych PŁ w zakresie charakterystyki poziomu wolnych rodników w prażonym ziarnie metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego.

W badaniach stosowałam szereg modyfikacji procesu, polegających na nadawaniu ziarnu różnej wilgotności przed prażeniem zasadniczym. Dzięki możliwości obniżenia temperatury ziaren kawowych w procesie prażenia, co wynikało z zastosowania objętościowego grzejnictwa mikrofalowego, o innej naturze niż powszechnie stosowane ogrzewanie konwekcyjne, uzyskałam szereg korzystnych cech jakościowych ziarna. Dotyczyły one szczególnie profilu lotnych związków aromatycznych, zawartości polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej, a także

bardziej intensywnej barwy i wyższej ekstraktywności składników ziarna przy tej samej wydajności procesu prażenia.

Wykazałam ponadto, że wzrost zawartość substancji wolnorodnikowych w ziarnie prażonym następował wraz z degradacją frakcji olejowej, jak i węglowodanowej, przy czym degradacji tej drugiej towarzyszyło korzystne formowanie składników pigmentu i aromatu. Swoje doświadczenie w ocenie właściwości prażonego ziarna kawowego wykorzystałam ponadto w interpretacji wyników dotyczących prażenia ziarna kakaowego. Dodatkowym osiągnięciem naukowym tego kierunku badawczego było skorelowanie przeze mnie wyróżników sensorycznych naparów kawowych ze składem i właściwościami fizykochemicznymi ziarna. Wyniki zamieszczone w rozprawie doktorskiej przedstawiłam w cyklu publikacji (1-8) oraz w postaci trzech wygłoszonych referatów (K1, K2, K3) i trzech doniesień na konferencjach naukowych (K4, K5, K6), w tym jednej międzynarodowej. Publikacje 6-8 stanowią część mojego dorobku z okresu przed uzyskaniem stopnia doktora, natomiast publikacje 1-5 obejmują badania wykonane w ramach pracy doktorskiej, ale ukazały się po doktoracie.

1. **Budryn G.**, Nebesny E., Kula J., Majda T., Krysiak W.: HS-SPME/GC/MS profiles of convectively and microwave roasted Ivory Coast Robusta coffee brews. Czech Journal of Food Science, 2011. 29, 151–160 **IF=0,676**
2. Nebesny E., **Budryn G.**, Kula J., Majda T.: The effect of roasting method on headspace composition of Robusta coffee bean aroma. European Food Research and Technology, 2007, 225, 9-19 **IF=1,159**
3. Nebesny E., **Budryn G.**: Changes in free radicals content in coffee beans throughout convective roasting and microwaving and during storage. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 2006, 102, 526-530 **IF=0,414**
4. Nebesny E., **Budryn G.**: Convective and microwave roasting as well as storage of coffee in polyethylene bags. Changes in lipid fraction. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 2006, 102, 547-554 **IF=0,414**
5. Nebesny E., **Budryn G.**: Evaluation of sensory attributes of coffee brews from Robusta coffee under different conditions. European Food Research and Technology, 2006, 224, 159-165 **IF=1,084**
6. Nebesny E., **Budryn G.**: Antioxidative activity of green and roasted coffee beans as influenced by convection and microwave roasting methods and content of certain compounds, European Food Research and Technology, 2003, 217, 157-163 **IF=1,220**
7. Nebesny E., **Budryn G.**: Effect of the roasting method on the content of 5-hydroxytryptamides of carboxylic acids in roasted coffee beans, Nahrung – Food, 2002, 46, 279-282 **IF=0,522**
8. Nebesny E., **Budryn G.**: Charakterystyka ziarna kawowego. Zeszyty Naukowe PŁ, Chemia Spożywcza i Biotechnologia, 2000, 62, 85-99
- K1. Nebesny E., **Budryn G.**: Wpływ metody prażenia na zawartość polifenoli w kawie. Seminarium Doktorantów Łódzkiego Środowiska Chemicznego, Łódź, 2004
- K2. Nebesny E., **Budryn G.**, Żyżelewicz D.: Zawartość polifenoli w kawie prażonej różnymi metodami. XXXIV Sesja Naukowa KNoŻ PAN „Jakość polskiej żywności w przededniu integracji Polski z Unią Europejską”, Wrocław, 2003
- K3. Nebesny E., **Budryn G.**: Wpływ metody prażenia na wybrane właściwości fizyko-chemiczne ziarna kawowego. XII Seminarium „Woda w żywności”, Rogów, 2001
- K4. Nebesny E., **Budryn G.**: Wpływ sposobu prażenia ziarna kawowego na jego wybrane właściwości fizykochemiczne. Postęp w Technikach Chromatograficznych w Zastosowaniu do Badań Żywności. V Sesja MKN PTTŻ, Rynia, 2000
- K5. Nebesny E., **Budryn G.**, Kula J., Majda T.: Coffee aroma GC/MS analysis roasting by convective and microwave methods, Konferencja naukowa międzynarodowa: The XXVIIth Symposium "Chromatographic Methods of Investigation the Organic Compounds", Szczyrk, 2003
- K6. Nebesny E., **Budryn G.**: Zastosowanie mikrofal do prażenia ziarna kawy. Konferencja Regionalna: Nauka dla Gospodarki. II Regionalne Forum Innowacyjne Województwa Łódzkiego. Żywność Funkcjonalna. Łódź, 2003

6.2. Związki bioaktywne z ziarna kawy i ich zastosowanie do wzbogacania żywności

Konsekwencją zainteresowania zmianami dotyczącymi zawartości kwasów hydroksycynamonowych i metyloksantyn w procesie prażenia ziarna kawowego był obrany przeze mnie kierunek badawczy, który stał się zasadniczym przedmiotem moich zainteresowań

naukowych i pozwolił mi na uzyskanie szeregu wyników, które zostały przedstawione w niniejszym autoreferacie i publikacjach, stanowiących moje główne osiągnięcie naukowe. Badania realizowałam w ramach **dwóch grantów finansowanych przez MNiSW: „Ekstrakty ziarna kawowego jako inhibitory procesów oksydacyjnych w żywności” (w latach 2005-2008) i „Jakość i trwałość żywności o potencjale prozdrowotnym wzbogaconej ekstraktem surowego ziarna kawowego” (w latach 2009-2012), w których pełniłam funkcję kierownika.** Szeroki zakres badawczy tych prac stworzył mi możliwość podjęcia współpracy z Instytutem Chemii Organicznej Wydziału Chemicznego PŁ w zakresie analizy NMR kwasów hydroksycynamonowych wyizolowanych z ekstraktu kawowego, a także z Instytutem Biologii Eksperymentalnej Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, który specjalizuje się w oznaczeniach mikotoksyn. Dzięki podjętej współpracy mogłam potwierdzić bezpieczeństwo otrzymanego preparatu pod względem obecności ochratoksyny A. Prowadziłam także współpracę z Katedrą Chemii Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie i Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych Instytutu Gleboznawstwa, Uprawy i Nawożenia w Puławach, wraz z którymi, wykorzystując metody preparatywne w połączeniu z HPLC-MS izolowałam i identyfikowałam kwasy hydroksycynamonowe z ekstraktów kawy. Wyniki prac objętych wymienionymi projektami przedstawiłam w publikacjach i, ii, iv, v, vii (w części głównej autoreferatu) oraz w publikacjach 9-11 i zgłoszeniu patentowym (12), a także w postaci doniesienia na konferencji naukowej (K7).

9. **Budryn G.**, Nebesny E., Struktura i właściwości antyoksydacyjne polifenoli ziarna kawowego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2005, XXXVIII, 203-209.
10. **Budryn G.**, Nebesny E., Fenolokwasy - ich właściwości, występowanie w surowcach roślinnych, wchłanianie i przemiany metaboliczne. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2006, XXXIX, 103-110.
11. **Budryn G.**, Nebesny E., Rachwał-Rosiak D., Oracz J. (2013). Fatty acids, essential amino acids, and chlorogenic acids profiles, gastric digestibility and antioxidant activity of different food products enriched with green coffee extract. *International Food Research Journal*, przyjęte do druku
12. **Budryn G.**, Nebesny E., Żyżelewicz D., 2009: Preparat o właściwościach przeciwutleniających, sposób otrzymywania tego preparatu oraz jego zastosowanie. Zgłoszenie patentowe nr P-388203
- K7. **Budryn G.**, Nebesny E.: Aktywność przeciwutleniająca ekstraktów kawy otrzymywanych różnymi metodami. Konferencja naukowa: Naturalne przeciwutleniacze. Od surowca do organizmu, Poznań, 2007

6.3. Zastosowanie bakterii probiotycznych do wyrobów cukierniczych

Kolejnym kierunkiem mojej pracy badawczej, podjętym w okresie po doktoracie było zaangażowanie w projekt, dotyczący uzyskiwania wyrobów cukierniczych o cechach probiotycznych z zastosowaniem szczepów bakterii probiotycznych. Badania realizowane były pod kierunkiem prof. Ewy Nebesny w ramach **projektu rozwojowego finansowanego przez MNiSW pt: „Półprodukty i wyroby cukiernicze, suplementowane żywymi kulturami bakterii fermentacji mlekowej”, realizowanego w latach 2006-2008, w którym byłam głównym wykonawcą.** Zakres badań podjętych w związku z realizacją tego projektu obejmował opracowanie technologii otrzymywania wielu produktów cukierniczych, charakteryzujących się odmiennymi parametrami procesu otrzymywania, dostosowanymi do zachowania żywotności bakterii fermentacji mlekowej (LAB), w tym przede wszystkim temperaturą, aktywnością wody

i stopniem napowietrzenia. Wymusiło to na zespole naukowym zaplanowanie i weryfikację, także w badaniach przechowalniczych, indywidualnej koncepcji technologicznej dla każdego z produktów. Wykonanie powyższych badań było możliwe dzięki temu, iż Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa, którego jestem pracownikiem, równolegle do rozbudowy bazy aparatury analitycznej, nieustająco zabiega o wyposażenie w nowoczesną aparaturę technologiczną, pracującą w skali ćwierć technicznej. Zastosowany preparat bakterii probiotycznych otrzymany był w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii PŁ w ramach prac pod kierunkiem prof. Zdzisławy Libudzisz, które obejmowały także ocenę poziomu funkcjonalności produktów podczas otrzymywania i przechowywania.

Dotychczasowe zastosowania LAB do żywności dotyczyły głównie żywności fermentowanej, umożliwiającej namnożenie i przeżywalność bakterii w stanie pełnej aktywności życiowej. Dzięki opracowaniu przez zespół prof. Zdzisławy Libudzisz utrwalonego preparatu LAB, zawierającego bakterie dwóch szczepów *Lactobacillus casei* i jednego *Lactobacillus paracasei*, z zastosowaniem innowacyjnej technologii, w której otrzymano preparat pozbawiony charakterystycznego kwaśnego smaku, gdzie bakterie utrzymywane są w stanie anabiozy, możliwe było rozszerzenie możliwości aplikacyjnych LAB o nową grupę produktów żywnościowych. Takie produkty mogą charakteryzować się niską aktywnością wody, w których bakterie przeżywają etap otrzymywania i przechowywania produktu w stanie anabiozy i po dostaniu się do przewodu pokarmowego człowieka powracają do pełnych funkcji życiowych.

Osiągnięciem zespołu realizującego badania, w których uczestniczyłam, było wykazanie, że w większości opracowanych produktów cukierniczych środowisko było nadspodziewanie sprzyjające dla przeżywalności LAB, z uwagi na niską aktywność wody, wysokie stężenie węglowodanów i ograniczoną dostępność tlenu. Produkty utrzymywały funkcjonalny poziom LAB w okresie trzech miesięcy przechowywania nawet w temperaturze pokojowej. Moim indywidualnym osiągnięciem w tym nowatorskim kierunku badawczym było opracowanie nowego wyrobu, czekoladowanych cukierków typu „michałki” zawierającego bakterie probiotyczne. Otrzymane przez nas produkty, do których z powodzeniem i bez zmiany właściwości sensorycznych wprowadzono LAB, należą do żywności chętnie spożywanej przez dzieci i młodzież, co pozwala na wzbogacenie diety tej grupy konsumentów w bakterie probiotyczne.

Efektom tych badań rozwojowych, których byłam współautorem, było przygotowanie pięciu zgłoszeń patentowych, z których dwa obecnie są już patentami (13-17). Wyniki prac prezentowano także w postaci doniesienia na międzynarodowej konferencji naukowej (K8). Wzbudziły one zainteresowanie opinii międzynarodowej, czego dotychczasowym efektem było zaproszenie do przygotowania dwóch rozdziałów, dotyczących probiotycznych produktów cukierniczych w dwóch monografiach o zasięgu ogólnościowym, prezentujących najnowsze osiągnięcia w zastosowaniu LAB do produkcji żywności (18, 19).

13. **Budryn G.**, Nebesny E., Żyżelewicz D., Krysiak W., Motyl I., Libudzisz Z., 2012: Wyrób cukierniczy w postaci korpusów cukrowo-tłuszczowych. Patent nr P-384154

-
14. Nebesny E., Żyżelewicz D., Krysiak W., **Budryn G.**, Motyl I., Libudzisz Z., 2012: Rodzynki w czekoladzie. Patent nr P-384153.
 15. Żyżelewicz D., Nebesny E., Motyl I., Libudzisz Z., **Budryn G.**, Krysiak W., Rosicka-Kaczmarek J. 2010: Wafłowy wyrób cukierniczy w postaci wafli przekładanych masą, o cechach funkcjonalnych. Zgłoszenie Patentowe P-393270
 16. Żyżelewicz D., Nebesny E., Krysiak W., **Budryn G.**, Motyl I., Libudzisz Z. 2009: Produkt i sposób przygotowania produktu do smarowania pieczywa, o właściwościach probiotycznych. Zgłoszenie patentowe nr P-388158.
 17. Krysiak W., Nebesny E., Żyżelewicz D., **Budryn G.**, Motyl I., Libudzisz Z., 2008: Sposób wytwarzania pralin z nadzieniem cukrowo-tłuszczowym, o polepszonych właściwościach zdrowotnych. Zgłoszenie patentowe nr P-384866.
 18. Żyżelewicz D., Nebesny E., **Budryn G.**, Krysiak W.: Technology and stability of probiotic and prebiotic confectionery products, w: Probiotic and Prebiotic Foods: Technology, Stability and Benefits to Human Health; pod redakcją Shah N.P., Da Cruz A.G i Faria J.A.F. Nova Science Publishers, Inc., New York, 2011, pp. 295-320.
 19. Żyżelewicz D., Motyl I., Nebesny E., **Budryn G.**, Krysiak W., Rosicka-Kaczmarek J., Libudzisz Z.: Probiotic confectionery products – preparation and properties, w: Probiotics; pod redakcją Rigobelo E.C. In Tech, Rijeka, 2012, pp. 261-306.
 - K8. Motyl I., Libudzisz Z., Krysiak W., Budryn G., Żyżelewicz D., Nebesny E.: The confectionery products supplementary of lactic acid bacteria. XI Anniversary Scientific Conference: “Biology – Traditions and Challenges”, Sofia, 2009

6.4. Wyroby i półprodukty cukiernicze i ciastkarskie o zmniejszonej zawartości związków antyżywniowych

Prace rozwojowe realizowane w zespole prof. Ewy Nebesny, którego jestem pracownikiem objęły kolejny bardzo ważny dla przemysłu cukierniczego problem, którego celem było opracowanie technologii otrzymywania produktów i półproduktów cukierniczych nie zawierających izomerów *trans* kwasów tłuszczowych lub o obniżonej ich zawartości, a także o zredukowanej zawartości akrylamidu, zgodnie z aktualnymi zaleceniami żywieniowymi. Badania te prowadziłam w ramach **grantu rozwojowego pt „Opracowanie technologii otrzymywania wyrobów i półproduktów cukierniczych i ciastkarskich o zmniejszonej zawartości związków antyżywniowych”, finansowanego przez NCBiR, realizowanego w latach 2009-2012, w którym byłam głównym wykonawcą.** Opracowanie odpowiednich technologii wymagało optymalizacji zarówno pod względem doboru właściwych składników jak i parametrów procesowych. Zastosowano szereg preparatów o właściwościach antyoksydacyjnych, mając na celu ograniczenie formowania akrylamidu w produktach cukierniczych, w tym z zielonej kawy i zielonej herbaty, rozmarynu oraz ciecierzycy. W produktach suplementowanych uzyskano redukcję akrylamidu w porównaniu z produktami tradycyjnymi.

Moim szczególnym osiągnięciem było opracowanie technologii produkcji wyrobów cukierniczych otrzymywanych w wyniku zarówno wypieku, jak i smażenia, zawierających ekstrakt zielonej kawy, który przyczyniał się do ograniczenia formowania akrylamidu i zwiększał aktywność antyoksydacyjną produktów. Wykazałam ponadto, że degradacja kwasów hydroksycynamonowych wprowadzanych do produktów wraz z ekstraktem zielonej kawy nie przekraczała 10% i była znacząco mniejsza niż degradacja flawanoli dodawanych w postaci ekstraktu z zielonej herbaty, których zawartość zmniejszała się nawet o 60%.

Modyfikując parametry powietrza prażącego otrzymałam ponadto prażone ziarna kawy o zmniejszonej zawartości akrylamidu i kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*. Scharakteryzowałam także ciecierzycę jako surowiec do otrzymywania produktów stosowanych aktualnie do wzbogacania żywności. Wyniki moich prac realizowanych w ramach tego projektu przedstawione zostały w pięciu publikacjach (vi (w głównym osiągnięciu naukowym), 20-23) i doniesieniu na międzynarodowej konferencji naukowej (K9).

Kontynuacją tego zagadnienia będzie udział w **projekcie międzynarodowym po nazwą „Sustainable Smart NUT Chain”, który aplikuje w Programie Susfood-ERA w ramach 7 Ramowego Programu UE na lata 2014-2017, realizowanym przez konsorcjum złożone z Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Institut de Recerca e Tecnologia Agroalimentaries, University Hohenheim, Carbon Trust Advisory i Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, który jest koordynatorem projektu. W projekcie tym pełnię rolę koordynatora zadania wykonywanego na Politechnice Łódzkiej.** Projekt ma na celu ewaluację bardziej innowacyjnej niskoemisyjnej technologii przetwórstwa orzechów zgodnej z założeniami zrównoważonego rolnictwa i zrównoważonego wykorzystania odnawialnych zasobów biologicznych i produktów ubocznych. Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa Politechniki Łódzkiej będzie w tym projekcie wykonawcą zadania dotyczącego oceny wartości odżywczej prażonych orzechów otrzymanych w oparciu o surowiec uprawiany i prażony przy udziale innowacyjnych technologii.

20. **Budryn G.**, Nebesny E., Żyżelewicz D., Oracz J., Miśkiewicz K., Rosicka-Kaczmarek J. Influence of coffee bean roasting on fatty acid composition and oxidative changes of coffee oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2012, 114, 1052–1061, **IF (2012)=2,266**
21. **Budryn G.**, Nebesny E., Oracz J., (2013). Correlation between the stability of chlorogenic acids, antioxidant activity and acrylamide content in coffee beans roasted in different conditions. *International Journal of Food Properties*, w druku, **IF (2012) = 0,877**
22. Miśkiewicz K., Nebesny E., Rosicka-Kaczmarek J., **Budryn G.**, Krysiak W.: Influence of the type of fat and air humidity in the process of baking of shortcrust pastries on chosen properties of the lipid fraction. *Grasas y Aceites*, 2013, 4, 85-94, **IF(2012)=0,740**
23. Rachwał D., Nebesny E., **Budryn G.** Chickpeas - composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2013, w druku, **IF (2012)=4,820**
- K9. Rachwał D., Nebesny E., **Budryn G.**: Comparison of the composition and properties of lentil varieties, 2nd International Conference and Workshop "Plant - the source of research material" Lublin, 2012

6.5. Udział w opracowaniu programu: Strategia rozwoju polskiego sektora spożywczego do roku 2030

Całkowicie odmienny charakter miały prace realizowane w ramach **projektu „Żywność i żywienie w XXI wieku – wizja rozwoju polskiego sektora spożywczego” współfinansowanego z EFRR w ramach POIG, który realizowało konsorcjum wiążące Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ, Instytut Badań nad Przedsiębiorczością i Rozwojem Ekonomicznym EEDRI przy SWSPiZ w Łodzi, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach oraz Zakłady Mleczarskie MLEKPOL w Grajewie, realizowanego w latach 2009–2011. Pracowałam w tym projekcie jako wykonawca. Udział w projekcie dał mi możliwość pracy z prof. Lechem Michalczukiem z Instytutu Sadownictwa**

i Kwiaciarnictwa oraz z prof. Bogdanem Piaseckim i prof. Anną Rogut ze Społecznej Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania. Warsztat badawczy tego projektu obejmował głównie techniki foresightowe, które mogłam poznać dzięki doświadczeniu interdyscyplinarnego zespołu. Projekt miał na celu przygotowanie strategicznego programu badawczego dla dziedziny nauk o żywności i żywieniu oraz scenariuszy rozwoju polskiego przemysłu spożywczego do roku 2030, a także wytypowanie priorytetowych kierunków prac B+R na okres najbliższych kilkunastu lat.

Cele te zespół realizował w ramach szeregu ściśle ze sobą powiązanych zadań, tj. inwentaryzacji istniejących zasobów wiedzy, priorytetyzacji krytycznych technologii, ewaluacji technologii krytycznych w rundach delfickich oraz opracowania wizji rozwoju sektora spożywczego w formie scenariuszy rozwoju. W uogólnieniu projekt wskazał jako priorytetowe kierunki B+R: nutrigenomikę i nutrigenetykę jako przyszłość dla diety spersonalizowanej, żywność funkcjonalną, innowacyjne produkty żywnościowe (żywność ekologiczna, ulepszająca, przeznaczona dla grupy konkretnych osób) oraz żywienie ukierunkowane na zdrowie (profilaktyka zdrowotna w fazie bezobjawowej). Wypracowane priorytetowe kierunki badań podkreśliły ważne społeczne aspekty nowoczesnej żywności i nowoczesnego żywienia, polegające na promowaniu i rozwoju profilaktyki zdrowotnej i odpowiednich nawyków żywieniowych w społeczeństwie. Efektem realizacji projektu z moim udziałem były dwie monografie (24 i 25) oraz referat na konferencji naukowej (K10). Doświadczenie zdobyte w trakcie realizacji projektu utwierdziło mnie co do słuszności kierunku badawczego, któremu poświęciłam wiele lat pracy. W połączeniu z wynikami prac badawczych prowadzonych w ramach pozostałych projektów stały się dla mnie inspiracją do dalszej pracy naukowej.

24. Koziółkiewicz M., Nebesny E., Krysiak W., Rosicka-Kaczmarek J., Gałazka-Czarnecka I., **Budryn G.**, Libudzisz Z.: Żywność i żywienie w XXI wieku – Wizja rozwoju polskiego sektora spożywczego. Badania eksperckie metodą Delphi. Wydawnictwo SWSPiZ, Łódź, 2010, ISBN 978-83-92916-28-3.
25. Koziółkiewicz M., Nebesny E., Krysiak W., Rosicka-Kaczmarek J., **Budryn G.**, Gałazka-Czarnecka I., Libudzisz Z.: Żywność i żywienie w XXI wieku – Wizja rozwoju polskiego sektora spożywczego. Strategiczny program badawczy. Wydawnictwo SWSPiZ, Łódź, 2011, ISBN 978-83-62916-21-4.
- K10. Rosicka-Kaczmarek J., Budryn G.: Metoda foresight jako narzędzie badań zastosowane w projekcie Żywność i Żywienie w XXI w.” Konferencja naukowa „Żywność i Żywienie w XXI w. – wizja rozwoju polskiego sektora spożywczego” Warszawa, 2011

Aktualnie realizowane kierunki badawcze

6.6. Interakcje białek oraz hydrolizatów białkowych z kwasami hydroksycynamonowymi

Moje dotychczasowe osiągnięcia naukowe wskazały na istotne z żywieniowego punktu widzenia oddziaływanie pomiędzy kwasami hydroksycynamonowymi a białkami czy aminokwasami, charakterystyczne skądinąd dla szeregu polifenoli. Z tego względu podjęłam się zadania scharakteryzowania interakcji, jakie zachodzą między białkami lub hydrolizatami białkowymi, a ekstraktami zielonej kawy zawierającymi kwasy hydroksycynamonowe. Rozwiązanie postawionego problemu badawczego wymaga określenia chemicznego charakteru interakcji, rodzaju aminokwasów wchodzących w interakcje i stopnia ich derywatyzacji,

trwałości powstających adduktów, wpływu rodzaju białka lub hydrolizatu białkowego oraz składu ekstraktu zielonej kawy i formy jego utrwalenia na stopień interakcji, a także wpływu powyższych oddziaływań na wartość odżywczą, aktywność przeciwutleniającą i właściwości fizykochemiczne układów modelowych i wybranych produktów żywnościowych. Badania mają charakter poznawczy i wyjaśniają istotę fizykochemicznych oddziaływań różnych białek z kwasami hydroksycynamonowymi. Praktyczny aspekt badań dotyczy możliwości projektowania żywności wzbogaconej jednocześnie w preparaty białkowe i polifenolowe, charakteryzującej się wysokim bezpieczeństwem i wartością odżywczą.

Dodatkowym nowym aspektem badań jest immobilizacja kwasów hydroksycynamonowych poprzez mikrokapsułkowanie, w tym tworzenie kompleksów z cyklodekstrynami w celu ochrony właściwości przeciwutleniających polifenoli i ograniczenia interakcji z białkami. Badania realizowane są w ramach **grantu pt.: "Interakcje białka oraz hydrolizatów białkowych z kwasami hydroksycynamonowymi o właściwościach przeciwutleniających w badaniach modelowych i prozdrowotnych produktach żywnościowych" finansowanego przez NCN, który jest realizowany w latach 2012-2015, i w którym jestem kierownikiem**. Badania dotyczące oddziaływań termodynamicznych kwasów hydroksycynamonowych z białkami realizuję we współpracy z dr hab. Bartłomiejem Pałeczem z Katedry Chemii Fizycznej Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego i jego zespołem. Prace nad projektem są obecnie w fazie wstępnej, niemniej zaowocowały już dwiema publikacjami: iii (w głównym osiągnięciu badawczym) oraz 26. Wyniki pierwszego etapu badań będą zaprezentowane w postaci doniesienia na międzynarodowej konferencji naukowej Second International Congress on Cocoa, Coffee and Tea, która odbędzie się w październiku 2013 r. w Neapolu we Włoszech.

26. Pepsin digestibility and antioxidant activity of egg protein in model systems with green coffee extract. International Journal of Food Properties, w druku, **IF (2012) = 0,877**

6.7. Bioaktywność kwasów hydroksycynamonowych z ziarna kawy i produktów ich interakcji ze składnikami żywności

Moje zainteresowania badawcze obejmują ponadto badania żywieniowe dotyczące związków bioaktywnych kawy oraz produktów zawierających związki bioaktywne pochodzące z ziarna kawowego. Powyższe badania będę realizować w dwóch płaszczyznach, tj. w badaniach na liniach komórkowych oraz na zwierzętach. Celem tego obszernego tematu badawczego jest ocena aktywności biologicznej izolatów z ziarna kawowego, przejawiającej się w modulowaniu wchłaniania glukozy, strawności białka, aktywności antyoksydacyjnej osocza, poziomu markerów prozapalnych i promiażdżycowych.

Badania obejmują ponadto efekt odmiennego wprowadzania do organizmu kwasów hydroksycynamonowych, tj. w postaci wolnej, kompleksów inkluzyjnych z cyklodekstrynami lub w postaci produktów reakcji Maillarda, tworzących się na skutek interakcji z białkami zarówno w procesie prażenia kawy jak i podczas otrzymywania produktów żywnościowych z udziałem ekstraktów z kawy zielonej, poddawanych procesom cieplnym. Badania na liniach komórkowych oraz na zwierzętach prowadzone będą w ramach **projektu inwestycyjno-**

badawczego prowadzonego w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności PŁ, pt. „Modernizacja i rozwój infrastruktury B+R w obszarze żywności prozdrowotnej, tradycyjnej” realizowanego w ramach POIG, gdzie pełnię funkcję kierownika biura projektu i członka zarządu. Projekt ma na celu rozwój ośrodka naukowego o wysokim potencjale badawczym i obejmuje kompleksową modernizację laboratorium wraz z finansowaniem badań służących wzmocnieniu współpracy ośrodka B+R z przemysłem.

Prace w tym kierunku będę prowadzić we współpracy z prof. Marią Koziółkiewicz, która kieruje Wydziałowym Laboratorium Badań na Liniach Komórkowych. Badania na zwierzętach będę realizować dzięki współpracy z Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie. Te ostatnie będą mogły być prowadzone w ramach powyższego projektu oraz projektu **stosowanego pt. „Opracowanie technologii otrzymywania produktów żywnościowych o cechach prozdrowotnych z udziałem innowacyjnie uzyskiwanych i utrwalanych izolatów surowców roślinnych”, w którym pełnię funkcję głównego wykonawcy**, który został złożony do oceny. Potwierdzenie prozdrowotnych cech dodawanych izolatów z produktów roślinnych w warunkach *in vivo* będzie dla nowych produktów mandatem do wdrożenia ich produkcji jako nowoczesnej żywności o właściwościach polepszających dobrostan konsumentów.

6.8. Podsumowanie pracy naukowo-badawczej

W swoich badaniach realizowałam aspekt poznawczy, dotyczący przemian kwasów hydroksycynamonowych podczas przetwarzania żywności oraz ich interakcji ze składnikami żywności i wpływu na ograniczenie formowania składników antyżywnościowych.

Natomiast zastosowania aplikacyjne mają te spośród moich prac, które dotyczą modyfikacji procesu prażenia ziarna kawowego. Skupiałam się w nich na uzyskaniu prażonej kawy o optymalnych cechach sensorycznych i prozdrowotnych. Efektem tego kierunku mojej pracy badawczej jest podjęcie współpracy w ramach konsorcjum z Poznańską Palarnią Kawy Astra Sp. z o.o., dotyczącej modyfikacji procesu prażenia kawy w kierunku otrzymywania produktu o cechach funkcjonalnych oraz przedsiębiorstwem „Instanta” SA w Żorach w zakresie opracowania składu i metody dozowania koncentratu aromatyzującego kawę rozpuszczalną.

Wykorzystywałam także ekstrakty z ziarna kawowego zielonego i prażonego do otrzymywania produktów żywnościowych wzbogaconych w antyoksydanty z grupy kwasów hydroksycynamonowych w celu poprawy stabilności oksydacyjnej oraz zwiększenia aktywności antyrodnikowej tych produktów. Rozpoczęłam obecnie współpracę z piekarnią „E. A. Kopaccy S.C.”, „Zakładem Piekarniczo-Cukierniczym J. Chylak”, zakładami ciastkarskimi: „Cuprod Sp. z o.o.”, „R. Dybalski, B. Dybalska S.C.”, „Zakładem Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych WIEPOL I. Wielimborek”, „ZC S.C. J. Wiśniewski, M. Trojanowska”, „Union Chocolate Sp. z o.o.” i „Ośrodkiem Badawczo-Produkcyjnym Politechniki Łódzkiej „ICHEM” Sp. z o.o. polegającą na wytworzeniu w skali półprzemysłowej różnego typu produktów piekarskich, ciastkarskich i cukierniczych, suplementowanych utrwalonym ekstraktem z zielonej kawy.

Opracowałam również cukiernicze i piekarskie produkty funkcjonalne zawierających żywe kultury bakterii kwasu mlekowego. Do grona firm zainteresowanych wdrożeniem opatentowanych technologii probiotycznych wyrobów cukierniczych do skali przemysłowej należy m.in. „Lotte Wedel” sp. z o.o.

Do moich prac aplikacyjnych należy także opracowanie z moim udziałem wizji rozwoju polskiego sektora spożywczego na najbliższych kilkanaście lat, która stanowi przewodnik dla przedsiębiorców branży spożywczej, podejmujących innowacyjne wdrożenia i badania rozwojowe, pokazujący kierunki mające najwyższy potencjał na sukces rynkowy.

Badania naukowe podejmowałam samodzielnie i we współpracy ze specjalistami w zakresie chemii radiacyjnej, chemii fizycznej, chemii organicznej, biochemii i mikrobiologii. Doskonałam swój warsztat analityczny w zakresie wielu technik, w tym chromatograficznych, kalorymetrycznych, spektroskopowych, teksturalnych i foresightowych.

Mój dotychczasowy dorobek publikacyjny obejmuje:

- 18 prac oryginalnych w recenzowanych czasopismach naukowych, w tym 17 w zagranicznych z listy JCR (3 publikacje znajdujące się w druku)
- 5 publikacji przeglądowych w recenzowanych czasopismach naukowych, w tym 2 w zagranicznych z listy JCR (1 publikacja znajdująca się w druku)
- 2 monografie i 2 rozdziały w monografiach o zasięgu światowym
- 2 patenty i 4 zgłoszenia patentowe
- 4 wygłoszone referaty i 6 doniesień na konferencjach, w tym 3 na konferencjach międzynarodowych
- udział w 7 grantach badawczych, w tym:
 - jednym grantem z funduszy strukturalnych
 - trzech grantach własnych z funkcją kierownika projektu (jeden w realizacji)
 - jednym grantem promotorskim
 - dwóch grantach rozwojowych z funkcją głównego wykonawcy
- udział w jednym grantie inwestycyjno-badawczym z funduszy strukturalnych
- udział w trzech grantach inwestycyjnych
- udział w trzech projektach o charakterze dydaktycznym
- 10 artykułów popularnonaukowych
- sumaryczny Impact Factor prac wg danych z JCR z roku opublikowania prac – 18,135
- sumaryczny Impact Factor prac wg danych z JCR z włączeniem prac przyjętych do druku – 24,709
- liczba cytowań na podstawie Scopus - 69 (z pominięciem autocytowań – 49)
- liczba cytowań na podstawie Web of Science - 50 (z pominięciem autocytowań – 35)
- Index Hirscha wg Web of Science i Scopus - 5
- suma punktów wg listy MNIŚW - 438
- suma punktów wg listy MNIŚW z włączeniem prac przyjętych do druku - 538

Zestawienie liczbowe prac twórczych

lp.	Nazwa czasopisma	Liczba publik.	IF ^{a)}	Punkty wg MNiSW ^{b)}	Numer publikacji
1.	Critical Reviews of Food Science and Nutrition ^{*,#)}	1	4,820	50	23
2.	Food Research International	1	3,005	40	vi
3.	European Journal of Lipid Science and Technology	1	2,266	25	20
4.	Food Reviews International ^{#)}	1	1,917	25	iii
5.	European Food Research and Technology	5	1,436	30	iv
			1,370	32	ii
			1,159	32	2
			1,084	20	5
			1,220	9	6
6.	International Journal of Food Properties ^{*)}	2	2x0,877	2x25	21, 26
7.	Journal of Food Processing and Preservation	1	0,450	20	vii
8.	Grasas y Aceites	2	0,740	2x20	22
			1,138		v
9.	Deutsche Lebensmittel – Rundschau	3	0,324	20	i
			2x0,414	2x15	3,4
10.	Czech Journal of Food Science	1	0,522	20	1
11.	Nahrung/Food	1	0,676	8	7
12.	International Food Research Journal ^{*)}	1	-	-	11
13.	Bromatologia i Chemia Toksykologiczna ^{#)}	2	-	2x4	9,10
14.	Zaszyty Naukowe PŁ ^{#)}	1	-	6	8
15.	Monografie o zasięgu krajowym	2	-	2x12	24, 25
16.	Rozdziały w monografii o zasięgu międzynarodowym	2	-	7	18,19
17.	Patenty	2	-	2x25	13,14
18.	Zgłoszenia patentowe	4	-	4x3	12,15,16,17
19.	Referaty wygłoszone na konferencjach krajowych	4	-	-	-
20.	Doniesienia zgłoszone na konferencjach międzynarodowych	3	-	-	-
21.	Doniesienia zgłoszone na konferencjach krajowych	3	-	-	-
Razem dla prac opublikowanych			18,135	438	
Razem włączając prace przyjęte do druku			24,709	538	

^{a)} IF z ISI JCR w roku ukazania się pracy lub aktualny, jeśli praca została opublikowana w 2013 roku lub jest w druku

^{b)} wg Ujednoliconego wykazu czasopism punktowanych z roku ukazania się pracy lub aktualny, jeśli praca została opublikowana w 2013 roku lub jest w druku

^{*)} publikacje będące w druku

^{#)} publikacje przeglądowe

Szczegółowy opis dorobku publikacyjnego:

1-5 - publikacje odnoszące się do badań wykonanych w ramach pracy doktorskiej, opublikowane po doktoracie o łącznym IF = 3,593

6-8 - publikacje opublikowane przed doktoratem o łącznym IF = 1,896

9- 25 - publikacje opublikowane (włączając publikacje w druku) po doktoracie, składające się na inne osiągnięcia naukowo-badawcze o łącznym IF = 3,006 (włączając publikacje w druku IF = 9,580)

i-vii – publikacje składające się na główne osiągnięcie naukowe o łącznym IF= 9,640

7. Inne osiągnięcia związane z aktywnością dydaktyczną i organizacyjną

7.1. Działalność dydaktyczna

Od początku swojej pracy na Politechnice Łódzkiej prowadzę zajęcia dydaktyczne ze studentami. Są to zajęcia z młodzieżą ze studiów inżynierskich i magisterskich, prowadzone w ramach kierunków *Technologia żywności i żywienie człowieka* oraz *Ochrona środowiska* na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności, a także na kierunku *Dietetyka* na Wydziale Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Opracowałam lub współuczestniczyłam w przygotowaniu programów licznych przedmiotów, których jestem obecnie realizatorem, w tym: Innowacyjne procesy i aparatura w inżynierii żywności, Antyoksydanty w żywności, Tekstura, reologia i profil termiczny żywności, Technologia żywności pochodzenia roślinnego, Naturalne substancje prozdrowotne w żywności, Surowce żywnościowe różnych regionów świata, Przemysłowa produkcja potraw, Technologie gastronomiczne, Żywność dla diabetyków i o obniżonej wartości energetycznej, Technologia tłuszczów jadalnych, Analiza sensoryczna żywności, Technologia potraw z towaroznawstwem, Komputerowe metody przetwarzania danych doświadczalnych, Pomiary i automatyka, Laboratoria specjalizacyjne technologiczne i analityczne dotyczące technologii skrobi i cukiernictwa oraz analizy i oceny żywności. W ramach specjalności *Technologia żywności i Ochrona środowiska* byłam promotorem 21 prac dyplomowych magisterskich i 22 inżynierskich. Trzech z moich dyplomantów otrzymało indywidualne nagrody w ramach Sesji Posterowych Tematów Prac Dyplomowych Środowiska Chemików Łódzkich. Jestem także promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr inż. Danuty Rachwał-Rosiak nt. „Związki biologicznie aktywne i substancje nieodżywcze w ziarnach soczewicy różnych odmian poddanych procesom przetwórczym” otwartym 28.06.2013 r.

Prowadziłam ponadto zajęcia na studiach podyplomowych: „Studia podyplomowe dla nauczycieli w zakresie ICT” koordynowanych przez Uniwersytet Łódzki, w ramach projektu finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego oraz „Menadżer smaku”, międzywydziałowego programu Politechniki Łódzkiej dla kadry kierowniczej branży spożywczej w ramach projektu międzynarodowego SLOW FOOD, finansowanego z Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.

Moja działalność dydaktyczna polega także na pracy z młodzieżą szkół średnich. Prowadząc wykłady uczestniczyłam w międzynarodowym programie Socrates-Comenius „Odżywianie

w harmonii z naturą” współfinansowanym z funduszy strukturalnych w ramach inicjatywy Edukacja i Kultura. Brałam także udział w Targach Edukacyjnych i Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki. Ponadto prowadziłam zajęcia na Uniwersytecie III Wieku, działającym przy PŁ.

Uczestniczyłam w licznych kursach i studiach doskonalących mój warsztat dydaktyczny i naukowy, wśród których jako najważniejsze wymienić mogę: podyplomowe studium pedagogiczne, półroczny kurs języka francuskiego, studium z zakresu metod analizy statystycznej, letnią szkołę hodowli komórek prowadzoną przez Zakład Cytologii Uniwersytetu Warszawskiego. Byłam ponadto uczestnikiem szkolenia dotyczącego analiz NMR, prowadzonego na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ przez prof. Daniele Casanova z Bastia Université z Francji.

7.2. Działalność organizacyjna

Obok pracy dydaktycznej angażuję się w prace organizacyjne na rzecz uczelni. Od 2005 r. jestem nieprzerwanie członkiem Wydziałowej Komisji Stypendialnej, pięciokrotnie uczestniczyłam dodatkowo w pracach Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej. Jednak za swoje najważniejsze osiągnięcia dla organizacji pracy naukowej i dydaktycznej na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ uważam zdobycie funduszy i kierowanie pracami w trakcie czterech projektów inwestycyjnych. Pierwszy z nich o wartości 400 tys. zł finansowany przez Fundusz Nauki i Technologii Polskiej w latach 2010-2011 umożliwił zakup aparatu UHPLC. Kolejny na kwotę 2,5 mln zł. z funduszy MNiSW, realizowany w latach 2010-2012 pozwolił na modernizację infrastruktury lokalowej i utworzenie „Laboratorium Technologii i Analizy Żywności Probiotycznej i Prozdrowotnej”. Kolejny projekt pt. „Modernizacja i rozwój infrastruktury B+R w obszarze żywności prozdrowotnej, tradycyjnej” finansowany w ramach POIG Priorytet 2 Infrastruktura sfery B+R, Działanie 2.1 Rozwój ośrodków o wysokim potencjale badawczym” na kwotę 25,7 mln zł umożliwi kompleksową modernizację Instytutu Chemicznej Technologii Żywności. Modernizacja zaplanowana na lata 2012-2015 przewiduje przebudowę infrastruktury lokalowej Instytutu oraz wyposażenie go w nowoczesną aparaturę analityczną i technologiczną, która będzie wykorzystywana w badaniach podstawowych, a także w pracach rozwojowych we współpracy z producentami żywności. W roku 2013 rozpoczął się kolejny projekt inwestycyjny aparaturowy, którego jestem współkoordynatorem. Dotyczy on zakupu zestawu chromatografu ciekłego sprzężonego ze spektrometrem mas UHPLC-UHR-TOF do Laboratorium Technologii i Analizy Żywności Probiotycznej i Prozdrowotnej, za kwotę 2,8 mln zł uzyskaną z MNiSW.

7.3. Działalność w towarzystwach naukowych i zespołach eksperckich oraz konsorcjach i sieciach badawczych, recenzje grantów

Od początku studiów jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności. W latach 2006-2012, pracując już na stanowisku adiunkta, byłam członkiem Zarządu Oddziału Łódzkiego PTTŻ, angażując się w organizację wspólnych przedsięwzięć środowiska technologów żywności regionu łódzkiego. Biorę udział w pracach zespołów eksperckich. Jestem

ekspertem w Zespole interdyscyplinarnym do spraw Programu wspierania infrastruktury badawczej w ramach Funduszu Nauki i Technologii Polskiej od 2011 r., gdzie oceniłam blisko 50 wniosków złożonych do Funduszu przez wiodące krajowe ośrodki ubiegające się o granty na infrastrukturę badawczą oraz 5 raportów z zakończonych inwestycji. Pracuję ponadto jako recenzent w Zespole zadaniowym do spraw oceny merytorycznej projektów współfinansowanych w ramach Działania 1.3, Podziałania 1.3.1 i 1.3.2 POIG na lata 2007-2013, w ramach którego oceniłam 13 wniosków, a także jako recenzent rozstrzygający w Zespole zadaniowym do spraw rozpatrywania środków odwoławczych w ramach Działania 1.4 i 4.1 POIG na lata 2007-2013, gdzie wykonałam ocenę procedury odwoławczej do 7 wniosków. Jestem także recenzentem w dwóch programach adresowanych do młodych naukowców, tj. w Programie Lider, gdzie oceniłam 1 wniosek oraz w Programie Grant Plus Dolnośląskie, który rozpoczyna działanie i jestem członkiem jego grona recenzentów.

Moje prace badawcze o charakterze aplikacyjnym zaowocowały współpracą w ramach konsorcjów:

- wiążące Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, Instytut Badań nad Przedsiębiorczością i Rozwojem Ekonomicznym EEDRI przy SWSPiZ w Łodzi, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach oraz Zakłady Mleczarskie MLEKPOL w Grajewie
- wiążące Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ oraz Poznańską Palarnię Kawy Astra Sp. z o.o.

7.4. Otrzymane nagrody i wyróżnienia

W 2004 r. moja rozprawa doktorska została nagrodzona wyróżnieniem przez Radę Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności. W latach 2007-2012 otrzymałam sześciokrotnie indywidualną nagrodę Rektora PŁ za pracę naukową, a w 2007 r. nagrodę za pracę społeczną na rzecz PŁ. W 2010 r. zostałam odznaczona przez Prezydenta RP Medalem Brązowym za Długoletnią Służbę.

7.5. Współpraca z zagranicą, recenzje publikacji

Moja współpraca międzynarodowa dotyczy głównie aktywności w ramach działalności wydawnictw naukowych. Wykonałam ponad 50 recenzji publikacji naukowych m.in. w czasopiśmie: Food Composition and Analysis, Food Chemistry, European Food Research and Technology, Food Research International, Food and Function, Appetite, Food Science and Technology International, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Food Technology and Biotechnology, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. W latach 2011 i 2012 współpracowałam z dr Rigobelo, edytorem w wydawnictwie In Tech w Chorwacji oraz z dr Shah, dr Da Cruz i dr Faria, edytorami w wydawnictwie Nova Science Publisher w Stanach Zjednoczonych. Efektem tych współpracy było współautorstwo dwóch rozdziałów w dwóch monografiach nt. aktualnych trendów zastosowania bakterii probiotycznych w żywności (poz. 18 i 19, pkt 6.3). Aktualnie podjęłam współpracę z wydawnictwem Research Singpost z siedzibą

w Indiach, dotyczącą edytowania przeze mnie książki pt. *Plant Lipids. Science, Technology, Nutritional Value and Benefits to Human Health*, która ukaże się na przełomie 2013-2014 roku. Do współpracy tej zaprosiłam autorów z różnych zagranicznych ośrodków naukowych, z ponad 10 państw. Moja współpraca międzynarodowa ma szansę na szerszy rozwój, ponieważ obecnie aplikuję wspólnie z przedstawicielami 5 krajów Unii Europejskiej w ramach konsorcjum, którego koordynatorem jest The Institute for Food and Agricultural Research and Technology (IRTA) z Hiszpanii do programu SUSFOOD ERA NET z wnioskiem zatytułowanym SusNut. Obecnie wniosek jest w procedurze konkursowej. Podjęłam dodatkowo współpracę z Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia w zakresie oceny wniosków do rozpoczętego programu International Fellowship Mobility Programme for Experienced Researchers in Croatia – NEWFELPRO na lata 2013-2017 współfinansowanego z programu Marie Curie FP7-PEOPLE-2011.

7.6. Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki

Z dużą satysfakcją staram się przekazywać swoją wiedzę pracownikom zakładów piekarskich i cukierniczych, pisząc dla pism branżowych z tego sektora, w tym dla *Przeglądu piekarskiego i cukierniczego*, *Cukiernictwa i piekarstwa*, a ostatnio także dla *Piekarstwa*, w których ukazało się 10 artykułów popularno-naukowych mojego autorstwa, dotyczących surowców piekarskich i cukierniczych, w tym nowoczesnych surowców tłuszczowych, jak również dotyczących ziarna kawowego i polifenoli występujących w produktach cukierniczych i piekarskich. Zostałam ponadto zaproszona do przekazania wiedzy naukowej czytelnikom pisma *Sekrety Nauki* w rubryce: „Pytania od czytelników”, z zakresie chemii żywności. Do swojego dorobku popularyzatorskiego zaliczam również udział (poster) w Regionalnym Forum Innowacyjnym Województwa Łódzkiego - Nauka dla Gospodarki w 2005 r.

7.7. Organizacja konferencji

Od lat angażuję się w organizację konferencji przygotowywanych przez Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności PŁ. Uczestniczyłam w pracach Komitetu Organizacyjnego XXXV Sesji Naukowej Komitetu Nauk o Żywności PAN organizowanej w Łodzi w 2004, byłam także członkiem Komitetu Organizacyjnego VI i XII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ w 2001 i 2007 r. w Łodzi. Brałam ponadto udział w przygotowaniu II i III Seminarium Naukowego Sekcji Technologii Węglowodanów PTTŻ w Poznaniu i w Łodzi w latach 2001 i 2003. W 2010 r. pracowałam w Komitecie Organizacyjnym Forum Foresight nt. „Żywność i Żywnienie w XXI w.” oraz w organizacji konferencji kończącej projekt „Żywność i Żywnienie w XXI w. 2011 r. w Warszawie. Obecnie jestem członkiem Komitetu Organizacyjnego międzynarodowej cukrowniczej konferencji naukowej, której głównym organizatorem jest Katedra Fizjologii Roślin Wydziału Rolnictwa i Biologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego.

7.8. Współpraca z przemysłem

Moja dotychczasowa współpraca z przedsiębiorstwami przemysłu spożywczego dotyczy głównie analiz składu i właściwości fizycznych wyrobów piekarskich, skrobiowych oraz cukierniczych, które wykonywałam dla szeregu przedsiębiorstw branży piekarskiej i cukierniczej, w tym dla: Kujawianka, sp. z o.o. we Włocławku, Dakri Bis, sp. z o.o. w Łodzi, Barry Callebaut Manufacturing Polska sp. z o.o. w Łodzi, Majami sp. z o.o. w Bełchatowie i Jutrzenka Colian z Opatówka. W latach 2008-2011 współpracowałam z ZPT „Kruszwica” S.A. w Kruszwicy i AAK AarhusKarlshamn AB oddział w Warszawie w ramach prób technologicznych zastosowania innowacyjnych tłuszczów do wyrobów cukierniczych o obniżonej zawartości kwasów tłuszczowych *trans* i beztransowych. Ponadto w roku 2008 wykonałam ekspertyzę dotyczącą przyczyn zbrylania glukozy krystalicznej podczas przechowywania dla PEPEES w Łomży. Aktualnie rozpoczęłam współpracę z Poznańską Palarnią Kawy Astra Sp. z o.o., dotyczącą opracowania kawy funkcjonalnej charakteryzującej się wysoką zawartością przeciwutleniaczy oraz niską zawartością związków szkodliwych oraz z firmą „Instanta” SA w zakresie opracowania składu i metody dozowania koncentratu aromatyzującego kawę rozpuszczalną. Ponadto w moim dorobku znajduje się 5 opinii o innowacyjności wykonanych dla podmiotów gospodarczych branży spożywczej na potrzeby ubiegania się o fundusze strukturalne w ramach III osi priorytetowej: „Gospodarka, innowacyjność, przedsiębiorczość” PRO Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013, w tym dla Ośrodka Badawczo-Produkcyjnego PŁ Ichem Sp. z o.o. w zakresie nowych suplementów diety w postaci batonów i olejków kapsułkowanych, Zakładu Mechanicznego Promet, dotyczącej nowatorskich pieców piekarskich oraz dla Cukierniczej Spółdzielni Inwalidów Słowianka na temat innowacyjnej technologii otrzymywania karmelków i pomadek mlecznych. Obecnie w ramach kierunku badawczego związanego z biologiczną aktywnością kwasów hydroksycynamonowych z ziarna kawy i produktów ich interakcji ze składnikami żywności rozpoczęłam współpracę polegającą na wytworzeniu w skali półprzemysłowej różnego typu produktów piekarskich, ciastkarskich i cukierniczych, suplementowanych utrwalonym, w tym immobilizowanym, ekstraktem z zielonej kawy. Praca ta będzie realizowana w przedsiębiorstwach, z którymi Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa zawarł umowy o współpracy, w tym z: „E. A. Kopaccy S.C.”, „Zakładem Piekarniczo-Cukierniczym J. Chylak”, zakładami ciastkarskimi: „Cuprod Sp. z o.o.”, „R. Dybalski, B. Dybalska S.C.”, „Zakładem Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych WIEPOL I. Wielimborek”, „ZC S.C. J. Wiśniewski, M. Trojanowska”, „Union Chocolate Sp. z o.o.”, czy „Ośrodkiem Badawczo-Produkcyjnym Politechniki Łódzkiej „ICHEM” Sp. z o.o.

