

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

**Autoreferat z opisem osiągnięć naukowych
związanych z postępowaniem habilitacyjnym**

Spis treści

1. Dane osobowe	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	3
4. Wskazanie osiągnięcia stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego	4
a) Tytuł osiągnięcia naukowego	4
b) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego	4
5. Syntetyczne omówienie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego	6
5.1. Związki bioaktywne w ziarnie kakaowym	8
5.2. Wyroby cukiernicze suplementowane probiotycznymi szczepami <i>Lactobacillus</i>	17
6. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	21
6.1. Bezczukrowe czekolady wzbogacone szczepami bakterii jogurtowych.....	22
6.2. Związki biologicznie aktywne oraz właściwości ziarna kakaowego różnych odmian i pochodzenia geograficznego	25
6.3. Wyroby oraz półprodukty cukiernicze i ciastkarskie o zmniejszonej zawartości związków antyżywnościowych	28
6.4. Tłuszcze „nowej generacji” w technologii otrzymywania wyrobów cukierniczych	29
6.5. Związki biologicznie aktywne pochodzące z ziaren kawy jako składniki suplementujące żywność	33
6.6. Kompleksy β -cyklodekstryn z kwasami chlorogenowymi z ziarna kawy	33
6.7. Biologiczna aktywność ekstraktów z ziarna kakaowego	34
7. Podsumowanie pracy naukowo-badawczej	36
8. Inne osiągnięcia związane z aktywnością dydaktyczną i organizacyjną	40
8.1. Działalność dydaktyczna	40
8.2. Działalność organizacyjna	42
8.3. Działalność w towarzystwach naukowych i zespołach eksperckich oraz konsorcjach i sieciach badawczych, recenzje grantów	44
8.4. Otrzymane nagrody i wyróżnienia	44
8.5. Współpraca z zagranicą, recenzje publikacji	45
8.6. Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki	45
8.7. Organizacja konferencji	46
8.8. Współpraca z przemysłem	46

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko: **Dorota Sylwia Żyżelewicz**
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

26.09.1995	Politechnika Łódzka, Wydział Chemii Spożywczej i Biotechnologii, specjalność technologia chemiczna, stopień magistra inżyniera nauk technicznych praca magisterska pt. „Wpływ składu i czasu konszowania na właściwości reologiczne polewy kakaowej” kierujący pracą dr inż. Tadeusz Pierzgalski
31.05.2005	Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, stopień doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej, praca doktorska pt. „Wpływ składu surowcowego na właściwości mas czekoladowych” wyróżniona w 2005r. uchwałą Rady Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej oraz w 2006 roku przez Polmos Żyrardów Sp. z o.o. jako najlepsza praca doktorska roku 2005 promotor: prof. dr hab. inż. Ewa Nebesny.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Po ukończeniu studiów od 01.09.1995r. do 30.09.1996r. byłam zatrudniona w PPHU Bomilla we Włocławku na stanowisku głównego technologa. Następnie:

01.10.1996 – 05.10.2005	asystent w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności (dawniej Chemii Spożywczej i Biotechnologii) Politechniki Łódzkiej,
-------------------------	--

od 06.10.2005

adiunkt w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej.

4. Wskazanie osiągnięcia stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego

a) Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym wynikającym 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) jest cykl publikacji naukowych pt.

„Bioaktywne składniki w półproduktach i wyrobach cukierniczych”

b) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

H1. **Dorota Żyżelewicz**, Wiesława Krysiak, Grażyna Budryn, Joanna Oracz, Ewa Nebesny: Tocopherols in cocoa butter obtained from cocoa bean roasted in different forms and under various process parameters. Food Research International, 2014, 63, 390-399; IF* = 3,378

Indywidualny wkład: autor korespondencyjny, autor wniosku o finansowanie badań, kierownik projektu badawczego, w ramach którego prowadzono badania, koncepcja pracy, wiodący udział w planowaniu doświadczeń, przeprowadzeniu badań, sformułowaniu wniosków i przygotowaniu manuskryptu (85%).

H2. **Dorota Żyżelewicz**, Grażyna Budryn, Wiesława Krysiak, Joanna Oracz, Ewa Nebesny, Małgorzata Bojczuk: Influence of roasting conditions on fatty acid composition and oxidative changes of cocoa butter extracted from cocoa bean of *Forastero* variety cultivated in Togo. Food Research International, 2014, 63, 328-343; IF* = 3,378

Indywidualny wkład: autor korespondencyjny, autor wniosku o finansowanie badań, kierownik projektu badawczego, w ramach którego prowadzono badania, koncepcja pracy, wiodący udział w planowaniu doświadczeń, przeprowadzeniu badań, sformułowaniu wniosków i przygotowaniu manuskryptu (80%).

H3. Joanna Oracz, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: New trends of quantification of acrylamide in food products, *Talanta*, 2011, 86 (1), 23-34, IF₂₀₁₁ = 3, 794

Indywidualny wkład: określenie tematyki i koncepcji publikacji, studia literaturowe, doradztwo i pomoc przy redagowaniu tekstu, korekta tekstu. Artykuł zawiera poszerzone materiały pracy dyplomowej magisterskiej mgr inż. Joanny Oracz, której byłam opiekunem. Praca powstała także jako element realizacji projektu badawczego, którego byłam kierownikiem (40%).

H4. **Dorota Żyżelewicz**, Wiesława Krysiak, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn: Application of various methods for determination of the color of cocoa beans roasted under variable process parameters. *European Food Research and Technology* 2014, 238: 549-563; IF* = 1,863

Indywidualny wkład: autor korespondencyjny, autor wniosku o finansowanie badań, kierownik projektu badawczego, w ramach którego prowadzono badania, koncepcja pracy, wiodący udział w planowaniu doświadczeń, przeprowadzeniu badań, sformułowaniu wniosków i przygotowaniu manuskryptu (90%).

H5. **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn, Wiesława Krysiak: Technology and stability of probiotic and prebiotic confectionery products. In: *Probiotic and prebiotic foods: technology, stability and benefits to human health*; Editor: Shah N.P., Da Cruz A.G & Faria J.A.F. Nova Science Publishers, Inc., New York, 2011, p. 295-320; MNiSW = 7 pkt.

Indywidualny wkład: autor korespondencyjny, wiodący udział w koncepcji badań, pozyskaniu funduszy na te badania, planowaniu doświadczeń i ich przeprowadzeniu, sformułowaniu wniosków i przygotowaniu manuskryptu. Rozdział jest odpowiedzią na zaproszenie Adriano G. Da Cruz skierowane pod moim adresem do napisania rozdziału dotyczącego pre- i probiotyków w cukiernictwie. Mój udział procentowy szacuję na 90%.

H6. **Dorota Żyżelewicz**, Ilona Motyl, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn, Wiesława Krysiak, Justyna Rosicka-Kaczmarek, Zdzisława Libudzisz: Probiotic confectionery products – preparation and properties. In: *Probiotics*; Editor: Everlon Cid Rigobelo. In Tech, Rijeka, 2012, p. 261-306; MNiSW = 5 pkt.

Indywidualny wkład: autor korespondencyjny, wiodący udział w koncepcji badań, pozyskaniu funduszy na te badania, planowaniu doświadczeń i ich przeprowadzeniu, sformułowaniu wniosków i przygotowaniu manuskryptu. Rozdział jest odpowiedzią na zaproszenie Everlon'a Cid'a Rigobello skierowane pod moim adresem do napisania rozdziału dotyczącego probiotyków w cukiernictwie. Mój udział procentowy szacuję na 79%.

H7. **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Wiesława Krysiak, Grażyna Budryn, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Produkt i sposób przygotowania produktu do smarowania pieczywa, o właściwościach probiotycznych. Patent PL-216859 opublikowany w dn. 30.05.2014r. WUP 05/14; MNiSW₂₀₁₄ = 25 pkt.

Indywidualny wkład: autor korespondencyjny z Urzędem Patentowym RP za pośrednictwem Rzecznika Patentowego Politechniki Łódzkiej, wiodący udział w koncepcji badań, pozyskaniu funduszy na badania, planowaniu doświadczeń i ich przeprowadzeniu, sformułowaniu wniosków i przygotowaniu tekstu patentu (23%).

*) IF za 2014 rok dla ww. czasopism nie został obliczony, w związku z tym podany jest 5-letni IF

Sumaryczny IF prac stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wynosi **12,413**

5. Syntetyczne omówienie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego

Wstęp

Na przestrzeni ostatnich 20 lat zmieniła się świadomość polskich konsumentów oraz ich preferencje żywieniowe. Szeroko zarysował się trend do prowadzenia zdrowego trybu życia, przejawiającego się aktywnością fizyczną i dobrze zbilansowaną dietą. Pomimo tych tendencji, wyeliminowanie ze spożycia wyrobów cukierniczych wydaje się mało realne. Przyjemność w czasie konsumpcji tego typu produktów czerpią nie tylko dzieci, ale również dorośli. Coraz istotniejsze stają się zatem dodatkowe funkcje wyrobów cukierniczych – wzmacniające, orzeźwiające, odświeżające, „prozdrowotne”, preferowanie naturalnych smaków oraz wyrobów bez dodatków i konserwantów. Warto podkreślić, że zwiększanie świadomości żywieniowej społeczeństwa w kierunku ograniczania konsumpcji produktów cukierniczych i ciastkarskich lub chociażby wyboru spośród nich wyrobów odpowiednio zaprojektowanych recepturalnie i technologicznie może przynieść wielowymiarowe i długofalowe korzyści, łącznie z poprawą stanu zdrowia, mniejszą zapadalnością na choroby cywilizacyjne, takie jak np. cukrzyca, choroby układu krążenia, otyłość. Istotne jest zatem modelowanie preferencji konsumentów poprzez akcje poszerzające ich stan wiedzy w zakresie składników żywności, a także poprzez kampanie społeczne omawiające rolę właściwego odżywiania. W działaniach tych przemysł spożywczy, wzmocniony odpowiednimi „narzędziami” marketingowymi, może odgrywać ważną rolę. Już obecnie niektóre zakłady podejmują produkcję żywności wzbogaconej w składniki aktywne biologicznie lub wyroby, w których proces technologiczny zaprojektowano w kierunku zachowania jak najwyższego stężenia związków korzystnie oddziałujących na zdrowie ludzi przy jednoczesnej eliminacji lub ograniczeniu substancji niepożądanych.

Przemysł cukierniczy stara się sprostać wymaganiom współczesnych trendów w żywieniu i produkcji żywności. Na rynku obecne są wyroby funkcjonalne, „premium”, „origin”, czy ekologiczne. Ponadto coraz częściej istotne stają się stosowanie surowców

najwyższej jakości i dostosowanie do nich obróbki technologicznej w celu zachowania cennych składników lub uzyskania nowych walorów jakościowych. Nie są to jednak działania powszechne i na szeroką skalę. Nadal istnieje potrzeba projektowania wyrobów cukierniczych:

- bogatych w składniki bioaktywne, takie jak np. związki cechujące się właściwościami przeciwutleniającymi, w tym związki fenolowe, produkty reakcji Maillard'a, w tym melanoidyny wpływające także na barwę produktów oraz witaminy (tokoferole, witamina C, β -karoten),
- w których wyeliminowano lub zredukowano stężenie związków antyżywniowych, takich jak np. akrylamid, akroleina, kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans*,
- w których obecne są składniki modyfikujące zespół mikrobioty jelitowej człowieka, w tym probiotyki,
- niskotłuszczowych lub takich, w których obecne są tłuszcze zawierające korzystne dla zdrowia kwasy tłuszczowe,
- o niskiej zawartości mono- i disacharydów.

Zagadnienia te stały się dla mnie założeniami do realizacji kilkuletnich badań. Prowadziłam je w ramach dwóch projektów badawczych, własnego i rozwojowego w charakterze, odpowiednio, **kierownika i głównego wykonawcy**.

Cykl publikacji stanowiący osiągnięcie naukowe obejmuje wyniki tych badań i dotyczy:

1) wyznaczania zależności pomiędzy zastosowanymi warunkami procesu prażenia a składem chemicznym ziarna kakaowego (pkt. 5.1)

Zbadałam wpływ parametrów procesu prażenia na:

- skład jakościowo-ilościowy tokoferoli w maśle kakaowym wyekstrahowanym z ziarna kakaowego i śruty kakaowej o różnym stopniu rozdrobnienia,
- skład jakościowo-ilościowy kwasów tłuszczowych (w tym na zawartość niekorzystnych żywniowo izomerów *trans* kwasów tłuszczowych) oraz zmiany oksydacyjne w maśle kakaowym wyekstrahowanym z ziarna kakaowego,
- zawartość substancji niekorzystnych dla zdrowia, takich jak akrylamid i akroleina w ziarnie kakaowym i śrucie kakaowej,
- barwę ziarna kakaowego, wskaźnika, który decyduje o późniejszym jego przeznaczeniu w przetwórstwie (czekolada, wyroby kakaowe, kakao do picia).

W oparciu o wyznaczone zależności określiłam parametry prażenia, przy których substancje antyżywniowe występują na możliwie niskim poziomie oraz przy których zminimalizowane są straty takich związków jak np. tokoferole.

2) wzbogacania składu recepturalnego wyrobów cukierniczych (takich jak praliny, rodzynki w czekoladzie, wyroby z mas tłustych typu „michałki”, wafle przekładane oblewane i nieoblewane kuwerturą, korpusy oblewane kuwerturą, czekoladowe i czekoladowo-orzechowe kremy do smarowania pieczywa) w probiotyczne szczepy z rodzaju *Lactobacillus* (pkt. 5.2).

Celem badań w tym zakresie było **otrzymanie wyrobów cukierniczych**:

- o właściwościach organoleptycznych nie zmienionych w stosunku do wyrobów dostępnych na rynku, co jest ważne dla konsumentów,
- w których żywotność komórek probiotycznych szczepów *Lactobacillus* byłaby na poziomie funkcjonalnym w znormalizowanym okresie przechowywania poszczególnych asortymentów w temperaturze pokojowej,
- w których zastosowane byłyby tłuszcze cukiernicze o ograniczonym stężeniu kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* do poziomu poniżej 1% (tak zwane tłuszcze beztransowe), cechujące się odmienną charakterystyką technologiczną i żywieniową w stosunku do tradycyjnych tłuszczów cukierniczych.

5.1. Związki bioaktywne w ziarnie kakaowym

Wśród składników ziarna kakaowego występuje wiele związków bioaktywnych. Spośród nich wyróżnić można tokoferole, niewielką ilość tokotrienoli (<10 mg/kg) oraz estrów steroli roślinnych, należących do grupy fitosteroli (sitosterol, stigmasterol, kampesterol, Δ^5 -awenasterol), których nośnikiem jest tłuszcz zwany masłem kakaowym, stanowiący 50-58% (m/m) ziarna (Kamm et al., 2001; Lip i Anklam, 1998b). Ziarno kakaowe stanowi bogate źródło związków fenolowych, które odgrywają istotną rolę w kształtowaniu cech sensorycznych ziarna i produktów jego przerobu, także czekolady. Związki fenolowe są odpowiedzialne za specyficzny cierpki i gorzki smak surowego ziarna oraz wpływają na jego stabilność i strawność. Największa i najbardziej zróżnicowana grupa wśród tych związków to flawonoidy, reprezentowane przede wszystkim przez flawanole, antocyjany, flawonole oraz flawony (Niemenak et al., 2006; Andres-Lacueva et al., 2008). W niewielkich ilościach w ziarnie kakaowym obecne są węglowodany (skrobia, sacharoza, glukoza), białka, peptydy, wolne aminokwasy, metyloksantyny z grupy alkaloidów (głównie teobromina, kofeina oraz śladowe ilości teofiliny i salsolinolu) oraz substancje mineralne, przede wszystkim związki potasu, magnezu, wapnia i miedzi (Jalil et al., 2008; Steinberg et al., 2003).

Masło kakaowe, pod względem ilościowym główny składnik ziarna kakaowego, wpływa w sposób zasadniczy na właściwości fizykochemiczne, termiczne, reologiczne, biologiczne, sensoryczne i teksturalne wyrobów kakaowych i przede wszystkim czekolady. Charakteryzuje się ono długim okresem przydatności do spożycia, odpornością na procesy oksydacyjne w umiarkowanych temperaturach (<80 °C) przy braku światła. Jest to związane zarówno z jego budową chemiczną jak i obecnością naturalnych przeciwutleniaczy, takich jak tokoferole i tokotrienole (Pontillon, 1998). Spośród tokoferoli (α , β , γ , δ), generalnie α -tokoferol najobficiej występuje w przyrodzie, natomiast γ -tokoferol przejawia najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne (Boschin i Arnoldi, 2011; Schwartz et al., 2008). Dominującym tokoferolem w tłuszczu kakaowym jest γ -tokoferol (De Clercq, 2011; Lipp i Anklam, 1998a).

Od jakości podstawowego surowca wyjściowego, tj. ziarna kakaowego zależy dobra jakość czekolady i wyrobów, w skład których wchodzi produkty jego przerobu, np. kakao. Kluczowe procesy w tym względzie to fermentacja ziaren i ich suszenie, przebiegające na plantacjach oraz proces prażenia bezpośrednio w zakładzie przetwarzającym ziarno. Ziarno praży się w temperaturach w zakresie od 110 do nawet 180 °C, przy czym zazwyczaj odbywa się ono w temperaturach od 130 do 150 °C, a w przypadku odmian szlachetnych przeciętnie w temperaturze 120 °C.

Prażeniu mogą być poddane całe ziarna, śruta lub miazga kakaowa. W Polsce dominującą metodą prażenia jest prażenie całego ziarna. Każda z tych metod posiada zalety i wady (Finken, 1996; Nebesny i Motyl, 2001; Rosicka-Kaczmarek, 2006; Świechowski, 1996).

Proces prażenia jest niezbędny dla otrzymania charakterystycznego aromatu i smaku czekolady. Jednakże obok korzystnych zmian natury fizykochemicznej, sensorycznej i biologicznej może spowodować obniżenie stężenia lub utratę niektórych cennych składników ziarna, takich jak np. związki fenolowe czy tokoferole. Pod wpływem działania temperatury mogą powstawać związki niekorzystnie oddziałujące na organizm ludzi, takie jak akrylamid, akroleina, izomery *trans* kwasów tłuszczowych, czy produkty rozkładu tłuszczu.

W czasie prażenia takich surowców jak ziarno kakaowe, w wyniku zachodzących reakcji Maillard'a powstają barwne produkty. Związki te są również odpowiedzialne za korzystne walory smakowe produktów poddanych procesom termicznym. Ponadto charakteryzują się właściwościami przeciwutleniającymi i przeciwwolnorodnikowymi. W sprzyjających warunkach środowiskowych mogą jednak być przyczyną powstawania akrylamidu i akroleiny formujących się między innymi w wyniku przebiegu reakcji Maillard'a jako jedne z możliwych produktów.

Oprócz walorów smakowo-zapachowych barwa jest jedną z istotniejszych cech fizykochemicznych ziarna kakaowego, bezpośrednio przekładającą się na jakość otrzymanych z niego produktów. Preferowana jest barwa brązowa nad czerwono-fioletową. Barwa jest pochodną zmian zachodzących w czasie procesów przetwórczych (Wallace i Giusti, 2011). Chemizm formowania się związków barwnych oraz zależności pomiędzy składem chemicznym ziarna, jego obróbką oraz zastosowaną metodyką badawczą to jedne z mniej poznanych zagadnień.

Zagadnienie wpływu zastosowanych parametrów procesu prażenia oraz postaci poddanego obróbce termicznej ziarna kakaowego oraz śruty kakaowej o różnym stopniu rozdrobnienia na zawartość wybranych związków bioaktywnych obecnych w ziarnie było przeze mnie podjęte w badaniach prowadzonych w ramach **projektu badawczego własnego nr N N312 102038**, finansowanego początkowo przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a następnie przez Narodowe Centrum Nauki, pt. „Wpływ parametrów procesu prażenia ziarna i śruty kakaowej na zawartość wybranych związków bioaktywnych w ziarnie i śrucie oraz w otrzymanych z nich czekoladach”, realizowanego w latach 2010 – 2013,

którego byłam **kierownikiem**. Przeprowadzone badania miały odpowiedzieć na pytanie czy można ograniczyć obecność związków niepożądanych w ziarnie kakaowym, zachowując jednocześnie wysoką jakość tego, tak istotnego, surowca przemysłu cukierniczego.

Materiałem badawczym było ziarno kakaowe odmiany *Forastero*, stanowiące ok. 80% światowej produkcji, poddawane prażeniu w postaci całych ziaren oraz śruty kakaowej o różnym rozdrobnieniu: drobnym – $3 \text{ mm} > \phi \geq 0,8 \text{ mm}$, średnim – $5 \text{ mm} > \phi \geq 3 \text{ mm}$, grubym – $\phi \geq 5 \text{ mm}$. Śruta była otrzymana ze wstępnie podsuszonego ziarna kakaowego (do zawartości wody ok. 3,5% (m/m)) celem ułatwienia usunięcia łuski.

Prażenie realizowałam w konwekcyjnym tunelu prażalniczym z zastosowaniem dwóch temperatur (T), tj. 135 lub 150 °C. Urządzenie to posiadało możliwość regulacji nie tylko prędkości przepływu powietrza prażącego, ale również jego wilgotności względnej. Stosowałam dwie prędkości przepływu powietrza prażącego (v): 0,5 lub 1 m/s oraz dwie wartości jego wilgotności względnej: RH=0,3% (tzw. powietrze „suche” – bez wprowadzania pary wodnej do układu) lub RH=5% (tzw. powietrze „wilgotne”, gdzie para wodna była generowana w wytwornicy pary i wprowadzana do tunelu prażalniczego, a jej ilość była regulowana do uzyskania odpowiedniej wilgotności względnej powietrza prażącego). Tradycyjnie, w przemyśle, ziarno poddaje się obróbce cieplnej z zastosowaniem stałych parametrów w czasie całego procesu prażenia. Prowadzi się go do momentu uzyskania w ziarnie stężenia wody wynoszącego ok. 2% (m/m). Innowacyjność moich badań polegała między innymi na prażeniu ziarna kakaowego zmieniając parametry procesu w czasie jego trwania. To znaczy: po 15 minutach obróbki termicznej zmieniałam jeden z parametrów, np. prędkość przepływu powietrza prażącego z 1 na 0,5 m/s i kontynuowałam prażenie do uzyskania w ziarnie ok. 2% (m/m) wody. Dotychczas nikt nie podjął badań dotyczących określenia zmian składników bioaktywnych ziarna kakaowego, wywołanych obróbką termiczną z zastosowaniem zmieniających się parametrów powietrza prażącego w czasie trwania tego procesu.

Wpływ parametrów procesu prażenia na skład jakościowo-ilościowy tokoferoli w maśle kakaowym wyekstrahowanym z ziarna kakaowego i śruty kakaowej o różnym stopniu rozdrobnienia

Prażenie ziarna kakaowego powodowało straty tokoferoli w maśle kakaowym, a wielkość tych strat zależna była od zastosowanych warunków obróbki cieplnej oraz postaci prażonego ziarna (całe, śruta). Szczególnie wrażliwe okazały się α - i δ -tokoferol, które w części zastosowanych wariantów prażenia uległy całkowitej degradacji.

Z punktu widzenia zachowania jak najwyższej zawartości tokoferoli w maśle kakaowym korzystniejsze było prażenie śruty niż ziarna nierozdrobnionego, niezależnie od tego czy stosowane były warunki stałe czy zmieniające się w toku obróbki termicznej.

Wykazałam, że temperatura prażenia śruty w stałych warunkach procesu, tj. przy niezmięniającej podczas obróbki termicznej temperaturze, wilgotności względnej i prędkości przepływu powietrza prażącego, nie miała istotnego wpływu na zawartość tokoferoli w maśle kakaowym. Była natomiast ważnym czynnikiem, gdy prażeniu poddawałam całe ziarno. Wówczas korzystniejsze było prażenie ziaren w powietrzu o temperaturze 150 °C niż 135 °C oraz w powietrzu o wilgotności względnej 0,3% niż 5%. Z kolei podwyższenie wilgotności względnej powietrza prażącego śrutę kakaową do 5% (szczególnie, gdy ziarno prażone było w temperaturze 135 °C) sprzyjało zachowaniu większej ilości tokoferoli w masłach kakaowych na skutek tworzenia warstwy hydratacyjnej na powierzchni rozdrobnionych ziaren. Warstwa ta powstawała w wyniku absorpcji wilgoci z powietrza otaczającego prażony materiał. Utrudniało to dostęp tlenu i w konsekwencji przebieg procesów degradacji tokoferoli. W przypadku ziarna nierozdrobnionego powierzchnia kontaktu materiału prażonego z wilgotnym powietrzem była mniej rozwinięta, zatem utworzona warstwa hydratacyjna w mniejszym stopniu chroniła tokoferole.

Stwierdziłam także, że prędkość przepływu powietrza prażącego wynosząca 0,5 m/s oraz związany z tym wydłużony czas prażenia do uzyskania zawartości wody w ziarnie na poziomie ok. 2% wpływały niekorzystnie na zawartość tokoferoli w masłach kakaowych. Całkowita zawartość tokoferoli, w porównaniu do ich zawartości w tłuszczu wyekstrahowanym z ziarna nieprażonego, obniżała się wówczas o ok. 57 – 87%, w zależności od zastosowanych warunków prażenia ziarna. Ponadto ww. prędkość przepływu powietrza prażącego sprzyjała całkowitej degradacji w tłuszczu α - i δ -tokoferolu, za wyjątkiem masła kakaowego pochodzącego z ziarna prażonego w powietrzu o temperaturze 135 °C i wilgotności względnej 0,3%. W wariantach prażenia ziarna z zastosowaniem prędkości przepływu powietrza wynoszącej 1 m/s całkowita zawartość tokoferoli obniżała się o ok. 23 – 57%.

Najmniejsze straty tokoferoli w wariantach prażenia nierozdrobnionego ziarna kakaowego występowały w maśle kakaowym wyekstrahowanym z ziaren prażonych w czasie 25 minut w powietrzu o temperaturze 150 °C, prędkości przepływu 1 m/s i wilgotności względnej 0,3% (ok. 23%). W wyniku prażenia śruty kakaowej najmniejsze straty tokoferoli w maśle kakaowym występowały, gdy prażenie realizowałam w czasie 10 minut w powietrzu o temperaturze 135 °C, prędkości przepływu 1 m/s i wilgotności względnej 5% (ok. 17%).

Badania dotyczące tokoferoli w maśle kakaowym wyekstrahowanym z ziarna kakaowego poddanego prażeniu z zastosowaniem różnych warunków procesowych prowadziłam w ramach wymienionego wcześniej **projektu badawczego własnego** (nr N N312 102038). Opisałam je w **publikacji H1** (Dorota Żyżelewicz, Wiesława Krysiak, Grażyna Budryn, Joanna Oracz, Ewa Nebesny: Tocopherols in cocoa butter obtained from cocoa bean roasted in different forms and under various process parameters. Food Research International, 2014, 63, 390-399; IF^{5-letni} = 3,378).

Proces prażenia ziarna kakaowego a skład jakościowo-ilościowy kwasów tłuszczowych oraz zmiany oksydacyjne w maśle kakaowym wyekstrahowanym z tego ziarna

Proces prażenia z zastosowaniem różnych wariantów procesowych przyczyniał się do obniżenia liczby nadtlenkowej (PV) oraz zawartości sprzężonych dienów (CD) i trienów (CT) kwasów tłuszczowych w wyekstrahowanym z ziaren kakaowych tłuszczu w porównaniu z próbą kontrolną (tłuszcz pochodzący z ziarna surowego) odpowiednio o ok. 3 – 64%, 1,5 – 40% i 10 – 63%, zależnie od zastosowanych warunków prażenia. Wynika to z większej podatności masła kakaowego w ziarnach surowych na działanie enzymów (lipazy, hydrolazy, lipooksygenazy). Ponadto procesy oksydacyjne w tłuszczu mogły być hamowane dzięki tworzącym się w czasie obróbki cieplnej produktom reakcji Maillard'a, które charakteryzują się właściwościami przeciwutleniającymi. Obniżenie wartości CD i CT to wynik reakcji zachodzących pomiędzy produktami reoksydacji tłuszczu a aminokwasami, przebiegających szlakiem reakcji Maillard'a. Z dokonanego przeze mnie przeglądu literatury wynika, że analogiczne zależności występowały w medium smaźalniczym po procesie głębokiego smażenia żywności bogatej w białko i węglowodany (Tynek et al., 2001).

Wyniki badań dotyczące PV, CD i CT w maśle kakaowym świadczą o tym, że prażenie ziaren w stałych warunkach procesowych najkorzystniej jest prowadzić w powietrzu o temperaturze 150 °C, prędkości przepływu 1 m/s i wilgotności względnej 5%. Natomiast spośród wariantów prażenia z użyciem zmieniających się w czasie procesu warunków obróbki termicznej najkorzystniejsze było obniżenie temperatury powietrza prażącego ze 150 °C do 135 °C lub obniżenie prędkości jego przepływu z 1 do 0,5 m/s.

Wykazałam, że kompozycja kwasów tłuszczowych masła kakaowego nie ulega zasadniczym zmianom, niezależnie od tego czy ziarno prażyłam z zastosowaniem warunków zmiennych czy stałych. Jako kwasy tłuszczowe dominujące w składzie badanych tłuszczów kakaowych występowały: kwas palmitynowy (C16) w udziale ok. 22,5 – 26,7%, stearynowy (C18) w udziale ok. 34,5 – 37,9% i oleinowy (C18:1) w udziale ok. 32 – 35,8%. W niższym udziale obecne były: kwas linolowy (C18:2 6c) - 2,3 – 5,9% i arachidowy (C20) - ok. 1 – 1,2%. Pozostałe kwasy tłuszczowe występowały w dużo niższym udziale, tj. poniżej 1,5% (sumarycznie).

W wyniku obróbki termicznej surowców roślinnych mogą formować się niekorzystne dla zdrowia ludzi kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans*. W przeprowadzonych badaniach wykazałam, że prażone ziarno kakaowe nie jest istotnym źródłem tych związków. Występowały one przede wszystkim w maśle kakaowym otrzymanym z ziaren niecałkowicie uprażonych. Wiązania podwójne w cząsteczkach nienasyconych kwasów tłuszczowych cechują się niską stabilnością termiczną, czego skutkiem jest izomeryzacja *cis-trans*. Podłoże izomeryzacji *cis-trans* może również stanowić hydroliza triacylogliceroli. Dłuższa obróbka termiczna ziarna, tj. prowadząca do całkowitego uprażenia surowca, do uzyskania zawartości

wody w ziarnie wynoszącej ok. 2%, a także zachodzące w ziarnie przemiany fizykochemiczne spowodowały degradację powstałych w toku prażenia izomerów *trans* kwasów tłuszczowych. Jedynie w kilku opisanych poniżej wariantach prażenia były obecne takie kwasy tłuszczowe jak C16:1*t* – trans-palmitooleinowy i C18:1 9*t* – transoleinowy. Jednakże ich stężenia były niskie (do 0,27% wszystkich kwasów tłuszczowych).

W wyniku prażenia ziaren z zastosowaniem stałych warunków procesu: T=135 °C, v=0,5 m/s, RH=0,3%, t=55 min; T=135 °C, v=0,5 m/s, RH=5%, t=90 min oraz T=150 °C, v=0,5 m/s, RH=5%, t=55 min powstawał kwas C16:1*t* – trans-palmitooleinowy. Nie występował on w masłach kakaowych wyekstrahowanych z ziaren prażonych z zastosowaniem zmiennych parametrów procesowych. Kwas C18:1 9*t* – transoleinowy był obecny w maśle kakaowym pochodzącym z ziaren całkowicie uprażonych w czasie 25 minut w warunkach stałych w powietrzu suchym (RH=0,3%) o temperaturze 150 °C. Formował się również w masłach kakaowych z ziaren prażonych w powietrzu o temperaturze 135 °C, wilgotności względnej 0,3% i zmianie prędkości przepływu z 1 na 0,5 lub z 0,5 na 1 m/s.

W wyniku ogrzewania innych niż ziarno kakaowe surowców i półproduktów pochodzenia roślinnego również powstają kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans*, a przeprowadzona przeze mnie analiza danych literaturowych wskazuje, że podobnie jak w przypadku ziarna kakaowego ich źródłem są procesy izomeryzacji i hydrolityczne lipidów (Li et al., 2012; Mateos et al., 2010; Tsuzuki, 2011).

Powyższe badania prowadziłam w ramach wymienionego wcześniej **projektu badawczego własnego** (N N312 102038), a ich wyniki przedstawiłam w **publikacji H2** (Dorota Żyżelewicz, Grażyna Budryn, Wiesława Krysiak, Joanna Oracz, Ewa Nebesny, Małgorzata Bojczuk: Influence of roasting conditions on fatty acid composition and oxidative changes of cocoa butter extracted from cocoa bean of *Forastero* variety cultivated in Togo. Food Research International, 2014, 63, 328-343; IF^{5-letni} = 3,378).

Wpływ parametrów procesu prażenia na zawartość akrylamidu i akroleiny w ziarnie kakaowym i śrucie kakaowej

Badania w zakresie obecności w prażonym ziarnie kakaowym akrylamidu, związku antyżywnościowego o właściwościach neurotoksycznych, genotoksycznych i prawdopodobnie kancerogennych oraz akroleiny prowadziłam również w ramach **projektu badawczego własnego** (nr N N312 102038). Dążyłam do minimalizacji formowania się akrylamidu i akroleiny podczas prażenia.

Wykazałam, że korzystniej jest prażyć śrutę kakaową niż ziarno nierozdrobnione. Wówczas formowały się mniejsze ilości akrylamidu, pomimo, że już sam proces podsuszania ziarna kakaowego, jako obróbki wstępnej podczas otrzymywania śruty, powodował tworzenie się tego związku. Ponadto, im średnica prażonych cząstek śruty była mniejsza, tym mniej formowało się w niej akrylamidu. Najniższy poziom zawartości tego związku, wynoszący

ok. 21 µg/kg uzyskałam w śrucie prażonej z zastosowaniem stałych warunków procesowych, tj. temperatury 135 °C, wilgotności względnej powietrza prażącego 0,3%, prędkości jego przepływu 1m/s, podczas gdy najniższe stężenie akrylamidu w ziarnie poddanym obróbce cieplnej w postaci całego ziarna wynosiło ok. 81 µg/kg ziarna prażonego w warunkach stałych w temperaturze 135 °C, wilgotności względnej powietrza prażącego 0,3% i prędkości jego przepływu 0,5 m/s. Dowiodłam również, że prażenie z zastosowaniem zmieniających się warunków procesowych w czasie trwania obróbki termicznej powodowało tworzenie się w ziarnie większych ilości akrylamidu w porównaniu z ziarnem prażonym w stałych warunkach.

Wykazałam także, że stosowanie powietrza prażącego o podwyższonej wilgotności względnej (5%) wpływa na wzrost stężenia akroleiny w śrucie kakaowej. Zależności takiej nie ustaliłam w ziarnie prażonym w postaci nierozdrobnionej. Zawartość tego związku zależała wówczas od kombinacji pozostałych parametrów obróbki termicznej. Korzystne było stosowanie zmiennych warunków prażenia ziaren, a najniższe stężenia akroleiny uzyskałam w nierozdrobnionych ziarnach prażonych w powietrzu o temperaturze 135 °C i wilgotności względnej 5% w wariancie ze zmianą prędkością przepływu powietrza z 1 na 0,5 oraz 0,5 na 1 m/s.

Część uzyskanych wyników badań dotyczących formowania się związków antyżywnościowych, w tym akrylamidu, zaprezentowałam na XLI Sesji Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk w Krakowie w 2013r. w postaci **doniesienia D1**.

Ponadto, ze względu na występowanie akrylamidu w wielu produktach żywnościowych oraz jego niekorzystny wpływ na zdrowie ludzi przeprowadziłam studium literaturowe dotyczące metod analizy tego związku. Aktualny stan wiedzy w tym zakresie przedstawiłam w **publikacji H3** (Joanna Oracz, Ewa Nebesny, Dorota Żyżelewicz: New trends of quantification of acrylamide in food products, *Talanta*, 2011, 86 (1), 23-34, IF₂₀₁₁ = 3, 794), która omawia nowe metody analizy tego związku takie jak elektroforeza kapilarna, techniki chromatograficzne: gazowa i cieczowa sprzężone ze spektrometrią mas oraz tandemową spektrometrią mas, a także metody z zastosowaniem testu immunoenzymatycznego i biosensorów. W artykule tym wskazane są wady i zalety każdej z metod.

- D1. **Dorota Żyżelewicz**, Wiesława Krysiak, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn, Joanna Oracz: Wpływ warunków procesu prażenia na stężenie akrylamidu w śrucie kakaowej. XLI Sesja Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk pt. „Innowacyjność w nauce o żywności i żywieniu”, Kraków 2-3 lipca 2013r., Mat. Konf. s. 84-85

Wpływ parametrów procesu prażenia na barwę ziarna kakaowego

Powstawanie w ziarnie kakaowym w wyniku reakcji Maillard'a barwnych melanoidyn jest pożądane. Pośrednio miernikiem zawartości melanoidyn w produktach żywnościowych mogą być pomiary barwy z zastosowaniem metod ekstrakcyjnych lub metody CIE L*a*b*. Szybką i nieskomplikowaną metodą oznaczania tych związków jest także spektrofotometryczne określenie wskaźnika zawartości produktów reakcji Maillard'a (MR index).

Wykazałam, że prażenie ziarna kakaowego w powietrzu o wilgotności względnej wynoszącej 0,3% w porównaniu do obróbki termicznej tego surowca w powietrzu o wilgotności względnej wynoszącej 5%, sprzyjało powstawaniu melanoidyn, o czym świadczyły wyższe o ok. 3,5 – 80% (zależnie od zastosowanych warunków prażenia) zawartości produktów reakcji Maillard'a (MR index). Maksymalna wartość wskaźnika MR index (2,48) występowała w ziarnie prażonym w stałych warunkach procesowych, w których temperatura powietrza wynosiła 150 °C, jego wilgotność względna 0,3%, a prędkość przepływu 0,5 m/s. Warunki te sprzyjały tworzeniu się związków barwnych na skutek wydłużonego czasu obróbki termicznej (do uzyskania w ziarnie ok. 2% wody), spowodowanego niską prędkością przepływu czynnika grzewczego.

Badania barwy ziarna kakaowego z użyciem kolorymetru odbiciowego oraz z zastosowaniem różnych metod ekstrakcyjnych, w tym metody wydzielania frakcji barwników i obliczenia stosunku zawartości pochodnych antocyjanów i kwasu hydroksycynamonowego (frakcja F1 wymytych związków barwnych) do zawartości żółtych i brązowych pigmentów (frakcja F3 wymytych związków barwnych) wykazały, że ze względu na uzyskanie pożądanych wskaźników barwy ziarna korzystniejsze jest stosowanie temperatury 135 °C niż 150 °C. Obniżenie zawartości wody w ziarnie do ok. 2% w tej temperaturze wymagało dłuższego czasu obróbki termicznej, co pozwoliło na formowanie się związków o wymaganej dla tego surowca barwie. Niezależnie czy stosowałam zmieniające się czy stałe warunki w czasie procesu, prażenie w powietrzu o podwyższonej do 5% wilgotności względnej powodowało pogłębienie barwy brązowej ziaren, a zawartość polifenoli ogółem oznaczana metodą Folin'a-Ciocalteu (F-C) była wyższa niż w ziarnie prażonym w powietrzu o wilgotności 0,3%. Świadczyć to może o ochronnym działaniu pary wodnej na związki fenolowe zawarte w ziarnie, mimo dłuższego czasu prażenia w powietrzu o wilgotności względnej 5% do uzyskania żądanej zawartości wody w surowcu. Prażenie w powietrzu o wilgotności względnej 5% nie spowodowało jednak wzrostu MR index. Zatem o ciemniejszej barwie ziarna, oznaczanej z wykorzystaniem metod ekstrakcyjnych i pomiarów w systemie CIE L*a*b*, decydowały inne związki niż melanoidyny.

Zastosowane przeze mnie zmieniające się warunki procesu prażenia pozwalały na osiągnięcie korzystniejszych parametrów barwy niż w przypadku prażenia ziarna kakaowego w warunkach stałych. Szczególnie korzystne warianty prażenia to obróbka termiczna ze

zmianą prędkości przepływu powietrza prażącego. Wysoka zawartość żółtych i brązowych pigmentów występowała także w ziarnie prażonym w temperaturze 135 °C ze zmianą wilgotności względnej powietrza prażącego.

Pomiary w systemie CIE L*a*b* wykazały ponadto, że ciemniejsze ziarna (niższa wartość parametru L) uzyskiwałam w wyniku prażenia w powietrzu o temp. 135 °C i prędkości przepływu 0,5 m/s niż w przypadku analogicznego prażenia ziaren lecz z zastosowaniem prędkości przepływu powietrza prażącego 1 m/s. Badania barwy ziarna, określanej metodą ekstrakcji związków pigmentowych wskazały, że prędkość przepływu powietrza prażącego 1 m/s korzystniej wpływała na ten wskaźnik jakości ziarna niż prędkość przepływu czynnika grzewczego wynosząca 0,5 m/s, choć czas prażenia ziarna był krótszy. Odmienność ta wynikała ze specyfiki zastosowanych metod badawczych. Pigmenty o wysokiej masie cząsteczkowej charakteryzują się relatywnie niską rozpuszczalnością w wodzie i roztworach wodnych, stąd ich niski udział we wskaźnikach barwy określanych metodami ekstrakcyjnymi. Można je natomiast oznaczyć wykorzystując metodę CIE L*a*b*.

Ziarno kakaowe wykorzystywane jest przede wszystkim w cukiernictwie. Jako składnik recepturalny czekolady, występujący w niej w wysokim udziale, w sposób istotny wpływa na jej barwę i wybory konsumentów. Czekolada jest emulsją, w której ośrodkiem dyspersyjnym jest tłuszcz, a w nim zawieszono są cząstki ziarna kakaowego, substancji słodzącej i ewentualnie innych surowców, natomiast woda wiązana jest poprzez dodatek emulgatora. Z tego względu do projektowania i kontroli barwy czekolady, w kontekście uzyskanych przeze mnie wyników badań, użyteczną i szybką metodą jest metoda CIE L*a*b*. Pożądane jest uzyskanie niskiej wartości parametru L. Ziarna kierowane do produkcji kakao w proszku, które przede wszystkim jest konsumowane w postaci napoju, ale także jest komponentem innych produktów żywnościowych, powinno natomiast charakteryzować się odpowiednią ilością pigmentów ekstrahowalnych do rozpuszczalnika. Zapewnia to odpowiednią barwę napojom i produktom półpłynnym. Wówczas projektowanie tego parametru jakościowego wyrobu powinno odbywać się z wykorzystaniem metod ekstrakcyjnych.

Dotychczas barwa prażonego ziarna kakaowego i produktów jego przerobu (kakao czy miazga kakaowa) była w badaniach rozważana i obserwowana w odniesieniu do takich parametrów procesu jak temperatura, czas oraz poddanie operacjom dodatkowym takim jak np. alkalizacja (Bonvehi i Coll, 2002). Krysiak (Krysiak, 2006) zbadała wpływ wilgotności względnej powietrza prażącego na skład związków pigmentowych oznaczanych metodą Bonvehi i Coll (Bonvehi i Coll, 1997). Nowością w moich badaniach jest określenie wpływu zmieniających się w czasie procesu prażenia parametrów (temperatura, prędkość przepływu i wilgotność względna powietrza prażącego) na barwę uprażonego ziarna kakaowego i wskaźników z nią powiązanych. Ziarna kakaowe prażone z zastosowaniem warunków nie zmienianych w czasie prażenia stanowiły materiał porównawczy. Dotychczas nikt nie prowadził prac w tym zakresie.

Badania dotyczące kształtowania barwy ziarna kakaowego w zależności od zastosowanych warunków prażenia tego ziarna opisałam w **publikacji H4** (Dorota Żyżelewicz, Wiesława Krysiak, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn: Application of various methods for determination of the color of cocoa beans roasted under variable process parameters. European Food Research and Technology 2014, 238: 549-563; IF^{5-letni} = 1,863). Realizowałam je w ramach wymienianego wcześniej **projektu badawczego własnego** (N N312 102038).

5.2. Wyroby cukiernicze suplementowane probiotycznymi szczepami *Lactobacillus*

Problemy „chorób cywilizacyjnych” oraz skutków zmiany trybu życia i starzenie się społeczeństw stają się coraz bardziej istotne. Pewną formą przeciwdziałania lub łagodzenia efektów tych niekorzystnych zjawisk jest między innymi odpowiednie modelowanie i kształtowanie biocenozy przewodu pokarmowego. W tym kontekście spożywanie produktów probiotycznych nabiera coraz większego znaczenia. Bakterie probiotyczne najczęściej należą do rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, a ich aktywność probiotyczna jest specyficzną cechą szczepu. Bakterie o udokumentowanych właściwościach probiotycznych wpływają korzystnie na zdrowie ludzi (Yoon et al., 2006).

Do niedawna obecność bakterii kwasu mlekowego wiązana była przede wszystkim z ich wykorzystaniem jako startery w produkcji pieczywa, kiszonek warzywnych, mlecznych napojów fermentowanych: jogurtów, kefirów, mleka acidofilnego, serów (twarogowych i dojrzewających) oraz przemysłowym stosowaniem w procesie otrzymywania mięsnych produktów fermentowanych (salami, chorizo) (Blanchette et al., 1996; Daigle et al., 1999; Dinakar i Mistry, 1994; Gobbetti et al., 1998; Gomes Da Cruz et al., 2009; Ong i Shah, 2009; Yoon et al., 2006). Od stosunkowo niedawna bakterie probiotyczne wprowadzane są także do takich produktów jak lody (Alamprese et al., 2002; Salem et al., 2005), niefermentowane i fermentowane soki owocowe (np. jabłkowe), warzywne (marchwiowe, z buraków ćwikłowych, białej kapusty, selera), wielowarzywne czy owocowo-warzywne, także z dodatkiem fermentowanych cząstek ryżu - sake lees, owsiane płatki śniadaniowe, musy, czy mrożone desery sojowe (Aragon-Alegro et al., 2007; Dokuritsu Gyosei Hojini Suisan Sogo Kenty, YAKULT HONSHA, 2004; Ranganathan, 2004; Ryukyu Bioresource Kaihatsu KK, 2004; Saarela et al., 2006; Sakamoto Karyo, 2004; Sugiyama et al., 2006, Yoon et al., 2006).

Zainteresowanie konsumentów żywnością probiotyczną nie słabnie. Co więcej, poszukują oni wyrobów suplementowanych probiotykami w innych produktach przemysłu spożywczego niż tradycyjne źródła tej mikroflory. Generuje to rozwój badań nad ich niestandardową aplikacją. Na polskim rynku dostępne są produkty cukiernicze określane mianem „jogurtowe”. Przymiotnik ten określa jednak bardziej walory organoleptyczne

wyrobów niż ich cechę funkcjonalną. Są to zazwyczaj produkty z nadzieniem o smaku jogurtowym, w których żywe kultury bakterii fermentacji mlekowej nie są obecne.

Badania w zakresie suplementacji wyrobów cukierniczych w probiotyczne szczepy bakterii fermentacji mlekowej prowadziłam w ramach **projektu rozwojowego nr R12 018 01** finansowanego przez MNiSW pt. „Półprodukty i wyroby cukiernicze, suplementowane żywymi kulturami bakterii fermentacji mlekowej”, realizowanego w latach 2006 – 2008, w którym byłam **autorem wniosku o finansowanie i głównym wykonawcą**. Do suplementacji wykorzystane były probiotyczne szczepy *Lactobacillus* (*Lactobacillus casei* nr depozytu ŁOCK 0900 B/00019, *Lactobacillus casei* nr depozytu ŁOCK 0908 B/00020 oraz *Lactobacillus paracasei* nr depozytu ŁOCK 0919 B/00021) immobilizowane na nośniku mlecznym i utrwalone na drodze sublimacyjnego suszenia. Cechują się one wysoką odpornością na kwasowość soku żołądkowego, odpornością na żółć, zdolnością adherencji do komórek nabłonka jelitowego oraz aktywnością przeciwdrobnoustrojową. Szczepy te wykazują silną aktywność hamowania wzrostu szczepów patogennych, zarówno gramujemnych jak i gramododatnich oraz bezpieczeństwo stosowania u dzieci z atopowym zapaleniem skóry. Utrwalony preparat probiotycznych szczepów *Lactobacillus* został opracowany przez zespół prof. dr hab. Zdzisławy Libudzisz z Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej. Projekt obejmował opracowanie innowacyjnej koncepcji technologicznej otrzymywania takich wyrobów suplementowanych probiotycznymi szczepami *Lactobacillus* jak praliny (nadzienie w pralinach), rodzynki w czekoladzie, wyroby z mas tłustych typu „michałki”, wafle przekładane oblewane i nieoblewane kuwerturą, korpusy cukiernicze oblewane suplementowaną kuwerturą oraz czekoladowe i czekoladowo-orzechowe kremy do smarowania pieczywa. Za podstawowe kryterium otrzymania tego typu wyrobów przyjąłam przeżywalność probiotycznych szczepów *Lactobacillus* na poziomie funkcjonalnym w czasie procesu technologicznego i w całym okresie przechowywania, a także właściwości organoleptyczne nie odbiegające od wyrobów tradycyjnych, niesuplementowanych. W wyrobach tego typu, ograniczeniem są często wysokie temperatury stosowane w czasie produkcji oraz pokojowa temperatura ich przechowywania.

Za szczególne osiągnięcie uważam opracowanie sposobu otrzymywania ww. wyrobów suplementowanych probiotycznymi szczepami *Lactobacillus* w sposób pozwalający na zachowanie liczebności tych bakterii na poziomie funkcjonalnym w całym okresie przechowywania wyrobów w temperaturze pokojowej. Badane produkty okazały się środowiskiem sprzyjającym wysokiej przeżywalności probiotycznych szczepów *Lactobacillus*, dzięki niskiej aktywności wody (zależnie od wyrobu 0,1 - 0,6), wysokiemu stężeniu węglowodanów i ograniczonemu dostępowi tlenu. Istotne były również stężenie tłuszczu oraz rodzaj zastosowanego tłuszczu. Ponadto ważne okazały się takie czynniki jak rodzaj zastosowanych procesów technologicznych, czas ich trwania oraz liczebność w preparacie żywych komórek probiotycznych szczepów *Lactobacillus* (10^{10} - 10^{11} jtk./g,

zależnie od partii preparatu), znajdujących się w stanie anabiozy. Ta wysoka liczebność żywych komórek *Lactobacillus* w preparacie pozwoliła na stosowanie niskich jego dawek, tj. na poziomie nawet rzędu 0,5% w masie produktu cukierniczego.

W skład recepturalny wielu spośród opracowywanych w ramach projektu wyrobów suplementowanych probiotycznymi szczepami *Lactobacillus* wchodziły tłuszcze cukiernicze „nowej generacji”, pochodzące z ZPT „Kruszwica” S.A. (Kruszwica, Polska) i AARHUSKARLSHAMN SWEDEN AB (Karlshamn, Szwecja), charakteryzujące się obniżoną zawartością niekorzystnych żywieniowo kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*, w niektórych przypadkach do poziomu poniżej 1%. Tłuszcze takie cechują się charakterystyką reologiczną odmienną niż tradycyjne tłuszcze cukiernicze, są bardziej kłopotliwe w zastosowaniu, nierzadko mniej stabilne przechowalniczo i droższe, a co za tym idzie nie są powszechnie stosowane, zwłaszcza przez mniejszych wytwórców. Dzięki jednak zastosowaniu tłuszczów o obniżonej zawartości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych w rezultacie zaprojektowane zostały innowacyjne wyroby cukiernicze. Ich innowacyjność polegała nie tylko na obecności niestandardowo stosowanych przez przemysł tłuszczów, ale także na obecności w nich żywych komórek probiotycznych szczepów *Lactobacillus* na poziomie funkcjonalnym, nawet w końcowym okresie przechowywania wyrobów w temperaturze pokojowej.

Prowadzone przeze mnie i opisane wyżej badania dotyczące suplementacji wyrobów cukierniczych probiotycznymi szczepami *Lactobacillus* wzbudziły zainteresowanie światowego środowiska naukowego. Otrzymałam imienne zaproszenie do przygotowania rozdziałów w monografiach o zasięgu światowym traktujących o najnowszych osiągnięciach w dziedzinie probiozy. Zrealizowałam je w **publikacjach H5** (Dorota Żyżelewicz, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn, Wiesława Krysiak: Technology and stability of probiotic and prebiotic confectionery products. In: Probiotic and prebiotic foods: technology, stability and benefits to human health; Editor: Shah N.P., Da Cruz A.G & Faria J.A.F. Nova Science Publishers, Inc., New York, 2011, p. 295-320; MNiSW = 7 pkt - praliny, kremy do smarowania pieczywa, korpusy z mas tłustych.) i **H6** (Dorota Żyżelewicz, Ilona Motyl, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn, Wiesława Krysiak, Justyna Rosicka-Kaczmarek, Zdzisława Libudzisz: Probiotic confectionery products – preparation and properties. In: Probiotics; Editor: Everlon Cid Rigobelo. In Tech, Rijeka, 2012, p. 261-306; MNiSW = 5 pkt. - korpusy oblewane suplementowaną kuwerturą, wafle przekładane, rodzyнки w czekoladzie). W grudniu 2013 roku otrzymałam informację od wydawnictwa In Tech, że rozdział w monografii oznaczony jako pozycja H6 osiągnął bardzo dobre wyniki czytelnictwa. Pobierany był ponad 2000 razy, najczęściej w takich krajach jak USA, Indie, Chiny, Włochy i Brazylia.

Ponadto wyniki prac w zakresie suplementacji wyrobów cukierniczych probiotycznymi szczepami *Lactobacillus* są chronione pięcioma patentami, w tym **patentem H7** (Dorota Żyżelewicz, Ewa Nebesny, Wiesława Krysiak, Grażyna Budryn, Ilona Motyl,

Zdzisława Libudysz: Produkt i sposób przygotowania produktu do smarowania pieczywa, o właściwościach probiotycznych. Patent PL-216859 opublikowany w dn. 30.05.2014r. WUP 05/14; MNiSW₂₀₁₄ = 25 pkt.). Pozostałe patenty zostały wymienione w punkcie 6.4 autoreferatu.

Wykaz cytowanej literatury

- Alamprese C., Foschino R., Rossi M., Pompei C., Savani L.: Survival of *Lactobacillus johnsonii* La1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations. *International Dairy Journal*, 2002, 12, 201–208.
- Andres-Lacueva C., Monagas M., Khan N., et al.: Flavanol and flavonol contents of cocoa powder products: influence of the manufacturing process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56, 3111–3117.
- Aragon-Alegro L.C., Alegro J.H.A., Cardarelli H.R., Chiu M.C., Saad S.M.I.: Potentially probiotic and symbiotic chocolate mousse. *LWT*, 2007, 40: 669-675.
- Blanchette L., Roy D., Bélanger G., Gauthier S.F.: Production of cottage cheese using dressing fermented by bifidobacteria. *Journal of Dairy Science*, 1996, 79: 8-15.
- Bonvehi, J.S., Coll F.V.: Factors affecting the formation of alkylpyrazines during roasting treatment in natural and alkalized cocoa powder. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50, 3743-3750.
- Bonvehi, J.S., Coll F.V.: Evaluation of bitterness and astringency of polyphenolic compounds in cocoa powder. *Food Chemistry*, 1997, 60, 365-370.
- Boschin G., Arnoldi A.: Legumes are valuable sources of tocopherols. *Food Chemistry*, 2011, 127, 1199-1203.
- Daigle A., Roy D., Bélanger G., Vuilleumard J.C.: Production of probiotic cheese (Cheddar-like cheese) using enriched cream fermented by *Bifidobacterium infantis*. *Journal of Dairy Science*, 1999, 82: 1081-1091.
- De Clercq N.: Changing the functionality of cocoa butter. PhD Thesis, 2011, (p.p. 47). Ghent University, Belgium, 220 p., ISBN 978-90-5989-470-9.
- Dinakar P., Mistry V.V.: Growth and viability of *Bifidobacterium bifidum* in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 1994, 77: 2854-2864.
- Dokuritsu Gyosei Hojini Suisan Sogo Kenty, YAKULT HONSHA: Preparing feed for fish and shellfish, comprises mixing seaweed with a carbohydrate type solution enzyme and fermenting using *Lactobacillus* e.g. *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus rhamnosus*. Japanese Patent 2004, JP2004298080.
- Finken H.: A new thermal cocoa process. *Food Marketing and Technology*, 1996, 4, 25-27.
- Gobbetti M., Corsetti A., Smacchi E., Zocchetti A., De Angelis M.: Production of Crescenda Cheese by incorporation of bifidobacteria. *Journal of Dairy Science*, 1998, 81: 37-47.
- Gomes Da Cruz A., Alonso Burity F.C., Batista De Souza C.H., Fonseca Faria J.A., Isay Saad S.M.: Probiotic cheese: health benefits, technological and stability aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 2009, 20: 344-354.
- Jalil A.M.M., Ismail A., Pei C.P., Hamid M., Kamaruddin S.H.S.: Effects of cocoa extract on glucometabolism, oxidative stress, and antioxidant enzymes in obese-diabetic (ob-db) rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56, 7877–7884.
- Kamm W. et al.: Authenticity assessment of fats and oils. *Food Reviews International*, 2001, 17, 3, 249–290.
- Krysiak, W.: Influence of roasting conditions on coloration of roasted cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, 2006, 77, 449-453.
- Li A., Ha Y., Wang F., Li W., Li Q.: Determination of thermally induced trans-fatty acids in soybean oil by attenuated total reflectance fourier transform infrared spectroscopy and gas chromatography analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2012, 60, 10709–10713.
- Lipp M., Anklam E.: Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate – Part A. Compositional data. *Food Chemistry*, 1998a, 62, 73-97.
- Lipp M., Anklam E.: Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate - Part B. Analytical approaches for identification and determination. *Food Chemistry*, 1998b, 62, 1, 99–108.
- Mateos, L.E., Tonetto, G.M., Crapiste, G.H.: Isomerization of fatty acids in sunflower oil during heat treatment. *Latin American Applied Research*, 2010, 40, 213–217.
- Nebesny E., Motyl L.: Charakterystyka termicznej obróbki ziarna kakaowego. *Zeszyty Naukowe PŁ Nr 869, Chemia Spożywcza i Biotechnologia*, 2001, 65, 43-47, 52-53, 55-56.
- Niemenak N., Rohsius C., Elwers S., Omokolo Ndoumou D., Lieberei R.: Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006, 19, 612–619.
- Ong L., Shah N.P.: Probiotic Cheddar cheese: influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles. *LWT*, 2009, 42, 1260-1268.

- Pontillon J.: Le beurre de cacao et les matières grasses en chocolaterie. In J. Pontillon (Ed.), Cacao et chocolat: production, utilisation, caractéristiques. Paris: Lavoisier, 1998, pp. 325-393.
- Ranganathan N.: New compositions comprising least one probiotic bacteria which reduces creatinine and blood urea nitrogen levels, useful for augmenting kidney function, treating renal failure, or maintaining gastrointestinal health. United States Patent 2004, US20040197352.
- Rosicka-Kaczmarek J.: Zmiany wybranych właściwości fizykochemicznych ziarna kakaowego w procesie jego przechowywania. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2006, 10, 62, 65.
- Ryukyu Bioresource Kaihatsu KK: Fermented substance having ACE inhibitory effect useful as foodstuff raw material in health foods and drinks, is obtained by fermenting mugwort. Japanese Patent 2004, JP2004267100.
- Saarela M., Virkajärvi I., Nohynek L., Vaari A., Mättö J.: Fibres as carriers for *Lactobacillus rhamnosus* during freeze-drying and storage in apple juice and chocolate-coated breakfast cereals. International Journal of Food Microbiology, 2006, 112: 171-178.
- Sakamoto Karyo K. K.: Vegetable juice drink contains specified amount of fermented vegetable juice, which is obtained by fermenting vegetable juice with *Lactobacillus* e.g. *Lactobacillus helveticus*. Japanese Patent 2004, JP2004254528.
- Salem M.M.E., Fathi F.A., Awad R.A.: Production of probiotic ice cream. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2005, 14/55, 267-271.
- Schwartz H., Ollilainen V., Piironen V., Lampi A-M.: Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. Journal of Food Composition and Analysis, 2008, 21, 152-161.
- Steinberg F.M., Bearden M.M., Keen C.L.: Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health. J. Am. Diet. Assoc., 2003, 103(2), 215-223.
- Sugiyama M., Nomura K., Oku H., Dogaito H.: Fermented drink is obtained by adding sake lees, distilled spirit residue or its extract to fermentation raw material containing milk, fruit juice and/or vegetable juice, and fermenting using plant lactic acid bacteria. Japanese Patent 2006, JP2006042796.
- Świechowski Cz.: Czekoladziarstwo. Prażenie ziarna kakaowego – porównanie metod. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 1996, 4, 20-22.
- Tsuzuki W.: Effects of antioxidants on heat-induced trans fatty acid formation in triolein and trilinolein. Food Chemistry, 2011, 129, 104-109.
- Tynek M., Hazuka Z., Pawłowicz R. and Dudek M.: Changes in the frying medium during deep-frying of food rich in proteins and carbohydrates. Journal of Food Lipids, 2001, 8, 251-261
- Wallace T.C., Giusti M.: Selective removal of the violet color produced by anthocyanins in procyanidin-rich unfermented cocoa extracts. Journal of Food Science, 2011, 76, C1010-C1017.
- Yoon K.Y., Woodams E.E., Hang Y.D.: Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Bioresource Technology, 2006, 97: 1427-1430.

6. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Urodziłam się 27 sierpnia 1970r. w Szubinie. Egzamin maturalny zdałam w 1989r. w III LO im. Marii Konopnickiej we Włocławku. W latach 1990 - 1995 studiowałam na Wydziale Chemii Spożywczej i Biotechnologii (obecnie Biotechnologii i Nauk o Żywności) Politechniki Łódzkiej, gdzie wykonałam pracę magisterską nt. „*Wpływ składu i czasu konszowania na właściwości reologiczne polewy kakaowej*”. Po ukończeniu studiów podjęłam pracę w przemyśle w zakładzie PPHU „Bomilla” we Włocławku na stanowisku głównego technologa. Zakład ten, zatrudniający w tym czasie ponad 100 pracowników, specjalizował się w produkcji wyrobów cukierniczych, takich jak czekolady, praliny czekoladowe, kuwertury czekoladowe i polewy kakaowe, w tym polewy do lodów, wafle, ciastka, cukierki czekoladowe o korpusach z mas tłustych, drażetki i wyroby karmelarskie. Po 13 miesiącach pracy w PPHU „Bomilla” wygrałam konkurs na stanowisko asystenta w Zakładzie Technologii Skrobi i Cukiernictwa na Wydziale Chemii Spożywczej i Biotechnologii i podjęłam pracę w ww. Zespole prowadząc badania jako asystent. Od początku mojego zatrudnienia Zespołem kieruje prof. dr hab. inż. Ewa Nebesny. Tematyka

badawcza Zespołu obejmuje zagadnienia związane z przetwórstwem skrobi różnego pochodzenia, piekarstwem i cukiernictwem. Opracowywane są nowe technologie na potrzeby wielu sektorów przemysłu spożywczego, a także prowadzone badania w kierunku poznania mechanizmów przemian fizykochemicznych składników żywności, w których aktywnie uczestniczę. W ostatnich latach nacisk został położony na prace związane z przemianami związków bioaktywnych w procesach przetwórczych oraz poznanie interakcji pomiędzy związkami bioaktywnymi surowców roślinnych a składnikami żywności. Ścisła współpraca z kierownikiem Zespołu oraz jego członkami pozwoliła mi podjąć kilka kierunków badawczych.

Wynikiem mojej dotychczasowej aktywności zawodowej jest koncepcja, udział w koncepcji lub uczestnictwo w realizacji siedmiu głównych zagadnień badawczych, z czego dwa są aktualnie realizowane:

- bezcukrowe czekolady wzbogacone szczepami bakterii jogurtowych (pkt. 6.1.)
- związki biologicznie aktywne oraz właściwości ziarna kakaowego różnych odmian i pochodzenia geograficznego (pkt. 6.2.)
- wyroby oraz półprodukty cukiernicze i ciastkarskie o zmniejszonej zawartości związków antyżywnościowych (pkt. 6.3.)
- tłuszcze „nowej generacji” w technologii otrzymywania wyrobów cukierniczych (pkt. 6.4.)
- związki biologicznie aktywne pochodzące z ziaren kawy jako składniki suplementujące żywność (pkt. 6.5.).

Aktualnie realizowane zagadnienia badawcze:

- kompleksy β -cyklodekstryn z kwasami chlorogenowymi z ziarna kawy (pkt. 6.6.)
- biologiczna aktywność ekstraktów z ziarna kakaowego (pkt. 6.7.).

6.1. Bezcukrowe czekolady wzbogacone szczepami bakterii jogurtowych

Naturalne i mleczne czekolady wzbogacałam proszkiem jogurtowym otrzymywanym i suszonym rozpyłowo wg technologii Bieleckiej i Majkowskiej, zawierającym żywe komórki bakterii fermentacji mlekowej: *Streptococcus thermophilus* MK-10 oraz *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 151 (Bielecka i Majkowska, 2000; Bielecka i Majkowska, 1998; Bielecka et al., 1994). Jako substancję słodzącą w czekoladach bezcukrowych, przeznaczonych do konsumpcji także przez diabetyków stosowałam bardzo zbliżony profilem smaku do sacharozy izomalt. Słodkość wyrobów na poziomie zbliżonym do wyrobów z sacharozą zabezpieczała substancja intensywnie słodząca - aspartam, który nie miał wpływu na pozostałe badane właściwości czekolad. Wybór izomaltu jako substancji wypełniającej i słodzącej spowodował, że nawiązałam kontakt z firmą Curt Georgi GmbH & Co (Poland) w zakresie wykorzystania izomaltu w czekoladach. Badania te opisałam w wymienionych niżej **publikacjach 1 i 2**, nie wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego oraz w **publikacji 3** opracowanej i opublikowanej po doktoracie. Ponadto

kuwertura wzbogacona szczepami bakterii jogurtowych i sposób jej otrzymywania chroniona jest **patentem P1**. Byłam także współautorem badań prowadzonych w ramach prac badawczych Instytutu Chemicznej Technologii Żywności nad możliwością aplikacji proszku jogurtowego do drażetek nadziewanych o konsystencji miękkiej, których otoczkę stanowiły kuwertury czekoladowe z dodatkiem proszku jogurtowego otrzymanego wg. technologii Bieleckiej i Majkowskiej. Wyrób ten został zgłoszony do opatentowania – **zgłoszenie patentowe ZP1**. Zarówno patent P1, jak i ZP1, nie wchodzi w skład osiągnięcia habilitacyjnego.

Po doktoracie kontynuowałam prace badawcze realizowane w ramach pracy doktorskiej. Naturalne i mleczne czekolady, słodzone sacharozą lub izomalem i aspartamem suplementowałam probiotycznymi szczepami *Lactobacillus*, zawartymi w utrwalonym preparacie opracowanym przez zespół prof. dr hab. Zdzisławę Libudysz. W toku badań wykazałam, iż czekolady są dobrym nośnikiem probiotycznych szczepów *Lactobacillus casei* i *paracasei*. Opracowany przeze mnie sposób otrzymywania czekolad, w których zawarte są probiotyczne szczepy *Lactobacillus* pozwala uzyskać wyrób charakteryzujący się stabilną liczebnością żywych komórek tych bakterii w 12-miesięcznym okresie przechowywania wyrobów w temperaturze 18 °C oraz ich przeżywalnością na poziomie powyżej 85%. Można je zatem przechowywać w warunkach standardowych dla tego rodzaju wyrobów, nie ma konieczności stosowania warunków chłodniczych. Do otrzymywania ww. czekolad nie ma konieczności zakupu, skonstruowania, czy stosowania dodatkowych urządzeń przemysłowych. Należy jedynie przestrzegać odpowiednich zaleceń technologicznych, niezwykle istotnych z punktu widzenia uzyskania wyrobu dobrej jakości, dodatkowo cechującego się właściwościami funkcjonalnymi. Czekolada mimo, że jest produktem wysokokalorycznym, jest także artykułem żywnościowym chętnie spożywanym przez dzieci i młodzież. Wzbogacenie jej składu w żywe komórki probiotycznych szczepów *Lactobacillus* może stanowić uzupełnienie diety najmłodszych, co uważam za szczególne osiągnięcie w prowadzonych przeze mnie badań. Otrzymany przeze mnie wyrób w wersji bezcukrowej może być także konsumowany przez diabetyków. Ponadto zastosowany izomalt posiada właściwości prebiotyczne.

Wyniki badań w zakresie czekolad, w których obecne są probiotyczne szczepy *Lactobacillus* przedstawiłam w **publikacjach 4 i 5**, a wyrób i sposób jego otrzymywania chroniony jest **patentem P2**. Wyniki prac przedstawiłam również w postaci **doniesień** na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych oraz targach (**D2 - D5**).

Badania dotyczące wzbogacania czekolad i kuwertur czekoladowych proszkiem jogurtowym oraz probiotycznymi szczepami z rodzaju *Lactobacillus* prowadziłam w ramach **projektu badawczego własnego nr 3 P06T 054 24**, finansowanego przez MNiSW nt. „Fizykochemiczne, mikrobiologiczne i organoleptyczne właściwości bezcukrowych czekolad wzbogaconych żywymi bakteriami fermentacji mlekowej”, realizowanego w latach 2003 - 2005, którego byłam **autorem wniosku o finansowanie oraz głównym wykonawcą**.

-
1. Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: Effect of lecithin concentration on properties of sucrose-free chocolate masses sweetened with isomalt. *European Food Research and Technology*, 2005, 220, 131–135; IF₂₀₀₅ = 1,173 - publikacja wchodząca w skład dorobku naukowego do doktoratu
 2. Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Properties of sucrose-free chocolates enriched with viable lactic acid bacteria. *European Food Research and Technology*, 2005, 220, 358–362; IF₂₀₀₅ = 1,173 - publikacja wchodząca w skład dorobku naukowego do doktoratu
 - P1. Ewa Nebesny, Tadeusz Pierzgalski, **Dorota Żyżelewicz**, Helena Stobińska: Kuwertura oraz sposób wytwarzania kuwertury. Patent Nr 193853 opublikowany w dn. 30.03.2007r. WUP 03/07; MNiSW₂₀₀₇ = 25 pkt. – patent opracowany w toku realizacji doktoratu
 - ZP1 Ewa Nebesny, Tadeusz Pierzgalski, **Dorota Żyżelewicz**: Wyrób cukierniczy w postaci drazetek nadziewanych. Zgłoszenie patentowe nr P-379032, 2006r. MNiSW₂₀₀₆ = 3 pkt.
 3. Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: Properties of chocolates enriched with viable lactic acid bacteria. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 2006, 102 (1), 27-32; IF₂₀₀₆ = 0,414 – wyniki opracowane i opublikowane po doktoracie.
 4. Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Dark chocolates supplemented with *Lactobacillus* strains. *European Food Research and Technology*, 2007, 225 (5), 33-42; IF₂₀₀₇ = 1,159
 5. **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Effect of milk chocolate supplementation with lyophilized *Lactobacillus* cells on its attributes. *Czech Journal of Food Sciences* 2010, 28(5), 392-406; IF₂₀₁₀ = 0,413
 - P2. **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Czekolada oraz sposób wytwarzania czekolady. Patent nr P- 211903 opublikowany w dn. 31.07.2012r. WUP 07/12; MNiSW₂₀₁₂ = 25 pkt.
 - D2. Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny: Antagonistyczna aktywność *Lactobacillus casei* i *paracasei* w stosunku do mikroflory czekolad. Konferencja Naukowa. Żywnienie a Zdrowie – Interakcje, 2005, 9-10 czerwiec, Kraków
 - D3. Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Czekolady zawierające żywe kultury bakterii fermentacji mlekowej. Targi Biznesu i Innowacji INICJATYWA 2005, 16-18 czerwiec 2005, Warszawa (stoisko CZT Agro Tech)

D4. Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny: Chocolates enriched with *Lactobacillus casei* and *paracasei* bacteria. 8th Symposium on Lactic Acid Bacteria. Genetics, Metabolism and Applications. 2005. August 28 – September 1. Egmond aan Zee, The Netherlands

D5. Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny: Chocolates enriched with *Lactobacillus casei* and *paracasei* bacteria. A Scientific Conference and an Exhibition Titled: The structure and Operation of Systems on Integrated Quality Control and Food Safety in the Visegrád Countries, 2005, October 3-5, Szentez, Hungary

Wykaz cytowanej literatury

- Bielecka M., Majkowska A.: Effect of spray drying temperature of yoghurt on the survival of starter cultures, moisture content and sensoric properties of yoghurt powder. *Nahrung*, 2000, 4, 257-260.
- Bielecka M., Majkowska A.: Survival of synergistic sets of *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* cultures during spray drying of yoghurt. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 1998, 2, 267-274.
- Bielecka M., Majkowska A., Biedrzycka E.: Synergistic yoghurt cultures with antibacterial properties. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 1994, 4, 63-73.

6.2. Związki biologicznie aktywne oraz właściwości ziarna kakaowego różnych odmian i pochodzenia geograficznego

Ziarno kakaowe to cenne źródło związków biologicznie aktywnych, wśród których należy wymienić związki fenolowe, tokoferole, metyloksantyny, fitosterole czy powstające podczas obróbki termicznej melanoidyny. O zawartości fitozwiązków w ziarnie kakaowym decydują przede wszystkim uwarunkowania genetyczne. Jednakże nawet w obrębie jednego gatunku obserwowane jest duże zróżnicowanie w stężeniach tych związków, zależne od regionu uprawy kakaowców. Z ich składem i reaktywnością chemiczną związane są właściwości przeciwutleniające ziarna kakaowego. Na skutek obróbki termicznej, w wyniku degradacji związków fenolowych, właściwości antyoksydacyjne ziarna kakaowego mogą ulec obniżeniu. Z drugiej strony pojemność antyoksydacyjna ziarna może zostać zachowana lub ulec zwiększeniu dzięki formowaniu podczas prażenia melanoidyn, wpływających także na barwę, smak, aromat i teksturę ziarna. Ziarna kakaowe są konsumowane po ich przetworzeniu, pod postacią np. czekolady, proszku kakaowego, wyrobów czekoladowych i kakaowych. Z tego powodu badanie zawartości związków bioaktywnych oraz właściwości przeciwutleniających przetworzonych ziaren kakaowych jest istotne. Stan wiedzy dotyczący wpływu parametrów procesu prażenia na zawartość związków bioaktywnych, w tym melanoidyn oraz na aktywność antyoksydacyjną i przeciwrodnikową ziarna jest niewystarczający. W związku z powyższym podjęte zostały badania zmierzające do wykazania zależności pomiędzy zastosowanymi warunkami prażenia ziarna kakaowego różnych odmian botanicznych (*Forastero*, *Trinitario*, *National*, hybrydy) i pochodzenia geograficznego (Afryka, Ameryka Południowa i Środkowa, Indonezja; łącznie pochodzących z upraw z 7 różnych regionów geograficznych) na

zawartość związków bioaktywnych, w tym fitosteroli, tokoferoli i melanoidyn oraz masę molekularną barwnych produktów reakcji Maillard'a określaną metodą chromatografii żelowej (GPC) oraz ich aktywność antyoksydacyjną oznaczaną z zastosowaniem testów *in vitro*. Badania te są w toku.

Wykazano, że zawartość tłuszczu, związków bioaktywnych, takich jak tokoferole, fitosterole, melanoidyny oraz aktywność antyoksydacyjna frakcji lipidowych wyekstrahowanych z ziaren kakaowych różniły się istotnie w zależności od odmiany, regionu uprawy oraz zastosowanych warunków obróbki termicznej. Prażenie ziarna było prowadzone w powietrzu o temperaturze: 110, 120, 135 lub 150 °C oraz wilgotności względnej: 0,3; 2 lub 5%. Im temperatura procesu prażenia ziarna była wyższa tym straty tokoferoli, a zwłaszcza fitosteroli były większe, przy czym w przypadku tokoferoli prażenie w najwyższej z zastosowanych temperatur powodowało tylko niewielkie obniżenie zawartości tokoferoli w masłach kakaowych. Zwiększenie wilgotności względnej powietrza prażącego z 0,3 do 5% skutkowało zmniejszeniem strat tokoferoli i fitosteroli. Najwyższe stężenia ww. związków, charakteryzujących się korzystnym wpływem na zdrowie ludzi oraz wysoka aktywność antyoksydacyjna frakcji lipidowej została osiągnięta, gdy ziarna badanych odmian i pochodzenia geograficznego były prażone w powietrzu o temperaturze 110 °C i wilgotności względnej wynoszącej 5%.

W wyniku przeprowadzonych badań dotyczących kształtowania barwy ziaren kakaowych odmiany *Forastero* pochodzących z Wybrzeża Kości Słoniowej (Ivory Coast) w procesie prażenia z zastosowaniem różnych warunków wykazano, że największy wpływ na proces ich brązowienia wywarły temperatura i czas jej działania. Prędkość przepływu oraz wilgotność względna powietrza prażącego nie miały natomiast bezpośredniego przełożenia na szybkość reakcji brązowienia ziarna. Ponadto, niezależnie od zastosowanej prędkości przepływu powietrza prażącego i jego wilgotności względnej, jedynie prażenie w temperaturze 135 °C gwarantowało odpowiedni stopień ich zbrązowienia. Mój szczególny wkład pracy w ww. badaniach przypadł na etap dopracowania metodyki i opracowania wyników.

Badania ziarna kakaowego różnych odmian i pochodzenia geograficznego prowadziłam w ramach trzech projektów badawczych, tj. **projektu badawczego własnego nr 5 P06G 023 19**, finansowanego przez MNiSW nt. „Fizykochemiczne i mikrobiologiczne zmiany w ziarnie kakaowym prażonym metodą konwekcyjną i mikrofalową”, realizowanego w latach 2000.- 2002, **własnego nr N N312 102038**, realizowanego w latach 2010 – 2013 (opisywanego wcześniej w punkcie 5 autoreferatu), **PRELUDIUM nr UMO-2012-05-N-NZ9-01399**, finansowanego przez NCN nt. „Charakterystyka produktów reakcji Maillarda powstających w procesie prażenia ziarna kakaowego oraz ich wpływ na aktywność antyoksydacyjną”, realizowanego w latach 2013 – 2014, w którym jestem wykonawcą oraz w ramach Badań Statutowych Instytutu Chemicznej Technologii Żywności.

Dotychczasowe wyniki badań zostały omówione w **publikacjach 6 i 7** oraz zaprezentowane w postaci **doniesień na konferencjach (D6 i D7)**.

Ziarno kakaowe i produkty jego przerobu jako istotne źródło związków bioaktywnych może pełnić ważną rolę w prewencji tzw. chorób cywilizacyjnych, zwłaszcza związanych z układem sercowo-naczyniowym oraz nowotworowych. Obecnie wiadomo, że spośród składników ziarna kakaowego funkcję ochronną dla naszego organizmu pełnią przede wszystkim związki fenolowe, szczególnie flawonoidy. Zawartość związków biologicznie aktywnych, w tym polifenoli uzależniona jest jednak od odmiany botanicznej, gatunku, regionu i warunków uprawy oraz procesów przetwórczych tego ziarna. Z tego powodu został opracowany obszerny przegląd literatury w tym zakresie, który jest przedstawiony w **publikacji 8**. Artykuł ten omawia grupy związków fenolowych występujących w ziarnie kakaowym, ich budowę chemiczną, stężenia w ziarnie, właściwości fizykochemiczne, antyoksydacyjne i biologiczne oraz zmiany związków fenolowych zachodzące w czasie przerobu ziarna, tj. fermentacji, suszenia, alkalizacji i prażenia.

6. Wiesława Krysiak, Robert Adamski, **Dorota Żyżelewicz**: Factors affecting the color of roasted cocoa bean. *Journal of Food Quality*, 2013, 36, 21-31; IF₂₀₁₃ = 0,758
 7. Joanna Oracz, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: Effect of roasting conditions on the fat, tocopherol and phytosterol content and antioxidant capacity of the lipid fraction from cocoa beans of different *Theobroma cacao* L. cultivars. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2014, 116, 1002-1014; IF* = 2,314
 8. Joanna Oracz, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny: The content of polyphenolic compounds in cocoa beans (*Theobroma cacao* L.), depending on variety, growing region and processing operations: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2014 online first on: http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2012.686934#.U3zt2vI_srk; IF* = 6,261
- D6. **Dorota Żyżelewicz**, Grażyna Budryn, Ewa Nebesny, Wiesława Krysiak, Joanna Oracz: Tocopherols in the process of cocoa bean roasting using various process parameters. Second International Congress on Cocoa Coffee and Tea, Italy, Naples 9-11 October 2013
- D7. Joanna Oracz, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: Analysis of the high molecular weight melanoidins isolated from cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). III Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa „Plant - the source of research material”, 16-18 października 2013, Lublin

*) IF za 2014 rok dla ww. czasopism nie został obliczony, w związku z tym podany jest 5-letni IF

6.3. Wyroby oraz półprodukty cukiernicze i ciastkarskie o zmniejszonej zawartości związków antyżywniowych

W latach 2009 – 2012 prowadziłam prace badawcze w ramach **grantu rozwojowego nr N R12 0068 06** pt „Opracowanie technologii otrzymywania wyrobów i półproduktów cukierniczych i ciastkarskich o zmniejszonej zawartości związków antyżywniowych”, który był finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Byłam w nim **współautorem wniosku i głównym wykonawcą**. Celem badań było opracowanie sposobu otrzymywania wyrobów cukierniczych takich jak ciastka kruche i drobne wyroby smażone typu pączki, które będą charakteryzowały się obniżoną zawartością izomerów *trans* kwasów tłuszczowych i akrylamidu. Materiał porównawczy stanowiły wyroby i półprodukty cukiernicze i piekarskie otrzymane wg tradycyjnej receptury i technologii. Cel ten został osiągnięty poprzez dobór odpowiednich surowców, takich jak mąka, tłuszcz (o obniżonej zawartości kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*), środków spulchniających oraz parametrów technologicznych, takich jak np. temperatura wypieku, wilgotność względna powietrza w komorze pieca, metoda i warunki fermentacji ciasta. Oprócz rozwiązań technologicznych oraz zastosowania określonych surowców ograniczenie formowania akrylamidu w otrzymywanych wyrobach cukierniczych było możliwe poprzez wprowadzenie do składu recepturalnego wyrobów, preparatów o właściwościach antyoksydacyjnych, w tym utrwalonych na drodze liofilizacji wodnych ekstraktów z zielonej herbaty, zielonej kawy, rozmarynu i ciecierzycy. Ekstrakty te aplikowane były także do medium smaźalniczego, w którym smażono pączki. Wykazano, że suplementacja otrzymanych wyrobów cukierniczych oraz medium smaźalniczego ekstraktami roślinnymi o właściwościach antyoksydacyjnych, poza ekstraktem z rozmarynu wpłynęła na obniżenie (o 7 - 15%) w nich stężenia akrylamidu w porównaniu do wyrobów bez dodatku ww. preparatów.

Moim szczególnym osiągnięciem było opracowanie sposobu otrzymywania drobnych wyrobów smażonych typu pączki, suplementowanych utrwalonym na drodze suszenia sublimacyjnego wodnym ekstraktem z zielonej herbaty. Wyroby smażone były w temperaturze 180 °C przez 90 sekund z każdej strony. Wykazałam, że ekstrakt z zielonej herbaty pozwalał na ograniczenie formowania akrylamidu w pączkach oraz na zwiększenie ich aktywności antyoksydacyjnej. Najniższe stężenia akrylamidu w wyrobach z dodatkiem utrwalonego wodnego ekstraktu z zielonej herbaty występowały przy poziomie suplementacji 0,25 i 0,50%. Wówczas w porównaniu do próby kontrolnej stężenie akrylamidu zostało obniżone odpowiednio o ok. 15 i 10%. Dodatek liofilizowanego wodnego ekstraktu z zielonej herbaty w ilości 1% (m/m) powodował natomiast wzrost zawartości akrylamidu w pączkach o 120%.

W ramach projektu prowadzone były analogiczne badania dotyczące suplementacji pączków preparatami otrzymanymi z zielonej kawy lub rozmarynu. Badania

dotyczące suplementacji ww. wyrobów ekstraktem z zielonej kawy prowadziła dr hab. inż. Grażyna Budryn, a ich wyniki wraz z uzyskanymi przez mnie wynikami dotyczącymi suplementacji pączków ekstraktem z zielonej herbaty są przedstawione we wspólnej **publikacji 9**. Natomiast dodatek liofilizowanego wodnego ekstraktu rozmarynu, który uznawany jest za potencjalne źródło o właściwościach antyoksydacyjnych, nie pozwalał na obniżenie zawartości akrylamidu w pączkach w porównaniu do wyrobu kontrolnego.

W ramach tego samego projektu rozwojowego prowadzone były również prace, w których wykazano, że proces prażenia ziaren stosowanych między innymi jako surowce cukiernicze (kawa) można modelować w kierunku obniżenia stężenia związków antyżywnościowych, takich jak akrylamid czy izomery *trans* kwasów tłuszczowych.

Studium literaturowe dotyczące powstawania akrylamidu w żywności, jego właściwości fizykochemicznych i biologicznych przedstawiłam w **publikacji 10**. Natomiast wyniki badań objętych **projektem rozwojowym** (N R12 0068 06), dotyczącym związków antyżywnościowych, w tym akrylamidu, w wyrobach i półproduktach cukierniczych zostały przedstawione w postaci **publikacji 9 i 11** oraz **doniesienia na konferencji - D8**.

9. Grażyna Budryn, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Joanna Oracz, Wiesława Krysiak: Influence of addition of green tea and green coffee extracts on the properties of fine yeast pastry fried products. Food Research International, 2013, 50, 149–160; IF₂₀₁₃ = 3,005
 10. **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Joanna Oracz: Akrylamid – powstawanie, właściwości fizykochemiczne i biologiczne. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2010, 3, 415-427; MNiSW₂₀₁₀ = 6 pkt.
 11. Grażyna Budryn, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**, Joanna Oracz, Karolina Miśkiewicz, Justyna Rosicka-Kaczmarek: Influence of roasting conditions on fatty acids and oxidative changes of Robusta coffee oil. European Journal of Lipid Science and Technology, 2012, 114, 1052–1061; IF₂₀₁₂ = 2,266
- D8. Karolina Miśkiewicz, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: Rozmaryn jako potencjalne źródło związków o właściwościach przeciwutleniających. III Krajowa Konferencja pt. „Naturalne substancje roślinne aspekty strukturalne i aplikacyjne”, Puławy 4-6 września 2013, Mat. Konferencyjne s. 245

6.4. Tłuszcze „nowej generacji” w technologii otrzymywania wyrobów cukierniczych

Tłuszcze, ich zastosowanie i obróbka w produkcji żywności są przedmiotem zainteresowania wielu środowisk, naukowych, medycznych, organizacji i ruchów konsumenckich. W procesach otrzymywania i przetwórstwa surowców tłuszczowych oraz w czasie produkcji i obróbki żywności, w skład której wchodzi tłuszcz mogą powstawać

niepożądane izomery *trans* kwasów tłuszczowych. Uważa się, że szkodzą one bardziej zdrowiu niż spożywanie tłuszczów zbudowanych z nasyconych kwasów tłuszczowych, takich jak na przykład smalec (AarhusKarlshamn Poland, 2008). Kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans* charakteryzują się niską wartością żywieniową, tracą swoją aktywność biologiczną i w diecie stają się wyłącznie źródłem energii (Ciborowska, 2005).

Jednakże tłuszcze zawierające izomery *trans* kwasów tłuszczowych są szeroko wykorzystywane w przemyśle spożywczym. Ich dobra charakterystyka technologiczna pozwala na łatwe uzyskiwanie niektórych produktów, bez wprowadzania skomplikowanych zabiegów dodatkowych. Ponadto są tanie, a wyroby otrzymane z ich udziałem są atrakcyjne organoleptycznie i chętnie konsumowane.

Tłuszcze stanowią istotny składnik wyrobów piekarskich i cukierniczych. Ich zawartość może dochodzić nawet do 50%. Stosuje się szeroki asortyment tłuszczów: piekarskie, ciastkarskie, cukiernicze, margaryny, oleje i tłuszcze zwierzęce. Na ich jakość wpływają trzy właściwości: stabilność oksydacyjna, funkcjonalność i wartość odżywcza. Wyroby cukiernicze są cennym źródłem tłuszczu w diecie, ale jednocześnie obok produktów typu „fast food” są głównym źródłem kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* w żywności.

Najkorzystniej byłoby wyeliminować lub w znacznym stopniu ograniczyć spożycie kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* (Baylin et al., 2006). Tłuszcze o obniżonej zawartości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych nie zachowują się jednak w procesie technologicznym otrzymywania produktów spożywczych w sposób analogiczny do swoich poprzedników, „pierwowzorów”.

Otrzymałam naturalne i mleczne polewy kakaowe z udziałem tłuszczów o obniżonej zawartości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych do poziomu poniżej 1%, zwanych często tłuszczami beztransowymi. Technologię tę opracowałam w ramach współpracy z Zakładem Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” Zakład Pracy Chronionej Ireneusz Wielimborek z Sierpca. W polewach o całkowitej zawartości tłuszczu w zakresie od 30 do 40% (m/m) analizowałam jakościowe parametry fizykochemiczne charakterystyczne dla tego typu wyrobów, parametry termiczne (z wykorzystaniem techniki różnicowej kalorymetrii skaningowej – DSC) oraz reologiczne. Analizy wykonałam bezpośrednio po otrzymaniu wyrobów oraz po 3, 6 i 9 miesiącach przechowywania w temperaturze 18 °C. Wykazałam, iż jakość otrzymanych polew była odpowiednia do założonych efektów. Wyniki zostały przekazane w postaci umowy „know-how” i wdrożone w Zakładzie Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” (publikacja U1).

Jestem także współautorem technologii otrzymywania nadzień do pralin, charakteryzujących się polepszonymi właściwościami zdrowotnymi. W wyniku przeprowadzonych badań w opracowanym wyrobie skorupkę stanowiła naturalna kuwertura czekoladowa lub polewa kakaowa, którą otrzymałam na bazie tłuszczów o obniżonej zawartości kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*. Nadzienie również było otrzymane

z udziałem tłuszczów „nowej generacji”, lecz odznaczających się innym niż w przypadku tłuszczów do polew składem kwasów tłuszczowych w triacyloglicerolach, a co za tym idzie odmienną charakterystyką technologiczną. Otrzymane nadzienie miało konsystencję półpłynną. Po nagryzieniu praliny lekko wysuwało się ono ze skorupki w postaci małej „leżki”, nie wyciekając z niej. Konsystencja ta utrzymywała się w wyrobie praktycznie w pełnym okresie przydatności do spożycia. Nadzienie nie rozwarstwiało się, nie wyciekało ze skorupki w czasie przechowywania, a jedynie pod koniec tego okresu było lekko podsuszone, ale nie suche i nie scukrzzone. Wymiernym efektem ww. badań było podpisanie umowy „know-how” i wdrożenie opracowanej technologii otrzymywania nadzień z udziałem tłuszczów o obniżonej zawartości kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* w Zakładzie Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” Zakład Pracy Chronionej Ireneusz Wielimborek w Sierpcu (**publikacja U2**).

W ramach współpracy z Zakładem Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” opracowany został także sposób otrzymywania kremów do zapiekania (w pieczywie cukierniczym) z zastosowaniem tłuszczów o obniżonej zawartości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych. W rezultacie uzyskane zostały nadzienia, które w czasie wypieku nie wsiąkały w ciasto i zachowały swoją półpłynną konsystencję. Nadzienia te nie wyciekały i nie wysychały w czasie przechowywania wyrobu gotowego w temperaturze 18 °C. Wyniki badań zostały przedstawione w postaci **doniesienia D9**.

Tłuszcze nowej generacji o zredukowanym stężeniu izomerów *trans* kwasów tłuszczowych stosowałam również do otrzymywania półproduktów i wyrobów cukierniczych o zmniejszonej zawartości związków antyżywnościowych. Zadanie to było realizowane w ramach wcześniej wymienianego projektu rozwojowego **N R12 0068 06**, którego zakres prac został opisany w punkcie 6.3.

Tłuszcze cukiernicze „nowej generacji”, o zmniejszonej zawartości kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*, wchodziły także w skład wyrobów cukierniczych suplementowanych probiotycznymi szczepami *Lactobacillus*. Wyroby te oraz sposoby ich otrzymywania są chronione **patentami P3 – P6**. Część wyników prac badawczych nad tymi wyrobami (finansowanie - **projekt rozwojowy nr R12 018 01**, opisany w punkcie 5.2) zostało także zaprezentowane w postaci **doniesienia D10**.

- U1. **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Wiesława Krysiak (2008): Otrzymywanie polew tłuszczowych o niskiej zawartości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych. Wdrożenie/licencja w Zakładzie Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” Zakład Pracy Chronionej Ireneusz Wielimborek, ul. Przemysłowa 6A, 09-200 Sierpc; MNiSW₂₀₀₈ = 2 pkt.
- U2. Wiesława Krysiak, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny (2008): Otrzymywanie nadzień cukierniczych o właściwościach zdrowotnych. Wdrożenie/licencja w Zakładzie Produkcji

Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” Zakład Pracy Chronionej Ireneusz Wielimborek, ul. Przemysłowa 6A, 09-200 Sierpc; MNiSW₂₀₀₈ = 2 pkt.

D9. Wiesława Krysiak, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny: Wpływ składu surowcowego na właściwości fizykochemiczne kremów do zapiekania. XLI Sesja Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk pt. „Innowacyjność w nauce o żywności i żywieniu”, Kraków 2-3 lipca 2013r., Mat. Konf. s. 116

D10 Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz, Wiesława Krysiak, Grażyna Budryn, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny: The confectionery products supplementary of lactic acid bacteria. XI Anniversary Scientific Conference, 27-29.05.2009, Sofia, Bulgaria, Mat. Konf. s. 181 BT p 37

P3. Grażyna Budryn, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Wiesława Krysiak, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Wyrób cukierniczy w postaci korpusów cukrowo-tłuszczowych. Patent nr PL-214424 opublikowany w dn. 31.07.2013r. WUP 07/13; MNiSW₂₀₁₃ = 25 pkt.

P4. Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**, Wiesława Krysiak, Grażyna Budryn, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Rodzynki w czekoladzie. Patent nr PL-214425 opublikowany w dn. 31.07.2013r. WUP 07/13; MNiSW₂₀₁₃ = 25 pkt.

P5. Wiesława Krysiak, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Sposób wytwarzania pralin z nadzieniem cukrowo-tłuszczowym, o polepszonych właściwościach zdrowotnych. Patent nr PL-216331 opublikowany w dn. 31.03.2014r. WUP 03/14; MNiSW₂₀₁₄ = 25 pkt.

P6. **Dorota Żyżelewicz**, Justyna Rosicka-Kaczmarek, Ewa Nebesny, Grażyna Budryn, Wiesława Krysiak, Ilona Motyl, Zdzisława Libudzisz: Wafłowy wyrób cukierniczy w postaci wafli przekładanych masą, o cechach funkcjonalnych. Patent nr PL-216950 z dn. 30.05.2014r. WUP 05/14; MNiSW₂₀₁₄ = 25 pkt.

Wykaz cytowanej literatury:

AarhusKarlshamn Poland: Tłuszcze beztransowe dla piekarnictwa i cukiernictwa. Cukiernictwo i Piekarstwo, 2008, 4, 52 - 53.

Baylin A., Campos H., Colón – Ramos U.: The relation between trans fatty acid levels and increased risk of myocardial infarction does not hold at lower levels of trans fatty acids in the Costa Rican food supply. The Journal of Nutrition, 2006, 11, 2887 - 2892.

Ciborowska H.: Zastosowanie tłuszczów roślinnych w żywieniu człowieka. Materiały Konferencyjne seminarium: Produkty Tłuszczowe Profilaktyka Chorób XXI wieku. Łódź, 17.11.2005.

6.5. Związki biologicznie aktywne pochodzące z ziaren kawy jako składniki suplementujące żywność

W ramach badań objętych **dwoma projektami** finansowanymi przez MNiSW: „Ekstrakty ziarna kawowego jako inhibitory procesów oksydacyjnych w żywności” (nr 2 P06T 060 29 - w latach 2005-2008) i „Jakość i trwałość żywności o potencjale prozdrowotnym wzbogaconej ekstraktem surowego ziarna kawowego” (nr N N312 300137 - w latach 2009-2012), w których pełniłam rolę wykonawcy, wykonywałam część prac polegających na prażeniu, ekstrakcji ziarna kawowego i analizie otrzymanych ekstraktów. Ekstrakty te były z sukcesem aplikowane do żywności jako składniki bioaktywne oraz stanowiły komponent układów modelowych poddawanych procesowi ogrzewania z zastosowaniem różnych parametrów. Wyniki badań są chronione **patentem P7** oraz zostały opisane w **publikacjach 12 - 14**.

P7. Grażyna Budryn, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: Preparat o właściwościach przeciwutleniających, sposób otrzymywania tego preparatu oraz jego zastosowanie. Patent nr PL-217050 opublikowany w dn. 30.06.2014r. WUP 06/14; MNiSW₂₀₁₄ = 25 pkt.

12. Grażyna Budryn, Ewa Nebesny, Anna Podsędek, **Dorota Żyżelewicz**, Małgorzata Materska, Stefan Jankowski, Bogdan Janda: Effect of different extraction methods on the recovery of chlorogenic acids, caffeine and Maillard reaction products in coffee beans. European Food Research and Technology, 2009, 228 (6), 913-922; IF₂₀₀₉ = 1,370

13. Grażyna Budryn, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**: Oxidative stability of lard and sunflower oil supplemented with coffee extracts under storage conditions. Grasas y Aceites, 2011, 62 (2), 155-161; IF₂₀₁₁ = 1,138

14. Grażyna Budryn, Ewa Nebesny, **Dorota Żyżelewicz**, Joanna Oracz: Properties of model systems of sunflower oil and green coffee extract after heat treatment and storage. LWT – Food Science and Technology, LWT - Food Science and Technology, 2014, 59, 467-478; IF* = 3,107

*) IF za 2014 rok dla ww. czasopism nie został obliczony, w związku z tym podany jest 5-letni IF

6.6. Kompleksy β -cyklodekstryn z kwasami chlorogenowymi z ziarna kawy

Obecnie jestem jednym z wykonawców badań objętych projektem **OPUS nr UMO-2011/03/B/NZ9/00745** pt.: „Interakcje białka oraz hydrolizatów białkowych z kwasami hydroksycynamonowymi o właściwościach przeciwutleniających w badaniach modelowych i prozdrowotnych produktach żywnościowych”, finansowanym przez NCN i realizowanym w latach 2012 - 2015. Jednym z elementów projektu jest otrzymanie

inkluzyjnych kompleksów β -cyklodekstryn z kwasami chlorogenowymi z ziarna zielonej kawy, które mogą być zastosowane jako dodatek funkcjonalny do żywności. Moim szczególnym osiągnięciem w ww. badaniach było współautorstwo w opracowaniu metodyki preparatywnego rozdziału składników ekstraktów kawowych metodą chromatografii podziałowej przeciwprądowej (CPC – ang. Centrifugal Partition Chromatography), a dotychczasowe rezultaty zostały zaprezentowane w postaci doniesienia na międzynarodowej konferencji naukowej Second International Congress on Cocoa, Coffee and Tea w Neapolu we Włoszech w październiku 2013r. (**doniesienie D11**) oraz opisane w **publikacji 15**.

D11. Grażyna Budryn, **Dorota Żyżelewicz**, Ewa Nebesny, Danuta Rachwał-Rosiak, Bartłomiej Pałecz: Beta-cyclodextrin complexes with chlorogenic acids from green coffee extract. Second International Congress on Cocoa Coffee and Tea, Italy, Naples 9-11 October 2013

15. Grażyna Budryn, Ewa Nebesny, Bartłomiej Pałecz, Danuta Rachwał-Rosiak, Paweł Hodurek, Karolina Miśkiewicz, Joanna Oracz, **Dorota Żyżelewicz**:. Inclusion complexes of β -cyclodextrin with chlorogenic acids (CHAs) from crude and purified aqueous extracts of green Robusta coffee beans (*Coffea canephora* L.). Food Research International, 2014, 61, 202-213; IF* = 3,378

*) IF za 2014 rok dla ww. czasopism nie został obliczony, w związku z tym podany jest 5-letni IF

6.7. Biologiczna aktywność ekstraktów z ziarna kakaowego

Ziarno kakaowe to bogate źródło związków fenolowych. Większość z nich, ze względu na specyfikę swojej budowy i obecność grup hydroksylowych wykazuje dużą aktywność biologiczną w warunkach *in vitro*, tj. aktywność przeciwutleniającą i przeciwwolnorodnikową. Właściwości antyoksydacyjne flawanoli uwarunkowane są ich biodostępnością, która zależy w dużym stopniu od masy cząsteczkowej tych związków. Monomery flawan-3-oli, głównie (–)-epikatechina, (+)-katechina, (+)-gallokatechina, (–)-epigallokatechina i galusan epigallokatechiny oraz oligomery procyanidyn (od dimerów do dekamerów) uważane są za główną grupę związków wpływającą na aktywność antyoksydacyjną ziarna kakaowego. Aktywność antyoksydacyjna procyanidyn zależy od ich stopnia polimeryzacji. Natomiast wpływ innych związków fenolowych takich jak kwercetyna, glikozydy kwercetyny, a także antocyjanów jest znacznie mniejszy. Procesy technologiczne przerobu ziarna kakaowego powodują ubytek tych cennych z punktu widzenia żywieniowego, lecz cierpkich i gorzkich w smaku związków. Należą do nich prażenie, rozdrabnianie, tłoczenie tłuszczu, alkalizowanie proszku kakaowego, a nawet konszowanie. Jednocześnie w czasie procesów termicznych w trakcie przerobu ziarna kakaowego w wyniku reakcji Maillard'a tworzą się melanoidyny, charakteryzujące się właściwościami przeciwutleniającymi i przeciwwolnorodnikowymi.

Aktualnie prowadzę badania nad aktywnością biologiczną liofilizowanych ekstraktów (wodnych) z ziaren kakaowych. Aktywność ta jest przede wszystkim związana z obecnością związków fenolowych. W tym celu otrzymałam liofilizowane wodne ekstrakty z ziaren kakaowych zarówno surowych jak i częściowo uprażonych oraz uprażonych do zawartości wody wynoszącej 2% z zastosowaniem różnych metod ekstrakcyjnych, w tym z wykorzystaniem fal o wysokiej częstotliwości. Określony w nich został skład jakościowo-ilościowy związków fenolowych z użyciem technik chromatograficznych sprzężonych ze spektrometrią mas (UHPLC+ Ultimate 3000 z detektorem diodowym - DAD firmy Dionex połączony z hybrydowym spektrofotometrem mas UHR-Qq-TOF firmy Bruker) oraz ich aktywność antyoksydacyjna i przeciwrodnikowa z użyciem testów *in vitro*.

Otrzymane ekstrakty są obecnie poddawane rozdzielaniu z użyciem odśrodkowej chromatografii podziałowej (CPC), a otrzymane frakcje związków są analizowane pod kątem składu jakościowo-ilościowego związków fenolowych. Określana jest także aktywność antyoksydacyjna i przeciwrodnikowa każdej z tych frakcji.

W kolejnym etapie przeprowadzone będą badania na liniach komórkowych oraz na zwierzętach mające na celu ocenę aktywności biologicznej otrzymanych ekstraktów. Będą one zbadane pod względem biodostępności, wpływu na całkowity potencjał oksydoredukcyjny (potencjał antyoksydacyjny frakcji wodnej (ACW) i frakcji lipidowej (ACL) osocza krwi, zawartość substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBARS) w nerkach, wątrobie i sercu, koncentracja glutationu całkowitego i utlenionego w tkance wątroby), stanu jelita cienkiego i ślepego (masa jelita, stopień uwodnienia treści, aktywność disacharydaz śluzówkowych, masa ściany jelita ślepego, ilość treści pokarmowej, zawartość suchej masy w treści pokarmowej, pH treści, aktywność enzymów bakterii jelitowych: α - i β - galaktozydazy, α - i β - glukozydazy, β - glukuronidazy (aktywność całkowita oraz zewnątrzkomórkowa), koncentracja i pula krótko-łańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA), w tym „gnilnych” SCFA, stężenie amoniaku w treści jelit.), przyrostu masy ciała (masa ciała, dobowe spożycie paszy, zawartość tłuszczowej i beztłuszczowej masy ciała po 4 tygodniach żywienia dietami zawierającymi preparaty polifenolowe), hamowania powstawania markerów promiażdżycowych (cholesterol całkowity, HDL-cholesterol, profil nerkowy (mocznik, kwas moczowy, kreatynina), profilu wątrobowego (AST, ALT)) oraz przyswajalności składników pokarmowych (glukoza, triacyloglicerole).

Powyższe badania są prowadzone w ramach **projektu infrastrukturalnego nr POIG.02.01.00-10-171/09** pt. „Modernizacja i rozwój infrastruktury B+R w obszarze żywności prozdrowotnej, tradycyjnej”, realizowanego w **ramach POIG** w latach 2012 – 2015. Projekt ten ma wydzielone zadania badawcze. Jego celem jest rozwój ośrodka naukowego o wysokim potencjale badawczym. Obejmuje on kompleksową modernizację laboratorium wraz z finansowaniem badań służących wzmocnieniu współpracy ośrodka B+R z przemysłem. Pełnię w nim funkcję **kierownika**.

Badania oceniające aktywność biologiczną otrzymanych przeze mnie ekstraktów z ziaren kakaowych prowadzę we współpracy z Wydziałowym Laboratorium Badań na Liniach Komórkowych, którego kierownikiem jest prof. dr hab. Maria Koziółkiewicz oraz w zakresie badań na zwierzętach z Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie (podpisana umowa dostępna w Biurze Instytutu Chemicznej Technologii Żywności).

7. Podsumowanie pracy naukowo-badawczej

W ramach pracy doktorskiej, a zwłaszcza po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych nieustannie doskonaliłam swój warsztat technologiczny i analityczny (techniki chromatograficzne, kalorymetryczne, spektroskopowe i teksturalne). Koncepcja prowadzonych przez mnie badań była moja lub formułowana była z moim wiodącym udziałem. Badania realizowałam samodzielnie lub we współpracy ze specjalistami w dziedzinie mikrobiologii, biochemii czy chemii radiacyjnej. Prowadzenie dotychczasowych badań pozwoliło mi poznać między innymi wpływ stosowanych parametrów technologicznych w czasie prażenia ziarna kakaowego na zawartość związków biologicznie aktywnych zarówno korzystnie oddziałujących na zdrowie ludzi jak i wykazujących właściwości antyżywniowe.

W ramach mojego głównego osiągnięcia badawczego określiłam wpływ zastosowanych parametrów procesu prażenia na zawartość tokoferoli, kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*, akrylamidu i akroleiny oraz barwę ziarna kakaowego. Wykazałam, że mniejsze straty tokoferoli w maśle kakaowym występowały w wyniku prażenia ziarna kakaowego w formie śruty niż nierozdrobnionego ziarna. Najmniejsze, ok. 17%-owe ubytki tych cennych związków w maśle kakaowym śruty uzyskałam w wyniku prażenia jej w powietrzu o temperaturze 135 °C, prędkości przepływu 1 m/s i wilgotności względnej 5% w czasie 10 minut. Gdy ziarno prażyłam w postaci nierozdrobnionej, najmniejsze, tj. ok. 23%-owe straty tokoferoli występowały w maśle kakaowym z ziarna prażonego w powietrzu o temperaturze 150 °C, prędkości przepływu 1 m/s i wilgotności względnej 0,3% w czasie 25 minut.

Wykazałam ponadto, że ziarno kakaowe nie jest istotnym źródłem niekorzystnych żywniowo izomerów *trans* kwasów tłuszczowych. Ich udział we frakcji lipidowej prażonego ziarna stanowił co najwyżej do ok. 0,3% i to jedynie w ziarnie poddanym obróbce termicznej z zastosowaniem kilku wariantów prażenia, wymienionych w punkcie 5.1. Formowały się takie kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans* jak C16:1*t* – *trans*-palmitooleinowy i C18:1 9*t* – *trans*-oleinowy.

Prowadzone przeze mnie badania dążyły do ograniczenia zawartości w prażonym ziarnie kakaowym niekorzystnych dla zdrowia związków, takich jak akrylamid i akroleina. Wykazałam, że mniejsze ilości akrylamidu formowały się w prażonej śrucie kakaowej niż w prażonym nierozdrobnionym ziarnie. Określona została zależność pomiędzy średnicą cząstek śruty a zawartością w niej akrylamidu. Im średnica prażonych cząstek śruty była mniejsza, tym mniej formowało się w niej akrylamidu. Najniższe stężenie tego związku (ok. 21 µg/kg śruty)

uzyskano w śrucie prażonej w powietrzu o temperaturze 135 °C, wilgotności względnej 0,3% i prędkości przepływu 1 m/s.

Wykazałam, że prażone ziarno kakaowe nie jest istotnym źródłem akroleiny. Jednakże w przypadku śruty kakaowej prażenie z zastosowaniem powietrza o podwyższonej wilgotności względnej do 5% powodowało formowanie się większych ilości tego związku niż w czasie prażenia w powietrzu o wilgotności względnej 0,3%. W ziarnie prażonym w postaci nierozdrobnionej takiej zależności nie zaobserwowałam. Wykazałam natomiast, że prażenie całych ziaren w powietrzu o temperaturze 135 °C i wilgotności względnej 5% przy zmianie prędkości przepływu powietrza prażącego z 1 na 0,5 lub z 0,5 na 1 m/s było korzystne, ponieważ formowało się wówczas mniej akroleiny.

Wykazałam także, że prażenie nierozdrobnionego ziarna kakaowego w powietrzu o wilgotności względnej 0,3% w porównaniu do prażenia w powietrzu o podwyższonej wilgotności względnej do 5%, niezależnie od zastosowanej temperatury i prędkości przepływu powietrza prażącego, sprzyjało powstawaniu melanoidyn, związków korzystnie wpływających na barwę, smak, aromat i teksturę ziarna kakaowego.

Szczególnym charakterem aplikacyjnym cechują się prace związane z suplementacją produktów cukierniczych probiotycznymi szczepami *Lactobacillus*. Otrzymane wyroby zachowały właściwości funkcjonalne w całym okresie ich przechowywania w temperaturze pokojowej. Charakteryzowały się także dobrymi, nieodbiegającymi od wyrobów kontrolnych cechami sensorycznymi. Prace nad wdrożeniem tego typu produktów do produkcji na szerszą skalę trwają. W tym zakresie współpracuję z Centrum Transferu Technologii Politechniki Łódzkiej.

Badania prowadzone w zakresie projektowania wyrobów cukierniczych z udziałem tłuszczów „nowej generacji” zaowocowały opracowaniem wielu innowacyjnych wyrobów i sposobów ich otrzymywania. Dwa spośród tych produktów: polewa tłuszczowa i praliny o niskiej zawartości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych zostały wdrożone w Zakładzie Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” Zakład Pracy Chronionej Ireneusz Wielimborek w Sierpcu.

Aktualnie prowadzone badania mają na celu poznanie właściwości biologicznych izolatów z ziaren kakaowych.

Prowadzone przeze mnie badania były wykonywane w ramach projektów badawczych własnych, rozwojowych, OPUS, infrastrukturalnych i PRELUDIUM. Jestem także współautorką wniosków w zrealizowanych kilku projektach inwestycyjnych aparaturowych i budowlanych.

Mój dotychczasowy dorobek publikacyjny obejmuje:

- 19 oryginalnych prac w recenzowanych czasopismach, w tym 16 w zagranicznych z listy JCR
- 4 prace przeglądowe w recenzowanych czasopismach, w tym 2 w zagranicznych z listy JCR

- 2 rozdziały w monografiach o zasięgu światowym
- 8 patentów i 1 zgłoszenie patentowe
- 1 wygłoszony referat (po doktoracie) i 22 doniesienia na konferencjach (11 po doktoracie), w tym 6 na konferencjach międzynarodowych (po doktoracie)
- udział w 6 grantach badawczych, w tym:
 - trzech grantach własnych, w tym jednym z funkcją kierownika projektu
 - jednym grantem PRELUDIUM
 - dwóch grantach rozwojowych z funkcją głównego wykonawcy, w których byłam autorem wniosku o finansowanie
- udział w jednym grantie inwestycyjno-badawczym z funduszy strukturalnych z funkcją kierownika
- udział w trzech grantach inwestycyjnych
- udział w trzech projektach o charakterze dydaktycznym
- 20 artykułów popularnonaukowych (11 po doktoracie)
- **sumaryczny Impact Factor prac wg danych z JRC z roku opublikowania pracy – 39,809**
- **liczba cytowań na podstawie Scopus - 82 (z pominięciem autocytowań – 73)**
- **liczba cytowań na podstawie Web of Science - 71 (z pominięciem autocytowań – 61)**
- Index Hirscha wg Web of Science i Scopus - 5
- suma punktów wg listy MNiSW - 752

Zestawienie liczbowe oryginalnych prac twórczych

lp.	Nazwa czasopisma	Liczba publik.	IF ^{a)}	Punkty wg MNiSW ^{b)}	Numer publikacji
Przed doktoratem					
1.	European Food Research and Technology (2005)	2	1,173	2x20	1, 2
2.	Patenty (2007)	1	-	25	P1
3.	Żywność Technologia Jakość (1998)	1	-	4	wymienione w załączniku 4
4.	Zeszyty Naukowe PŁ (2000, 2002 – 2 szt.)	3	-	3x1	wymienione w załączniku 4
5.	Doniesienia zgłoszone na konferencjach krajowych	11	-	-	wymienione w załączniku 4
6.	Artykuły popularnonaukowe	9	-	-	wymienione w załączniku 4
Razem przed doktoratem:			2,346	72	
Po doktoracie					
1.	Food Research International (2014)	3	3,378*	4x40	H1, H2, 15
	(2013)	1	3,005		9
2.	European Food Research and Technology (2014)	1	1,863*	30	H4
	(2009)	1	1,370	24	12

		(2007)	1	1,159	24	4
3.	Talanta	(2011)	1	3,794	32	H3
4.	Czech Journal of Food Science	(2010)	1	0,413	15	5
5.	Critical Reviews of Food Science and Nutrition on line, IF ^{5-letni}		1	6,261	50	8
6.	Deutsche Lebensmittel – Rundschau	(2006)	1	0,414	15	3
7.	European Journal of Lipid Science and Technology	(2014) (2012)	2	2,314* 1,733	2x25	7 11
8.	LWT – Food Science and Technology	(2014)	1	3,107*	40	14
9.	Grasas y Aceites	(2011)	1	1,138	20	13
10.	Bromatologia i Chemia Toksykologiczna	(2010)	1	-	6	10
11.	Journal of Food Quality	(2013)	1	0,758	20	6
12.	Rozdziały w monografii o zasięgu międzynarodowym	(2012) (2011)	2	-	5 7	H6 H5
13.	Patenty	(2014) (2013) (2012)	7	-	7x25	H7, P5, P6,P7 P3, P4 P2
14.	Zgłoszenia patentowe	(2006)	1	-	3	ZP1
15.	Wdrożenia/licencje	(2008)	2		2x2	U1, U2
16.	Referaty wygłoszone na konferencjach krajowych	(2005)	1	-	-	wymienione w załączniku 4
17.	Doniesienia zgłoszone na konferencjach międzynarodowych	(2013) (2009) (2005)	6	-	-	D6, D11, D7 D10 D4, D5
18.	Doniesienia zgłoszone na konferencjach krajowych	(2013) (2005)	5	-	-	D1, D8, D9 D2, D3
19.	Artykuły popularnonaukowe		11	-	-	wymienione w załączniku 4
Razem po doktoracie:				37,463	680	
Razem:				39,809	752	

a) IF z ISI JCR w roku ukazania się pracy lub aktualny, jeśli praca jest w druku

b) wg Ujednoliconego wykazu czasopism punktowanych z roku ukazania się pracy lub aktualny, jeśli praca jest w druku

*) IF za 2014 rok dla ww. czasopism nie został obliczony, w związku z tym podany jest 5-letni IF

Mój dorobek naukowy charakteryzują podane poniżej parametry:

sumaryczna wartość współczynnika IF* czasopism, w których opublikowane zostały publikacje z moim udziałem: 39,809,

liczba punktów MNiSW: 752,

index H=5.

Po wyłączeniu 7 prac stanowiących szczególne osiągnięcie naukowe (IF*=12,413, 179 pkt. MNiSW), wartość mojego pozostałego dorobku naukowego osiąga IF*=27,396 i 573 pkt. MNiSW, z czego dla prac opublikowanych po doktoracie IF*=25,05, liczba punktów MNiSW – 501.

8. Inne osiągnięcia związane z aktywnością dydaktyczną i organizacyjną

8.1. Działalność dydaktyczna

Szczegółowy opis realizowanych zadań dydaktycznych zamieściłam w Załączniku 4.

W Politechnice Łódzkiej, Zespole, w którym obecnie pracuję byłam zatrudniona z dniem 1 października 1996r. Pracę doktorską wykonywałam jako asystent, równolegle zajmując się działalnością organizacyjną i przede wszystkim prowadząc zajęcia dydaktyczne ze studentami w ramach kierunku *Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka* na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności (WBiNoŻ). Obecnie poza zajęciami na ww. kierunku studiów WBiNoŻ prowadzę także zajęcia na kierunku *Dietetyka* na Wydziale Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego w Łodzi oraz w ramach Kolegium Międzywydziałowego Towaroznawstwa Politechniki Łódzkiej.

Jestem autorką lub współautorką przygotowanych programów licznych przedmiotów, których obecnie jestem także realizatorem. Są to m.in. Analiza sensoryczna żywności (wykład – w oraz laboratorium – l), Innowacyjne procesy i aparatura w inżynierii żywności (w), Technologia żywności pochodzenia roślinnego (dawniej Technologia Węglowodanów; l), Technologie gastronomiczne (l), Technologia tłuszczów jadalnych (l), Surowce żywnościowe różnych regionów świata (w), Żywność dla diabetyków i o obniżonej wartości energetycznej (w), Antyoksydanty w żywności (w + l), Tekstura, reologia i profil termiczny żywności (w + l), Naturalne substancje prozdrowotne w żywności (w), Przechowalnictwo (w), Technologia żywności i potraw (l). Towaroznawstwo (w), Technologie materiałowe (l), Towaroznawstwo artykułów spożywczych (l), Technologia skrobi i cukiernictwa (l), Laboratoria specjalizacyjne technologiczne i analityczne dotyczące technologii skrobi i cukiernictwa oraz analizy i oceny żywności (studia 5-letnie oraz I i II stopnia; l). Prowadziłam także zajęcia z Komputerowych metod przetwarzania danych doświadczalnych (l), Podstaw technologii żywności (l), Technologii środków spożywczych (l) oraz wykład

z Ogólnej technologii żywności. W ramach specjalności *Technologia żywności* byłam promotorem 16 prac dyplomowych magisterskich i 16 inżynierskich. Jestem promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr inż. Joanny Oracz nt. „Zmiany zawartości wybranych związków biologicznie aktywnych w procesie prażenia ziarna kakaowego różnych odmian *Theobroma cacao* L.” otwartym 23.09.2014r. Udzielałam także pomocy przy realizacji pracy doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Bojczuk (rozpoczęty II rok Studium Doktoranckiego, przewidywany czas otwarcia przewodu doktorskiego – początek roku akademickiego 2015/2016).

W przeprowadzanych ankietach dydaktycznych moja praca każdorazowo była oceniana przez Studentów znacznie powyżej przeciętnej na Wydziale. Podobnie wysokie wyniki osiągałam w hospitacjach moich zajęć audytoryjnych i laboratoryjnych.

W 2010 roku zostałam uhonorowana Brązowym Medalem za długoletnią służbę, nadanym przez Prezydenta RP, a w roku 2013 otrzymałam Medal Komisji Edukacji Narodowej, który został nadany przez Ministra Edukacji Narodowej. Moją pracę dydaktyczną docenił także Rektor PŁ i przyznał mi nagrodę w 1999 i 2009 roku.

Ponadto, moja aktywność dydaktyczna przejawiała się:

- w uczestnictwie w zajęciach studium podyplomowego „Studia podyplomowe dla nauczycieli w zakresie ICT” koordynowanych przez Uniwersytet Łódzki, w ramach projektu finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego, gdzie prowadziłam cykl wykładów.
- w prowadzeniu wykładów oraz zajęć praktycznych - laboratoryjnych na studium podyplomowym „Menadżer smaku”, które było realizowane jako międzywydziałowy program Politechniki Łódzkiej dla kadry kierowniczej branży spożywczej w ramach projektu międzynarodowego SLOW FOOD, finansowanego z Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.
- w prowadzeniu wykładów dla młodzieży szkół średnich dotyczących ziaren kakaowych i czekolady w ramach międzynarodowego programu ERASMUS.
- w czynnym uczestnictwie w Targach Edukacyjnych i Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki.
- w czynnym uczestnictwie w organizowanych na Wydziale zajęciach dla młodzieży szkół ponadpodstawowych.

Swoje umiejętności nieustannie doskonaliłam uczestnicząc w licznych kursach, szkoleniach i warsztatach. Do najważniejszych należy zaliczyć podyplomowe studium pedagogiczne, studium pt. „Wykorzystanie programu Statistica w analizie statystycznej”, organizowane w dniach 17.05 - 14.06.2010r. przez Wydział Mechaniczny PŁ w ramach projektu pt. „Podwyższanie kompetencji kadry akademickiej i umiejętności absolwentów w aspekcie nowoczesnych metod analizy, symulacji i optymalizacji w procesie projektowania i eksploatacji”, szkolenie pt. „Wykorzystanie programu Statistica w analizie statystycznej”, odbyte w dniach 25 – 26.04.2013r., letnią szkołę hodowli komórek prowadzoną przez Zakład Cytologii Uniwersytetu Warszawskiego w dniach 10 – 13.09.2012r., warsztaty

pt. „Toksykologia żywności”. Suplementy diety, zorganizowane w dniach 14 - 16.06.2010r. przez Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Toksykologicznego oraz Instytut Medycyny Pracy im. prof. Nofera oraz cykl szkoleń z zakresu technik chromatograficznych, spektralnych i innych, a także dotyczących problematyki przemysłu cukierniczego i piekarskiego oraz programów badawczych z funduszy europejskich.

8.2. Działalność organizacyjna

Obok działalności naukowej i dydaktycznej istotnym elementem mojej aktywności zawodowej jest działalność organizacyjna. Za najważniejsze osiągnięcie uważam **pozyskanie funduszy w ramach trzech projektów inwestycyjnych i jednego inwestycyjnego, z wydzieloną częścią badawczą** (projekty wymienione poniżej).

Kieruję projektem pt. „Modernizacja i rozwój infrastruktury B+R w obszarze żywności prozdrowotnej, tradycyjnej”, finansowanym w ramach POIG Priorytet 2 Infrastruktura sfery B+R, Działanie 2.1 Rozwój ośrodków o wysokim potencjale badawczym na kwotę blisko 25,7 mln PLN kosztów kwalifikowanych (bez VAT). Projekt ten jest obecnie w realizacji (2012 – 2015) i obejmuje kompleksową modernizację Instytutu Chemicznej Technologii Żywności, polegającą na odnowieniu pomieszczeń Instytutu, łącznie z wymianą wszystkich instalacji, wyposażeniu wyremontowanych pomieszczeń w najnowocześniejszą aparaturę badawczo-naukową i kontrolno-pomiarową oraz wykonaniu badań naukowych z zastosowaniem nowo zakupionej aparatury. W przypadku Zakładu Technologii Skrobi i Cukiernictwa, którego jestem pracownikiem pomieszczenia Zakładu były już częściowo zmodernizowane w latach 2010 – 2012 w ramach projektu inwestycyjnego, finansowanego przez MNiSW w kwocie ok. 2,5 mln PLN, co pozwoliło utworzyć „Laboratorium Technologii i Analizy Żywności Probiotycznej i Prozdrowotnej”. W ramach tego projektu byłam jednym z dwóch autorów wniosku o finansowanie oraz współkoordynatorem prowadzonych prac. Jestem także jednym z dwóch autorów i koordynatorów realizacji dwóch projektów inwestycyjnych aparaturowych. Pierwszy z nich, realizowany w latach 2010 – 2011, na kwotę 400 tys. PLN, dzięki finansowaniu przez Fundusz Nauki i Technologii Polskiej umożliwił zakup aparatu UHPLC. Drugi dotyczy zakupu chromatografu cieczowego sprzężonego ze spektrometrem mas UHPLC-UHR-TOF do „Laboratorium Technologii i Analizy Żywności Probiotycznej i Prozdrowotnej”, za kwotę 2,8 mln PLN uzyskaną z MNiSW. Projekt ten został zrealizowany w 2013 roku.

- 1. projekt inwestycyjno-badawczy nr POIG.02.01.00-10-171/09: „Modernizacja i rozwój infrastruktury B+R w obszarze żywności prozdrowotnej, tradycyjnej”** realizowany w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka na lata 2007-2013, Priorytet 2 Infrastruktura sfery B+R, Działanie 2.1 Rozwój ośrodków o wysokim potencjale badawczym - miejsce realizacji: Instytut Chemicznej Technologii Żywności na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, kierownik projektu, okres realizacji: 01.08.2012 – 30.06.2015r.

(25 677 473,39 PLN kosztów kwalifikowanych – bez VAT) – autor wniosku o finansowanie i kierownik projektu

2. **projekt inwestycyjny budowlany: „Laboratorium Technologii i Analizy Żywności Probiotycznej i Prozdrowotnej”** przyznany na mocy decyzji Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 6010/IB/138/2010 z dn. 2 lutego 2010r. – miejsce realizacji: Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa, Instytut Chemicznej Technologii Żywności i Zakład Mikrobiologii Technicznej, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, współodpowiedzialna za przygotowanie wniosku (2 autorów) oraz za koordynację prac, rozliczenie funduszy i sporządzenie raportu, okres realizacji: 2010 - 2012r. (2 596 000 PLN)
3. **projekt inwestycyjny aparaturowy: „Chromatograf HPLC z detektorem UV/VIS”** – miejsce realizacji: Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa, Instytut Chemicznej Technologii Żywności, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, współodpowiedzialna za przygotowanie wniosku (2 autorów) oraz za koordynację prac, rozliczenie funduszy i sporządzenie raportu, okres realizacji: 2010 - 2011r. (400 000 PLN)
4. **projekt inwestycyjny aparaturowy: „Zautomatyzowany zestaw chromatograficzny (HS-GC/MS i HPLC/QTOF-MS) do Laboratorium Technologii i Analizy Żywności Probiotycznej i Prozdrowotnej”** – miejsce realizacji: HS-GC/MS: Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, HPLC/QTOF-MS: Zakład Technologii Skrobi i Cukiernictwa, Instytut Chemicznej Technologii Żywności, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, jeden z dwóch autorów w IChTŻ wniosku, koordynatorów prac oraz osób odpowiedzialnych za rozliczenie funduszy i sporządzenie raportu w zakresie dotyczącym chromatografu HPLC/QTOF-MS, okres realizacji: 2013r. (HS-GC/MS = 1 450 000 PLN, HPLC/QTOF-MS = 2 800 000 PLN)

Ponadto od roku 2004 jestem zastępcą Męża Zaufania w ZNP w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności. Od 19 września 2005 roku przez pięć lat byłam opiekunem roku studentów na kierunku *Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka* na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności. Organizowałam wycieczki dla studentów, zarówno roku, którym opiekowałam się, jak i specjalizacji *Technologia Skrobi i Cukiernictwa* czy członków kół naukowych na rodzimym Wydziale. Wielokrotnie uczestniczyłam w pracach Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej oraz w działaniach mających na celu promocję Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności oraz Politechniki Łódzkiej. Brałam udział w pracach Uczelnianej Komisji Wyborczej w wyborach do władz Wydziału i Politechniki Łódzkiej. Angażuję się również we wszelkie prace zlecane przez Kierownika Jednostki.

Za działalność organizacyjną w roku 2013 otrzymałam nagrodę JM Rektora Politechniki Łódzkiej.

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

Począwszy od momentu zatrudnienia w Politechnice Łódzkiej jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, w tym członkiem Sekcji Technologii Węglowodanów. Biorę udział w pracach zespołów eksperckich. W 2006 roku zostałam powołana na eksperta przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi do Zespołu ds. Kodeksu Żywnościowego i Etykietowania Produktów Rolnych w dziedzinie Produktów Kakaowych i Czekoladowych w ramach Komitetu Komisji Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO dla Europy.

W roku 2006 na wniosek Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej Departamentu Rynku Pracy w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego SPO Rozwój Zasobów Ludzkich byłam również ekspertem recenzującym Krajowy Standard Kwalifikacji Zawodowych do zawodu kucharza.

Od roku 2011 jestem ekspertem Łódzkiej Rady Federacji Stowarzyszeń Naukowo – Technicznych NOT – Zespołu Usług Technicznych ds. innowacyjności.

Pracowałam jako recenzent w Zespole zadaniowym do spraw oceny merytorycznej projektów współfinansowanych w ramach Działania 1.3, Podziałania 1.3.1, 1.3.2 oraz Działania 1.1, Podziałania 1.1.1 POIG na lata 2007-2013, w ramach którego oceniłam 7 wniosków.

Efektom mojej dotychczasowej aktywności zawodowej zarówno na polu badawczym jak i organizacyjnym było ponadto nawiązanie współpracy z wieloma zakładami przemysłowymi, a zwłaszcza z Zakładem Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” Zakład Pracy Chronionej Ireneusz Wielimborek w Sierpcu oraz Poznańską Palarnią Kawy Astra Sp. z o.o. Podpisane umowy o współpracy znajdują się w Biurze Instytutu Chemicznej Technologii Żywności.

8.4. Otrzymane nagrody i wyróżnienia

W Politechnice Łódzkiej jestem zatrudniona na stanowisku asystenta od dn. 1.10.1996r. Pracę doktorską obroniłam w maju 2005 roku. W tym okresie otrzymywałam następujące nagrody i wyróżnienia:

- Wyróżnienie pracy doktorskiej przez Radę Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności, obronionej w 2005 roku - 2005r.
- Nagroda POLMOS ŻYRARDÓW za wyróżnioną pracę doktorską - 2006r.
- Brązowy Medal za długoletnią służbę. Odznaczenie nadane przez Prezydenta RP, za całokształt działalności na rzecz uczelni – 2010r.
- Medal Komisji Edukacji Narodowej. Odznaczenie nadane przez Ministra Edukacji Narodowej za całokształt działalności na rzecz uczelni – 2013r.

– Za działalność naukową (n), dydaktyczną (d) i organizacyjną (o) na rzecz Uczelni w latach: 1999 (d), 2007 (n), 2008 (n), 2009 (d), 2010 (n), 2011 (n), 2012 (n) oraz w 2013 (n, o) nagrody JM Rektora Politechniki Łódzkiej, przy czym w latach 2004 i 2005 nagrody na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności nie były w ogóle przyznawane.

8.5. Współpraca z zagranicą, recenzje publikacji

Moja współpraca z zagranicą przejawia się przede wszystkim w ramach działalności wydawnictw naukowych. W latach 2011 – 2012 zostałam zaproszona do napisania rozdziałów w dwóch książkach o zasięgu międzynarodowym nt. aktualnych trendów w zastosowaniu probiotyków i prebiotyków w żywności (**publikacje H5 i H6**). Prowadziłam ścisłą współpracę 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. Obecnie podjęłam współpracę z wydawnictwem Research Singpost z siedzibą w Indiach, dotyczącą edytowania wspólnie z dr hab. inż. Grażyną Budryn książki pt. „Plant Lipids. Science, Technology, Nutritional Value and Benefits to Human Health”, której publikacja spodziewana jest na koniec 2014r.. Wykonałam ponadto 16 recenzji publikacji naukowych dla takich czasopism jak: Critical Reviews in Food Science and Nutrition, European Food Research and Technology, Food Research International, Current Organic Chemistry, International Journal of Food Science & Nutrition, Journal of Agricultural Science and Technology, Biotechnology and Food Science, Advances in Crop Sciences and Technology, Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej.

8.6. Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki

Celem promowania współczesnych trendów w technologii cukierniczej publikowałam w czasopismach branżowych, głównie dla sektora związanego z cukiernictwem i piekarstwem, tj. w *Przeglądzie Piekarskim i Cukierniczym*, *Cukiernictwie i Piekarstwie* oraz *Piekarstwie*. Do tej pory ukazało się 20 artykułów popularno-naukowych z moim współautorstwem. Szczegółowy ich spis zamieściłam w Załączniku 4 w punkcie II podpunkt I. Konsultowałam także tekst pt. „Na tropie najlepszej czekolady” w czasopiśmie *Samo Zdrowie* (nr 12, 2008r.). Ponadto brałam czynny udział (poster) w III Łódzkim Festiwalu Nauki i Sztuki „Biotechnologia i nauka o żywności naszą przyszłością” (25.10.2002r.), Regionalnym Forum Innowacyjnym Województwa Łódzkiego - Nauka dla Gospodarki (21 – 22.10.2004) oraz Targach Biznesu i Innowacji INICJATYWA 2005.

8.7. Organizacja konferencji

Uczestniczyłam w pracach Komitetu Organizacyjnego VI Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ w 2001r. w Łodzi (Arturówek, 29 – 30.05.2001r.). Brałam ponadto udział w przygotowaniu II Sesji Naukowej „Aktualne wymagania jakościowe dla surowców, półproduktów i wyrobów czekoladowych”, odbywającej się w Łodzi w dniach 24 – 25.10.2003r..

8.8. Współpraca z przemysłem

Obok zadań naukowych i dydaktycznych realizuję się również współpracując z podmiotami gospodarczymi. Za najistotniejszą uważam wieloletnią współpracę z Zakładem Produkcji Czekolady i Artykułów Cukierniczych „WIEPOL” Zakład Pracy Chronionej Ireneusz Wielimborek w Sierpcu, która zaowocowała dwoma wdrożeniami/licencjami (**publikacje: U1 i U2**) oraz z zakładem Majami sp. z o.o. w Bełchatowie, dla którego obok analiz dotyczących składu i właściwości fizycznych wyrobów tej firmy opracowałam receptury na pomadki mleczne, zgodne z oczekiwaniami odbiorcy tych cukierków w Niemczech. Utrzymywałam szeroko zakrojone kontakty z Zakładami Przemysłu Tłuszczowego „Kruszwica” S.A. w Kruszwicy oraz AAK AarhusKarlshamn AB oddział w Warszawie (2008 – 2011), dotyczące doboru odpowiednich tłuszczów „nowej generacji” oraz opracowania odpowiednich receptur i sposobów otrzymywania różnego rodzaju innowacyjnych wyrobów cukierniczych i piekarskich. W roku 2008 współpracowałam z firmą PEPEES w Łomży w temacie krystalizacji glukozy. Współpracę dotyczącą mas czekoladowych oraz oznaczania właściwości reologicznych w tych masach realizowałam z zakładami Union Chocolate Sp. z o.o. w Żychlinie, Kujawianka Sp. z o.o. z Włocławka i Zakład Mechaniczny PROMET Anna Czarnecka z Łodzi. Wykonywałam także analizy dotyczące składu, właściwości fizycznych oraz potwierdzenia jakości wyrobów cukierniczych, piekarskich i produktów przemysłu owocowo-warzywnego dla wielu przedsiębiorstw i laboratoriów, wśród których należy wymienić Barry Callebaut Manufacturing Polska sp. z o.o. w Łodzi, Kaliszanka w Kaliszu, Hortex w Łodzi, Przedsiębiorstwo Rolno-Przemysłowo-Handlowe „Kandy” z Piotrkowa Trybunalskiego, Dawtona Zakład Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego w Błoniach k. Warszawy, Kamis – Przyprawy S.A. Stefanowo z Wólki Kosowskiej, J.S. Hamilton Poland S.A. z Gdyni, Centralne Laboratorium Chłodnictwa w Łodzi i JARS Centrum Jakości z Legionowa. Umowy o współpracy, zlecenia oraz raporty z wykonywanych prac dostępne są w Biurze Instytutu Chemicznej Technologii Żywności.

W moim dorobku jest dziewięć opinii o innowacyjności technologii lub wyrobu oraz dwie opinie o wdrożeniu nowej technologii, wykonanych dla podmiotów gospodarczych branży spożywczej i farmaceutycznej/parafarmaceutycznej aplikujących o dofinansowanie

inwestycji w ramach różnych programów. Ponadto w ramach podpisanej z dniem 4 listopada 2013r. umowy o współpracy z Poznańską Palarnią Kawy Astra Sp. z o.o. prowadzę badania dotyczące kaw funkcjonalnych o obniżonej zawartości związków szkodliwych oraz o podwyższonej zawartości związków fenolowych. Podjęte przeze mnie badania dotyczące właściwości biologicznych ekstraktów z ziaren kakaowych zaowocowały natomiast nawiązaniem współpracy z Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie w zakresie badań na zwierzętach (podpisana umowa w Biurze Instytutu Chemicznej Technologii Żywności).

inwestycji w ramach różnych programów. Ponadto w ramach podpisanej z dniem 4 listopada 2013r. umowy o współpracy z Poznańską Palarnią Kawy Astra Sp. z o.o. prowadzę badania dotyczące kaw funkcjonalnych o obniżonej zawartości związków szkodliwych oraz o podwyższonej zawartości związków fenolowych. Podjęte przeze mnie badania dotyczące właściwości biologicznych ekstraktów z ziaren kakaowych zaowocowały natomiast nawiązaniem współpracy z Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie w zakresie badań na zwierzętach (podpisana umowa w Biurze Instytutu Chemicznej Technologii Żywności).

Dorota Żyżelewicz