

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

dr inż. Joanna Maria Klepacka

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
10-726 Olsztyn, Plac Cieszyński 1
tel. 89 523 43 22, 89 523 35 54
e-mail: klepak@uwm.edu.pl

SPIS TREŚCI

1.	Dane osobowe.....	3
2.	Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.....	3
3.	Dotychczasowe zatrudnienie w jednostkach naukowych.....	4
4.	Wskazanie osiągnięcia stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego.....	5
4.1.	Syntetyczne omówienie osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego.....	5
5.	Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	11
5.1.	Badanie możliwości określania zawartości związków fenolowych na podstawie pomiaru barwy surowców roślinnych.....	12
5.2.	Związki fenolowe jako czynnik różnicujący surowce i produkty roślinne.....	16
5.3.	Wpływ procesów przetwórczych na cechy prozdrowotne żywności.....	19
5.4.	Wybrane aspekty walidacji metod analitycznych.....	23
5.5.	Określanie autentyczności produktów spożywczych.....	24
6.	Podsumowanie dorobku naukowo-badawczego.....	25
7.	Podsumowanie pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego.....	26

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko: **Joanna Maria Klepacka** (z d. Rotkiewicz)

Miejsce zamieszkania: ul. Iwaszkiewicza 37/12, 10-089 Olsztyn

Miejsce pracy: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wydział Nauki o Żywności

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności

Plac Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn

Tel. 89 523 43 22, 89 523 35 54

e-mail: klepak@uwm.edu.pl

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

Magister inżynier technologii żywności i żywienia człowieka

1991

Akademia Rolniczo-Techniczna im. Michała Oczapowskiego w Olsztynie

Wydział Technologii Żywności

Kierunek: Technologia Żywności i Żywienie Człowieka

Specjalność: Żywienie Człowieka

Jednolite stacjonarne studia magisterskie ukończone z wynikiem bardzo dobrym (dyplom z wyróżnieniem), a w trakcie studiów przyznana nagroda *Primus Inter Pares* (za dobre wyniki w nauce)

Tytuł pracy magisterskiej: *Badanie możliwości powstawania lizynoalaniny oraz kształtowanie się pozostałości chlorowanych węglowodorów w mleku ogrzewanym w różnych warunkach* (badania do pracy wykonywano w Instytucie Żywienia Człowieka w Zakładzie Higieny Żywności i Żywienia)

Promotor: prof. dr hab. Stefan Smoczyński

Doktor nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia

2001

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wydział Nauki o Żywności, Instytut Towaroznawstwa i Oceny Jakości Żywności

Tytuł rozprawy doktorskiej: *Badanie związków między wartością przemiałową i barwą ziarna pszenicy, a zawartością kwasu ferulowego* (praca wyróżniona przez Radę Wydziału Nauki o Żywności)

Promotor: prof. dr hab. Łucja Fornal

3. Dotychczasowe zatrudnienie w jednostkach naukowych

1.10.1991 - 31.08.1999

Stanowisko: Asystent

Miejsce pracy: Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie, Wydział Technologii Żywności, Instytut Żywienia Człowieka, który w roku 1998 w wyniku zmian organizacyjnych zmienił nazwę na Instytut Towaroznawstwa i Oceny Jakości Żywności

1.09.1999 – 31.01.2002

Stanowisko: Asystent

Miejsce pracy: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (który powstał w wyniku połączenia Akademii Rolniczo-Technicznej, Wyższej Szkoły Pedagogicznej oraz Warmińskiego Instytutu Teologicznego), Wydział Nauki o Żywności, Instytut Towaroznawstwa i Oceny Jakości Żywności

1.02.2002 – do chwili
obecnej

Stanowisko: Adiunkt

Miejsce pracy: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności, Instytut Towaroznawstwa i Oceny Jakości Żywności, który w roku 2005 w wyniku doskonalenia struktury organizacyjnej Uniwersytetu przekształcił się w Katedrę Towaroznawstwa i Badań Żywności, w której pracuję do dzisiaj

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311)

Osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest monografia pt. *Ocena cech prozdrowotnych kaszy gryczanej w zależności od zastosowanego surowca i procesu produkcji* (załącznik 4). Badania do pracy prowadzono w ramach badawczego projektu habilitacyjnego o numerze N N312 469140, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Monografia została wydana w maju 2017 r. przez Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, w serii Rozprawy i Monografie, a recenzentami pracy byli: prof. dr hab. Danuta Górecka z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i dr hab. Radosław Kowalski z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

4.1. Syntetyczne omówienie osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego

Wprowadzenie i cel pracy

Gryka należy do surowców o wysokiej wartości odżywczej. Jej nasiona są dobrym źródłem białka o korzystnym składzie aminokwasowym, a ze względu na brak glutenu mogą być wykorzystywane w żywieniu osób chorych na celiakię. Wśród sacharydów dominuje skrobia, którą ze względu na wysoką zawartość frakcji odpornej na amylolizę zalicza się do niskoenergetycznej. Nasiona gryki są również dobrym źródłem lipidów, witamin i składników mineralnych, a także związków fenolowych, które posiadają wysoką aktywność przeciwutleniającą. Ze względu na wysoką zawartość związków wykazujących aktywność biologiczną występujących nie tylko w nasionach gryki, ale również w całej roślinie, może być ona wykorzystywana do produkcji żywności funkcjonalnej. Na rynku znajdują się różne przetwory gryczane, np. mąki, kasze, płatki a także produkty ekstrudowane i ekspandowane wytwarzane w całości z gryki, lub z jej dodatkiem, oraz dość popularny miód gryczany. Znaleźć można również wafle wypiekane z mąki uzyskanej z drobno zmielonej łuski gryczanej, a także makaron o nazwie „soba”, który składa się w 80% z mąki gryczanej i w 20% z mąki pszennej. W Polsce produktem spożywanym najczęściej jest kasza gryczana, którą uzyskuje się z nasion gryki poddanych obróbce hydrotermicznej i obłuszczonej. Większość opisanych w dostępnej literaturze badań dotyczących zmian, jakim podlegają

nasiona gryki podczas ich przerobu na kaszę wykonywano prowadząc ten proces w skali laboratoryjnej, z wykorzystaniem określonych odmian gryki pochodzących ze stacji hodowli roślin. Istniejące doniesienia naukowe dotyczące badania materiału pobieranego z zakładów przetwórczych zajmujących się przerobem gryki na kaszę, odnosiły się do próbek pobieranych jednorazowo, na podstawie których określano zmiany zachodzące w nasionach gryki przetwarzanych tylko w jednym zakładzie. Badania własne zespołu wykazały, że dostępne na rynku olsztyńskim kasze gryczane wyprodukowane w różnych zakładach różnią się pod względem zawartości związków fenolowych kilkukrotnie (zał. 3 poz. 2.9, 2.20, 3.3, 6.3), co skłoniło do podjęcia badań mających za zadanie porównanie zawartości związków biologicznie aktywnych występujących w nasionach gryki wykorzystywanych przez różne zakłady przetwórcze jako surowiec do produkcji kasz w różnych okresach roku, oraz zmian jakim podlegają, w zależności od stosowanych przez poszczególne kaszarnie operacji jednostkowych. Ze względu na znaczenie przetworów zbożowych w prawidłowo zbilansowanej diecie człowieka i niewielkie, ale utrzymujące się na stałym poziomie spożycie kasz (w roku 2005 i 2014 wynosiło ono odpowiednio 0,24 i 0,25 kg na osobę miesięcznie - dane wg Rocznika Statystycznego Rolnictwa 2015), uzasadnione wydawało się sprawdzenie, czy dostępne na rynku kasze gryczane różnią się ze względu na zawartość składników cennych dla zdrowia człowieka, w zależności od wytwarzającego je zakładu.

W związku z powyższym celem podjętych badań była weryfikacja hipotezy badawczej zakładającej, że na cechy prozdrowotne nasion gryki i jej przetworów wpływa rodzaj surowca oraz zastosowana w warunkach przemysłowych obróbka technologiczna, a także zależności między związkami fenolowymi i składnikami mineralnymi.

Do określenia tych cech wybrano analizę zawartości związków fenolowych, w tym wybranych kwasów fenolowych (ferulowego, kumarowego, syringowego oraz wanilinowego) i rutyny, aktywności przeciwutleniającej oraz ilości i biodostępności wybranych związków mineralnych (Mg, Ca, Mn, Fe, Zn, Cu).

Badania polegały na określeniu tych wyróżników w surowcu (nasionach gryki) wykorzystywanym przez kaszarnie w różnym okresie oraz zmian, jakim podlegają w zależności od stosowanych przez nie procesów technologicznych. Procesy przetwórcze mogą wpływać nie tylko na zmiany ilościowe poszczególnych składników nasion gryki, ale również na ich wzajemne oddziaływania wynikające z przemian chemicznych, dlatego celowe wydawało się również ustalenie między nimi zależności korelacyjnych, które mogą wskazywać na kierunek wzajemnych interakcji. Ponieważ dość dobrze rozpoznane są właściwości składników mineralnych i związków fenolowych oraz ich wzajemne

oddziaływania w obrębie każdej z grup, skoncentrowano się na ustaleniu zależności występujących między tymi grupami związków, gdyż w zasadniczym stopniu kształtują one właściwości przeciwutleniające, które mają istotne znaczenie w kształtowaniu cech prozdrowotnych kaszy gryczanej.

Materiał i metodyka badań

Materiał do badań stanowiły próbki nasion gryki z łuską i uzyskiwanej z nich kaszy pobierane 4-krotnie w roku 2012 z trzech polskich kaszarni.

Technologia produkcji kaszy gryczanej we wszystkich zakładach obejmowała następujące etapy: oczyszczanie nasion gryki, sortowanie, prażenie, frakcjonowanie, obłuskiwanie, oddzielanie łuski, sortowanie kaszy, pakowanie i dystrybucję.

Proces prażenia w poszczególnych zakładach przebiegał w różnych warunkach. W zakładzie 1 obróbkę hydrotermiczną prowadzono w prażarkach bębnowych opalanych drewnem, gdzie nie było możliwe kontrolowanie ciśnienia i temperatury, a proces ten trwał przez 6-7 godzin. Prażarki bębnowe to bębny walcowe o wymiarach 2,5x1,5 m, do których dozuje się nasiona gryki i wodę, a następnie wprowadza w ruch obrotowy nad paleniskiem szamotowym ogrzewanym drewnem dębowym. Proces kończy się wtedy, gdy wprowadzona do bębna woda odparuje, co przy zwykłym załadunku (2 tony nasion gryki i 250 litrów wody) trwa od 6-7 godzin. O przebiegu i zakończeniu procesu obróbki decydował zawsze doświadczony pracownik, na podstawie wyglądu ogólnego (szczególnie barwy) i zapachu prażonych nasion.

Ponieważ zakład 1 prowadził też produkcję kaszy nieprażonej, to jej próbki również pobrano do badań, mimo że nie było to planowane w założeniach niniejszej pracy. Do jej wytwarzania wykorzystywano suszarnię zbożową marki „Pedrotti”, w której stosowano owiewanie nasion gryki powietrzem ogrzanym do temperatury w zakresie 40-140⁰C, a proces ten prowadzono do momentu osiągnięcia przez nasiona wilgotności 14%.

Obróbka hydrotermiczna prowadzona w zakładzie 2 i 3 polegała na prażeniu nasion gryki w kotłach ciśnieniowych, w których czynnik grzewczy stanowiła para wodna. Zakład 2 prowadził ją w następujących warunkach - ciśnienie pary wodnej: 6 barów, temperatura: 105-120⁰C, czas prażenia: 3 godziny, natomiast parametry stosowane przez zakład 3 to odpowiednio: 3 bary, 170⁰C, 40 minut.

Do badań wykorzystano następujące metody analityczne:

- zawartość związków fenolowych ogółem oznaczono metodą spektrofotometryczną (Ribereau-Gayon 1972 w modyfikacji Guo i in. 2011) stosując czterokrotną ekstrakcję (w temperaturze pokojowej) za pomocą 80% metanolu oraz wywoływanie barwy przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu'a i węglańu sodu. Absorbancję mierzono przy długości fali 720 nm, a wyniki wyrażono jako ekwiwalent katechiny;
- oznaczanie zawartości kwasów fenolowych (ferulowego, kumarowego, syringowego i wanilinowego) przeprowadzono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) (Pussayanawin i Wetzel 1987). W celu uwolnienia kwasów fenolowych z połączeń z innymi składnikami nasion, przeprowadzono hydrolizę kwasową z zastosowaniem 0,1 M kwasu siarkowego (przez 30 min w temperaturze wrzenia kwasu) i enzymatyczną, z użyciem 2% roztworu α -amylazy z *Aspergillus oryzae* rozpuszczonej w 2,5 M wodnym roztworze octanu sodowego (przez 60 min w temperaturze 55⁰C). Rozdziałów analizowanych próbek dokonano za pomocą chromatografu cieczowego Agilent Technologies 1200 Series z detektorem UV-VIS (DAD) wykorzystując jako fazę ruchomą 12% metanol w 2,5M buforze sodowo-cytrynianowym (pH 5,4) z zastosowaniem stałej prędkości przepływu (1ml/min). Kwas kumarowy, syringowy i wanilinowy oznaczano stosując detekcję przy długości fali 280 nm, a kwas ferulowy przy długości fali 320 nm. Interpretacji wyników dokonano na podstawie analizy rozdziałów chromatograficznych próbek wzorcowych;
- zawartość rutyny oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (Briggs i in. 2004) stosując ekstrakcję 80% metanolem (przez 2 godziny w temperaturze 70⁰C) i rozdział na chromatografie cieczowym Agilent Technologies 1200 Series z detektorem UV-VIS (DAD). Jako fazę ruchomą stosowano mieszaninę 2,5% kwasu octowego, metanolu i acetonitrylu w stosunku ilościowym 35:5:10 przy stałej prędkości przepływu (1ml/min). Detekcji dokonywano przy długości fali 360 nm a interpretację wyników przeprowadzono porównując uzyskane dla próbek rozdziały chromatograficzne z chromatogramem wzorca rutyny;
- aktywność przeciwutleniającą metanolowych ekstraktów z nasion gryki i kasz wyznaczono poprzez określenie ich zdolności do wygaszania rodnika DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) (Brand-Williams i in. 1995 oraz Zych i Krzepińko 2010). Zdolność neutralizowania rodnika DPPH określono na podstawie oznaczanych kolorymetrycznie zmian stężenia stabilnego rodnika DPPH wobec próby kontrolnej. Pomiaru absorbancji dokonano przy długości fali 517 nm, po 20 minutach inkubacji w temperaturze pokojowej, bez dostępu światła.

Zdolność badanych ekstraktów do przeciwdziałania reakcji utleniania obliczano ze wzoru:

$$\% \text{ inhibicji} = 100 - \{[(A_w - A_0) \times 100] / A_k\}$$

gdzie:

A_w – absorbancja próby właściwej (badanego ekstraktu);

A_0 – absorbancja próby zerowej;

A_k – absorbancja próby kontrolnej (z syntetycznym rodnikiem DPPH);

- całkowitą zawartość związków mineralnych (Mg, Ca, Mn, Fe, Zn, Cu) oznaczono metodą płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (Whiteside 1976). Przygotowanie próbek do badań obejmowało mineralizację produktów na mokro w mieszaninie stężonego kwasu azotowego (HNO_3) i nadchlorowego (HClO_4) w proporcji 3:1. Proces ten przeprowadzono w elektrycznym aluminiowym bloku grzejnym z programowaniem temperatury (model VELP DK 20, firmy VELP Scientifica, Włochy) w ciągu 4-6 godzin, podnosząc stopniowo temperaturę od 120 do 200⁰C. Zawartość poszczególnych składników mineralnych oznaczano przy użyciu spektrometru absorpcji atomowej Unicam 939 Solar – Anglia, wyposażonego w stację danych Optimus, korekcję tła (lampa deuterowa) oraz odpowiednie lampy katodowe. Oznaczanie wybranych pierwiastków przeprowadzono z zastosowaniem następujących długości fali: 285,2 nm (Mg), 422,7 nm (Ca), 279,5 nm (Mn), 248,3 (Fe), 213,9 nm (Zn) i 324,8 nm (Cu);

- zawartość związków mineralnych uwolnionych w wyniku trawienia enzymatycznego wykonano stosując metodę *in vitro* imitującą procesy zachodzące w przewodzie pokarmowym człowieka (Ikeda i in. 2001 z modyfikacjami Skibniewskiej i in. 2002 oraz Nalepy i in. 2011). Metoda ta obejmowała dwukrotną inkubację próbek przeprowadzaną kolejno z dodatkiem roztworu pepsyny (37⁰C/2h, pH 2) i pankreatyny (37⁰C/4h, pH 6,8-7,0), a następnie odwirowanie próbek (4000 obr./min przez 10 min), pobranie klarownego supernatantu i zmineralizowanie go w mieszaninie stężonego kwasu azotowego (HNO_3) i nadchlorowego (HClO_4) w proporcji 3:1. Oznaczanie związków mineralnych przeprowadzono metodą płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (Whiteside 1976) z zastosowaniem warunków podanych wyżej. Zawartość związków mineralnych uwolnionych z badanych produktów pod wpływem trawienia enzymatycznego obliczono uwzględniając ich zawartość w pozostałym po wirowaniu supernatancie, od której odjęto wyniki próby odczynnikowej wykonywanej w tych samych warunkach bez dodatku produktów gryczanych.

Zawartość związków mineralnych uwolnionych w wyniku trawienia enzymatycznego wyrażono również w odniesieniu do całkowitej zawartości związków mineralnych określając ją jako tzw. „potencjalną biodostępność”, którą wyrażono w % wg następującej zależności:

$$\frac{\text{ilość związków mineralnych uwolnionych w wyniku trawienia enzymatycznego } \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{g}}\right]}{\text{całkowita zawartość związków mineralnych } \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{g}}\right]} \times 100\%$$

Wszystkie analizy wykonywano w trzech powtórzeniach równoległych, a wyniki oznaczeń przedstawiono jako średnie arytmetyczne. Aby określić, czy różnice w wielkości oznaczanych parametrów są istotne statystycznie i czy występują między nimi zależności korelacyjne, dokonano analizy statystycznej uzyskanych wyników przy użyciu programu STATISTICA 10 z wykorzystaniem analizy korelacji i regresji oraz analizy wariancji z zastosowaniem testów „post hoc” Duncana.

Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań potwierdzono założoną hipotezę badawczą określającą, że na cechy prozdrowotne nasion gryki i jej przetworów wpływa rodzaj surowca oraz zastosowana w warunkach przemysłowych obróbka technologiczna, a także zależności między związkami fenolowymi i składnikami mineralnymi. Analizy wykonane w celu weryfikacji założonej hipotezy, skłoniły do sformułowania następujących wniosków:

1. Nasiona gryki stosowane do wytwarzania kaszy w różnych zakładach przetwórczych charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością wszystkich oznaczanych związków wykazujących aktywność biologiczną. Było to w większym stopniu związane z odmiennymi cechami surowca wykorzystywanego przez poszczególne zakłady, niż z jego zmiennością na przestrzeni czasu w obrębie każdego z nich.
2. Cechy prozdrowotne kaszy gryczanej zależały od rodzaju i sposobu przeprowadzania operacji technologicznych w zakładach zajmujących się przetwórstwem gryki. Zawartość analizowanych związków decydujących o wartości żywieniowej kasz zmieniała się zarówno pod wpływem procesu obłuskiwania nasion, jak i obróbki hydrotermicznej. Obłuskiwanie w wysokim stopniu wpłynęło na zmiany ilościowe składników mineralnych, powodując obniżenie zawartości wapnia i manganu oraz zwiększenie poziomu cynku. Pod wpływem tego procesu zmniejszeniu uległa również zawartość rutyny, a poziom większości kwasów fenolowych wzrósł. O poziomie związków fenolowych decydował w największym stopniu

proces prażenia, który wpłynął na obniżenie ich zawartości ogólnej, powodując największe straty w poziomie kwasu kumarowego i rutyny. Proces prażenia wywarł mniejszy wpływ na składniki mineralne, powodując największe straty w zawartości magnezu oraz poziomie uwalnianego po trawieniu cynku i miedzi. Najwyższą wartością prozdrowotną charakteryzowały się kasze prażone w niskiej temperaturze, ponieważ wpłynęła ona na wzrost aktywności przeciwutleniającej, związany prawdopodobnie z mniejszymi stratami rutyny. W przypadku prowadzenia tego procesu w prażarkach bębnowych, wzrost potencjału przeciwutleniającego kaszy mógł być związany również ze wzrostem zawartości manganu, cynku i miedzi.

3. Wykazano zależności korelacyjne istotne statystycznie między większością oznaczanych związków fenolowych, a zawartością i biodostępnością składników mineralnych. Szczególne znaczenie wydają się mieć ich interakcje z żelazem i miedzią, co jest potwierdzeniem przeciwutleniającego działania związków fenolowych.

4. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że mechanizm zmian ilościowych składników występujących w nasionach gryki jest złożony, a zakres przemian zachodzących w czasie obróbki jest wypadkową cech surowca i parametrów procesu. Wykazanie, że zależności te dotyczą procesów technologicznych przeprowadzanych w warunkach przemysłowych sugeruje, że wartość odżywcza dostępnej na rynku kaszy gryczanej jest różna. Z przeprowadzonych badań wynika, że w kształtowaniu cech prozdrowotnych kaszy gryczanej większe znaczenie ma temperatura obróbki nasion, niż czas jej działania. W celu uzyskania najkorzystniejszej wartości prozdrowotnej kaszy, należałoby prowadzić proces prażenia nasion gryki w temperaturze zbliżonej do 100⁰C w takim czasie, który zapewni uzyskanie odpowiednich cech sensorycznych kaszy, nawet jeśli będzie on wynosił kilka godzin.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Po rozpoczęciu w roku 1991 pracy w Instytucie Żywienia Człowieka zajęłam się badaniami dotyczącymi zawartości związków mineralnych w mleku i wytwarzanych z niego serach podpuszczkowych, co było kontynuacją zagadnień związanych z analizą mleka i wyrobów mleczarskich, którą zajmowałam się w swojej pracy magisterskiej. Prowadziłam równocześnie bliską współpracę z pracownikami Katedry Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych poznając bliżej Panią prof. dr hab. Łucję Fornal, która zainteresowała mnie tematyką związaną z żywnością pochodzenia roślinnego. Grupą produktów pochodzenia

roślinnego zajmowałam się już w czasie studiów, będąc członkiem Koła Technologów Produktów Roślinnych, z którym w latach 1986-1988 wyjeżdżałam trzykrotnie na miesięczne staże przemysłowe do Zakładów Przetwórstwa Owoców i Warzyw w Dunie (Budapeszt, Węgry) i uczestniczyłam w Ogólnopolskim Seminarium Kół Naukowych, które odbywało się w roku 1989 w Poznaniu.

W latach 1994-1996 przebywałam na urlopie macierzyńskim i wychowawczym, a po powrocie do pracy ostatecznie zmieniłam kierunek moich badań naukowych. Za zgodą dotychczasowego opiekuna naukowego nie wróciłam już do badań dotyczących serów podpuszczkowych, a od roku 1996 znalazłam się pod opieką naukową Pani prof. dr hab. Łucji Fornal i rozpoczęłam badania do pracy doktorskiej, w prowadzeniu których bardzo pomocne okazało się dofinansowanie przyznane przez Komitet Badań Naukowych w ramach promotorskiego projektu badawczego pt. *Badanie związków między wartością przemiałową i barwą ziarna pszenicy, a zawartością kwasu ferulowego* (nr 6 P06G 039 20). Pracę doktorską o tym tytule obroniłam z wyróżnieniem dnia 17 października 2001. W roku 2002 zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta w Instytucie Towaroznawstwa i Oceny Jakości Żywności, który w roku 2005 w wyniku doskonalenia struktury organizacyjnej Uniwersytetu przekształcił się w Katedrę Towaroznawstwa i Badań Żywności, w której pracuję do dzisiaj. Zespół Katedry prowadzi badania dotyczące szeroko rozumianych aspektów oceny towaroznawczej żywności, a współpraca z koleżankami i kolegami jest dla mnie źródłem wielu inspiracji naukowych, co daje możliwość realizacji różnorodnych prac badawczych.

Moje zainteresowania naukowe obejmują kilka obszarów, związanych głównie z żywnością pochodzenia roślinnego i można je podzielić na następujące zagadnienia:

1. Badanie możliwości określania zawartości związków fenolowych na podstawie pomiaru barwy surowców roślinnych
2. Związki fenolowe jako czynnik różnicujący surowce i produkty roślinne
3. Wpływ procesów przetwórczych na cechy prozdrowotne żywności
4. Wybrane aspekty walidacji metod analitycznych
5. Określanie autentyczności produktów spożywczych

5.1. Badanie możliwości określania zawartości związków fenolowych na podstawie pomiaru barwy surowców roślinnych

Składniki fenolowe są związkami o udowodnionym działaniu prozdrowotnym, a ich zawartość zależy od wielu czynników, wśród których zasadnicze znaczenie mają cechy

gatunkowe i odmianowe surowca, a także warunki panujące w czasie uprawy i zbioru. Są to związki dość trudne w oznaczaniu, ponieważ charakteryzują się małą stabilnością w czasie wykonywania długotrwałych analiz. Oznacza się je najczęściej metodami chemicznymi, które są pracochłonne i kosztowne, a wysokość uzyskiwanych wyników zależy w dużym stopniu od rodzaju stosowanej procedury analitycznej i sposobu jej przeprowadzenia. Trudno jest w związku z tym określić jednoznacznie, czy różnice w ich zawartości wykazywane w pracach różnych autorów, wynikają ze zmienności badanych przez nich surowców, czy odmiennych warunków prowadzenia analiz. Uzyskanie bardziej powtarzalnych wyników umożliwiają metody wykorzystujące komputerowe systemy wizyjne. Cyfrowa analiza obrazu (DIA – ang. *digital image analysis*) jest jedną z technik kontroli jakości, która pozwala przeprowadzić automatyczną i wolną od błędów ocenę surowca, półproduktu i produktu, a za jej pomocą oprócz barwy, można również określić takie indywidualne cechy produktu, jak kształt czy wielkość. Umożliwia ona przeprowadzenie pomiarów w sposób szybki i powtarzalny, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie obiektywnych wyników kontroli jakości, a na podkreślenie zasługuje również fakt, że należy ona do technik przyjaznych dla środowiska, ponieważ pomiary nie wymagają stosowania odczynników i nie powodują niszczenia materiału badań.

Badania prowadzone przeze mnie w tym zakresie w ramach pracy doktorskiej dotyczyły określenia możliwości wykorzystania kwasu ferulowego, jako wskaźnika charakteryzującego wartość przemiałową ziarna pszenicy, a zatem i stopień czystości mąki, co było podstawą do poszukiwania związków między jego zawartością w okrywie nasiennej, barwą powierzchni ziarna i wartością przemiałową odmiany. Wykazano, że istnieją zależności korelacyjne istotne statystycznie między zawartością kwasu ferulowego, a niektórymi wyróżnikami barwy ziarniaków, co miało związek z wyciągiem mąki (praca doktorska oraz zał. 3 poz. 2.1, 2.2, 2.4, 6.4, 6.5).

W pracy 2.3 (zał. 3) prowadziłam również badania dotyczące wpływu nawożenia azotowego na zawartość związków fenolowych i barwę ziarniaków jęczmienia browarnego. Wykazałam w nich, że poziom nawożenia azotowego zmienia zawartość kwasów fenolowych uwalnianych z połączeń kompleksowych. Ilość kwasu ferulowego uwalnianego z tych połączeń zwiększała się pod wpływem wyższych dawek nawożenia azotowego i wykazywała związki z barwą ziarniaków.

Określenie zależności między barwą surowców roślinnych a zawartością związków fenolowych wydaje się ważne zwłaszcza dlatego, że może umożliwić opracowanie modelu matematycznego zależności, który pozwoli na szacowanie zawartości trudnych do oznaczania

składników fenolowych na podstawie szybkiego, obiektywnego i powtarzalnego pomiaru barwy. W dostępnej literaturze istnieją tylko pojedyncze prace, w których określano zależności korelacyjne między parametrami barwy mierzonymi z zastosowaniem cyfrowej analizy obrazu, a zawartością związków fenolowych. Dotyczyły one głównie owoców, a wyznaczone zależności miały na celu przede wszystkim określenie ich stabilności. Ze względu na zalety tej techniki, również w pracach prowadzonych po doktoracie zajmowałam się zagadnieniami dotyczącymi możliwości wykorzystania cyfrowej analizy obrazu do oceny barwy surowców roślinnych i określania za jej pomocą zawartości związków fenolowych (zał. 3 poz. 2.11, 2.13, 2.18, 3.5, 6.38, 6.39, 6.44). Prace te obejmowały zarówno zagadnienia teoretyczne (zał. 3 poz. 2.11 i 3.5), w których przedstawiłam możliwości wykorzystania cyfrowej analizy obrazu w przemyśle spożywczym, jak i wyniki badań eksperymentalnych, które wskazywały na konkretne zależności udokumentowane statystycznie (zał. 3 poz. 2.13, 2.18, 6.38, 6.39). Do pomiaru barwy używano w nich dwóch systemów: RGB i HSI. W pierwszym z nich określano wartość minimalną, maksymalną i średnią składowej czerwonej R (ang. *red*), zielonej G (ang. *green*) i niebieskiej B (ang. *blue*). Mogą one przyjmować wartości od 0 do 255 (wartość 0 określa barwę czarną, a wraz ze wzrostem do wartości 255 staje się ona jaśniejsza). W systemie HSI określano wartości liczbowe trzech parametrów: odcienia barwy H (ang. *hue*), jej nasycenia S (ang. *saturation*) oraz intensywności I (ang. *intensity*). Odcień H może przyjmować wartości od 0 do 360⁰ (ton czerwony uznawany jest za początek pełnego zakresu), natomiast parametry S i I mierzone są w zakresie od 0 do 100%. Wartość 0% w przypadku parametru S oznacza szarość, natomiast ta wartość dla parametru I odpowiada barwie czarnej. Nasycenie (S) wynoszące 100% określa barwę idealnie czystą, a ten wynik w przypadku intensywności (I) odpowiada barwie białej. W dwóch publikacjach (zał. 3 poz. 2.13, 2.18) i dwóch komunikatach naukowych (zał. 3 poz. 6.38 i 6.39) wykazałam, że komputerowa analiza obrazu jest dobrym narzędziem umożliwiającym ocenę barwy nasion gryki i jej zmian zachodzących w trakcie procesów technologicznych. Do tego celu najlepiej nadawała się analiza składowej czerwonej (R) i niebieskiej (B) w systemie RGB oraz określanie odcienia barwy (H) i jej intensywności (I) prowadzone w systemie HSI. Analizowane systemy pomiaru barwy umożliwiały odróżnienie nasion gryki na poszczególnych etapach obróbki technologicznej w obrębie każdego z prowadzących ją zakładów przetwórczych, ale nie pozwalały na odróżnienie tego samego rodzaju próbek pobieranych z różnych zakładów (mierzone parametry były statystycznie jednakowe dla próbek nasion i kaszy pochodzących z różnych kaszarni). Świadczyło to o tym, że różnice w stosowanych w poszczególnych

zakładach parametrach obróbki hydrotermicznej nie wpływały na różnice w zabarwieniu wytwarzanych kasz. Produktem wyróżniającym się ze względu na barwę spośród wszystkich analizowanych była kasza nieprażona.

Badania prowadzone w pracy 2.18 (zał. 3) miały na celu określenie zależności między barwą powierzchni ziarniaków gryki, a zawartością występujących w nich związków fenolowych. Do szczegółowych analiz wybrano takie wyróżniki określające poziom tych związków, jak: ogólna ich zawartość, zawartość wybranych kwasów fenolowych: ferulowego, kumarowego, syringowego i wanilinowego oraz rutyny. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że istnieją zależności korelacyjne istotne statystycznie między zawartością polifenoli ogółem a wartością maksymalną składowej B ($r=0,9988$) co oznacza, że im większa jest zawartość związków fenolowych w analizowanych produktach gryczanych, tym wyższa wartość składowej B_{max} opisuje jej barwę. Odwrotną zależność ($r=-0,9999$), wykazano między zawartością kwasu syringowego a wartością maksymalną składowej H, co oznacza, że im większa jest zawartość tego kwasu, tym niższa wartość tego parametru charakteryzuje odcień barwy analizowanych produktów. Stwierdzono również wysoką zależność korelacyjną między parametrem H_{max} a zawartością rutyny ($r=0,9983$), co świadczy o tym, że wraz ze wzrostem zawartości rutyny, zwiększa się wartość parametrów opisujących odcień barwy badanych produktów.

Badania zmierzające w kierunku określenia zależności między barwą nasion gryki i uzyskanej z nich kaszy, a zawartością związków fenolowych, prowadzono jako część projektu badawczego pt. *Ocena cech prozdrowotnych kaszy gryczanej w zależności od surowca, procesu produkcji i przechowywania* (nr N N312 469140). Zasadniczym jego celem było określenie zawartości występujących w nasionach gryki i kaszach związków wykazujących pozytywny wpływ na organizm człowieka oraz ich zmian w zależności od różnych parametrów prowadzonej w warunkach przemysłowych obróbki nasion. Wyniki badań realizowanych w tym zakresie wykorzystano do opracowania scharakteryzowanej w punkcie 4.1 monografii habilitacyjnej, przedstawionej jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego, oraz w punkcie 5.3. Badania dotyczące zależności między barwą nasion gryki i uzyskanej z nich kaszy, a zawartością związków fenolowych wyłączone z monografii habilitacyjnej w celu przedstawienia w sposób jak najbardziej przejrzysty wyników określających zmianę cech prozdrowotnych kaszy gryczanej pod wpływem stosowanej w warunkach przemysłowych obróbki nasion. Duża ilość uzyskanych wyników dotyczących oceny barwy (jej pomiar przeprowadzano dla 150 ziarniaków każdego rodzaju) nie została jeszcze opublikowana, ponieważ wymagają one

szczegółowego opracowania statystycznego, a po zakończeniu realizacji projektu finansowanego przez NCN skoncentrowałam się głównie na opracowaniu wyników dotyczących cech prozdrowotnych nasion gryki.

Aby stwierdzić, czy możliwe jest określanie zawartości związków fenolowych za pomocą pomiaru barwy surowców roślinnych, należy potwierdzić wykazane zależności korelacyjne prowadząc dalsze badania w tym kierunku na próbkach o większej liczebności. Takie badania są prowadzone przez mgr inż. Aleksandrę Majkowską w ramach Jej pracy doktorskiej pt. *Wykorzystanie cyfrowej analizy obrazu do szacowania zawartości związków fenolowych w ziarnie pszenicy zwyczajnej*, której jestem promotorem pomocniczym. Stopień zaawansowania tych badań jest wysoki, ponieważ Rada Wydziału Nauki o Żywności na posiedzeniu w dniu 17 czerwca 2016 wszczęła postępowanie celem nadania mgr inż. Aleksandrze Majkowskiej stopnia naukowego doktora nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i wyznaczyła recenzentów (Uchwały Rady Wydziału Nauki o Żywności nr 260-262), a przewidywany termin obrony pracy to wrzesień br.

5.2. Związki fenolowe jako czynnik różnicujący surowce i produkty roślinne

Badania prowadzone w ramach pracy doktorskiej wskazały na duże różnice w zawartości związków fenolowych między analizowanymi odmianami pszenicy. Skłoniło mnie to do szerszego spojrzenia na to zagadnienie, biorąc pod uwagę różne surowce i produkty pochodzenia roślinnego. Oprócz pszenicy analizowałam zawartość tych związków w różnych odmianach jęczmienia, żyta i gryki, a także grochu, dzikiej róży i jabłek oraz w liściach i naparach różnych rodzajów herbaty, a zagadnienia te omówiłam w 15 publikacjach (zał. 3 poz. 1.1, 1.3, 2.3, 2.5-2.10, 2.12, 2.20, 3.1-3.4) i 20 komunikatach naukowych (zał. 3 poz. 6.2-6.3, 6.7-6.10, 6.12-6.14, 6.16-6.17, 6.20, 6.22, 6.25-6.27, 6.40, 6.43, 6.47, 6.49).

Związki fenolowe charakteryzują się dużą różnorodnością budowy chemicznej. Występują między innymi w postaci wolnej i związanej z takimi składnikami, jak cukry i kwasy organiczne. Zidentyfikowano ponad 800 aglikonów i około 4000 tych związków w formie glikozydów, estrów oraz w innych połączeniach. Wśród składników fenolowych zasadnicze znaczenie mają flawonoidy i kwasy fenolowe. W powstałych pracach przeglądowych przedstawiłam szczegółową charakterystykę tej grupy związków oraz ich rolę w nadawaniu określonych cech produktom otrzymywanym w wyniku procesów przetwórczych. W pracy 1.1. scharakteryzowałam szczegółowo budowę i właściwości kwasu

ferulowego, który należy do najważniejszych składników fenolowych zbóż. Jest on umiejscowiony głównie w okrywie nasiennej, warstwie aleuronowej i zarodku, a jedynie w śladowych ilościach obecny jest w bielmie skrobiowym ziarniaków. W otrębach pszenicy miękkiej i twardej może się pojawiać w połączeniach z sacharydami i białkami. Występuje on w połączeniach estrowych z łańcuchami hemicelulozowymi, głównie z resztami arabinozowymi. Może również polimeryzować z ligniną, tworząc wiązania odporne na działanie związków alkalicznych. W pracy tej zostały omówione szczegółowo połączenia estrowe kwasu ferulowego z arabinoksylianami oraz ich rola w tworzeniu struktur arabinoksylianowych ziarniaków pszenicy, co ma wpływ na cechy reologiczne ciasta i jakość pieczywa. Wskazano w niej na znaczenie tego kwasu w tworzeniu się ciasta kleistego, co może wynikać z jego przyłączania się do łańcucha β -glukanu. Na uwagę zasługuje fakt, że praca ta została zauważona przez wielu autorów i zacytowano ją 43 razy w takich czasopismach, jak np. Food Chemistry, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Cereal Chemistry, Journal of Cereal Science, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Journal of Nutrition, International Journal of Food Science, Agricultural and Food Science and Technology, Molecular Plant-Microbe Interactions, Food Microbiology, Molecules, Plant Molecular Biology, European Journal of Organic Chemistry oraz w Food Biotechnology.

W pracach 2.5 i 2.6 (zał. 3) omówiłam strukturę chemiczną, podział i właściwości związków fenolowych jęczmienia i chmielu oraz ich wpływ na jakość piwa. Wykazałam, że w piwie gotowym około 80% polifenoli pochodzi ze słodu, a 20% z chmielu. Główne związki tej grupy występujące w jęczmieniu to estry (tannoidy) i glikozydy (kwercetyny), natomiast chmiel zawiera 10-krotnie większą ilość garbników, w porównaniu z jęczmieniem (oprócz katechiny także epikatechinę z odpowiednimi homologami proantocyjanidyny). W pracy przedstawiono też różnorodne funkcje związków fenolowych i określono ich znaczenie na poszczególnych etapach procesu technologicznego produkcji piwa. Podkreślono fakt, że używanie różnej jakości surowców oraz stosowanie zmiennych parametrów technologicznych w czasie produkcji i fermentacji brzezki oraz w procesie dojrzewania, ma zasadniczy wpływ na zawartość związków fenolowych, których największe ubytki obserwuje się w czasie gotowania brzezki. Różnice w zawartości związków fenolowych występujących w różnych odmianach jęczmienia browarnego scharakteryzowałam w pracy 3.1 (zał. 3). Wykazałam w niej, że badane odmiany różniły się między sobą pod względem ogólnej zawartości tych związków, a największe różnice dotyczyły kwasu ferulowego. Wpływ cech odmianowych jęczmienia na zawartość związków fenolowych wykazałam również w pracach 1.3, 2.3, 6.5, 6.13 i 6.20 (zał. 3).

W pracy 2.8 (zał. 3) scharakteryzowałam zawartość związków fenolowych w różnych odmianach pszenicy zwyczajnej wykazując, że ich poziom zależy od cech odmianowych analizowanego ziarna pszenicy, ale nie ma związków z ich wartością technologiczną (klasą jakości). Badania przedstawione w pracy 3.2 (zał. 3) wskazują na to, że kwas ferulowy może być wyróżnikiem przynależności odmianowej ziarniaków żyta, natomiast nie jest możliwe na podstawie jego zawartości odróżnienie formy ozimej od jarej, natomiast w pracy 2.12 (zał. 3) wykazano, że zawartość związków fenolowych umożliwia odróżnienie wybranych gatunków i odmian róż.

Celem pracy 2.7 (zał. 3) było przedstawienie zagadnień dotyczących rodzaju i właściwości związków biologicznie aktywnych występujących w gryce. Opracowałam ją na podstawie dostępnego piśmiennictwa charakteryzując szczegółowo wszystkie składniki chemiczne nasion gryki wpływające na jej cechy prozdrowotne. Omówiłam mechanizm przeciwutleniającego działania związków fenolowych i ich zawartość w różnych częściach nasion i rośliny gryki oraz w przetworach gryczanych. Porównując nasiona gryki z innymi rodzajami surowców roślinnych podkreśliłam celowość wykorzystywania ich jako surowca do produkcji żywności funkcjonalnej, nie tylko ze względu na zawartość polifenoli, ale również z powodu występowania różnych form izomerycznych inozytolu, który może być skutecznym regulatorem poziomu insuliny. Opracowanie tej pracy i uczestnictwo w XIV Krajowym Sympozjum Gryczanym, które miało miejsce w dniach 28-29 czerwca 2005r. w Olsztynie, przyczyniły się do tego, że zajęłam się badaniem nasion gryki bardziej szczegółowo, co ukierunkowało moją dalszą drogę naukową. Zagadnienia związane z tym surowcem i uzyskiwanymi z niego przetworami omówione zostały w 10 publikacjach (zał. 3 poz. 1.3, 2.9, 2.13, 2.15, 2.18-2.20, 3.3, 3.5, 4.1) i 17 komunikatach naukowych (zał. 3 poz. 6.1, 6.3, 6.10, 6.16-6.17, 6.32-6.33, 6.35-6.40, 6.43, 6.47-6.48, 6.51), stały się również inspiracją do złożenia wniosku o grant habilitacyjny, którego realizacja (nr projektu N N312 469140) przyczyniła się do opracowania monografii, wskazywanej jako osiągnięcie naukowe w moim postępowaniu habilitacyjnym (punkt 4). We wszystkich pracach dotyczących nasion gryki i przetworów gryczanych wskazywałam na to, że zawartość związków biologicznie aktywnych (w tym składników fenolowych) jest czynnikiem różnicującym badane produkty, ponieważ w istotnym stopniu zależy od cech odmianowych nasion i rodzaju stosowanych w ich przetwórstwie procesów technologicznych. W pracy 1.3 (zał. 3) wykazałam, że nasiona trzech różnych odmian gryki odznaczają się kilkukrotnie wyższą zawartością związków fenolowych, w porównaniu z analizowanymi odmianami grochu i jęczmienia, a składnikami fenolowymi najbardziej różnicującymi analizowane

odmiany był kwas kumarowy i syringowy. Praca ta została zacytowana 20 razy w takich czasopismach jak: Current Medicinal Chemistry, European Journal of Organic Chemistry, Industrial Crops and Products, Molecules czy kilkakrotnie w Plant Foods for Human Nutrition. W pracach 2.9, 2.20, 3.3, 6.3, 6.16-6.17, 6.20 i 6.40 (zał. 3) analizowano zawartość związków fenolowych w różnych produktach uzyskiwanych z nasion gryki i w każdej z nich wykazano między nimi znaczące różnice ze względu na zawartość tych związków.

5.3. Wpływ procesów przetwórczych na cechy prozdrowotne żywności

Moje zainteresowanie nasionami gryki i określanie czynników wpływających na zawartość występujących w nich związków bioaktywnych, skłoniły mnie do szczegółowej analizy czynników innych, niż jej cechy odmianowe, które mogą decydować o wartości prozdrowotnej nasion. Wykorzystuje się je najczęściej do produkcji kaszy, ale na rynku znaleźć można również inne produkty z nich wytwarzane, takie jak np. mąka, płatki, zmielona łuska oraz produkty ekstrudowane i ekspandowane. Ze względu na zmiany organizacyjne mające miejsce na Wydziale Nauki o Żywności i utworzenie w roku 2005 Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności, w której pracuję od początku jej istnienia, celowe stało się prowadzenie badań związanych z oceną towaroznawczą żywności dostępnej na rynku. Ciekawe wydawało się połączenie badań tego rodzaju, z interesującymi mnie zagadnieniami dotyczącymi cech prozdrowotnych gryki, w związku z czym zajęłam się analizowaniem dostępnych na rynku przetworów uzyskiwanych z jej nasion, w kontekście zarówno ich podstawowej oceny towaroznawczej, jak i zawartości składników wykazujących aktywność biologiczną. W pracach 2.9, 2.20, 3.3, 6.3 i 6.40 (zał. 3) badano zawartość związków bioaktywnych we wszystkich dostępnych wówczas na rynku przetworach gryczanych i wykazano między nimi znaczne zróżnicowanie. Dotyczyło ono zarówno produktów tego samego rodzaju, np. kasz gryczanych wytwarzanych w różnych zakładach, jak i różnic między wyrobami odmiennego typu. Najwyższą zawartością związków fenolowych charakteryzowała się mąka gryczana i kasza nieprażona, natomiast kasze prażone były bardzo zróżnicowane ze względu na poziom tych związków, w zależności od zakładu, w którym je wyprodukowano. Kasze stanowiły najliczniejszą grupę dostępnych na rynku przetworów gryczanych, a zaobserwowane między nimi różnice dotyczyły nie tylko zawartości polifenoli, ale również w mniejszym stopniu białka. Pozwalało to przypuszczać, że zawartość tych związków zależy nie tylko od cech odmianowych surowca, ale również od warunków stosowanych w czasie ich przemysłowej produkcji. Ponieważ w wyniku kontaktu

z producentami analizowanych kasz nie udało się ustalić parametrów stosowanej w ich zakładach obróbki, postanowiłam zgłębić zagadnienie wpływu przemysłowej obróbki nasion gryki na ich cechy prozdrowotne poprzez aplikowanie o grant badawczy. Środki na jego realizację zostały przyznane w roku 2011, a jego realizacja trwała do roku 2014. Był to wspomniany wyżej projekt badawczy habilitacyjny pt. *Ocena cech prozdrowotnych kaszy gryczanej w zależności od surowca, procesu produkcji i przechowywania* (nr N N312 469140), którego zasadniczym celem było określenie cech prozdrowotnych nasion gryki i uzyskanej z nich kaszy, w zależności od różnych parametrów prowadzonej w warunkach przemysłowych obróbki nasion. Ponieważ projekt ten obejmował dużą ilość analiz, to uzyskane wyniki wykorzystano do kilku opracowań. Część z nich posłużyła do przygotowania scharakteryzowanej w punkcie 4.1 monografii habilitacyjnej (zał. 3 poz. 4.1 i zał. 4), przedstawionej jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego. Omówiono w niej szczegółowo wpływ procesów przetwórczych na cechy prozdrowotne kaszy gryczanej, a wyniki nie wykorzystane do jej opracowania posłużyły do przygotowania czterech publikacji (zał. 3 poz. 2.13, 2.18, 2.19, 3.5) i 10 komunikatów naukowych (zał. 3 poz. 6.1, 6.32-6.33, 6.36-6.39, 6.43, 6.47-6.48). Scharakteryzowano w nich zmiany oznaczanych składników zachodzące pod wpływem technologicznej obróbki nasion wykazując, że ich zakres jest wypadkową cech surowca i parametrów procesu. Proces obłuskiwania i prażenia nasion powodował w każdym cyklu badań zmiany istotnie statystycznie większości oznaczanych wyróżników. Obróbka hydrotermiczna miała największy wpływ na ogólną zawartość związków fenolowych, która pod wpływem prowadzenia tego procesu w niektórych kaszarniach obniżała się nawet trzykrotnie. Na prośbę jednego z zakładów, z którego pobierano próbki do badań, dokonałam również analizy różnic w zawartości związków biologicznie aktywnych w kaszach produkowanych sposobem tradycyjnie stosowanym w tym zakładzie przez wiele lat i sposobem modyfikowanym, który próbowano wprowadzić do użycia. Proces obróbki hydrotermicznej prowadzony był tam za pomocą prażarki bębnowej, czyli bębna walcowego o wymiarach 2,5x1,5 m, do którego dozuje się nasiona gryki i wodę, a następnie wprowadza w ruch obrotowy nad paleniskiem szamotowym ogrzewanym drewnem dębowym. Proces ten kończył się wtedy, gdy wprowadzona do bębna woda odparowała, co trwało zwykle od 6 do 7 godzin. Zakład ten próbował wprowadzić nowy sposób ogrzewania prażarki bębnowej, który polegał na wykorzystaniu energii cieplnej uzyskiwanej ze spalania łuski gryczanej. W pracy 2.19 (zał. 3) wykazałam, że ten sposób ogrzewania wpływa negatywnie na zawartość związków fenolowych powodując 30% obniżenie ich zawartości. Było to prawdopodobnie związane

z nierównomiernym sposobem przekazywania energii cieplnej uzyskanej ze spalania łuski gryczanej, o czym świadczyło niejednorodne zabarwienie próbek pobieranej kaszy, wśród których znajdowały się nasiona spalone, co mogło wynikać z testowania mocy nowego źródła energii. Wyniki te wskazały na konieczność doskonalenia tego sposobu pozyskiwania energii w celu opracowania takich rozwiązań technicznych, które wpłyną na zapewnienie jak najwyższej wartości odżywczej produkowanej kaszy. W pracy 2.19 (zał. 3) analizowałam również wpływ 12 miesięcznego przechowywania kaszy gryczanej na zawartość związków fenolowych i wykazałam, że zmiany ich zawartości zależą od sposobu produkcji kaszy. W większości próbek przechowywanej kaszy prażonej ogólna zawartość związków fenolowych obniżała się systematycznie w czasie całego okresu przechowywania, czego nie zaobserwowano w przypadku kaszy nieprażonej, co świadczy o tym, że wyższa temperatura i dłuższy czas obróbki hydrotermicznej inicjują przemiany związków fenolowych prowadzące do spadku ich stabilności. Czas przechowywania wpływał w podobnym stopniu na zawartość rutyny, niezależnie od rodzaju stosowanej obróbki hydrotermicznej, a największe obniżenie jej zawartości miało miejsce po 8 miesiącach przechowywania.

Analizując wpływ procesów przetwórczych na wartość odżywczą kaszy gryczanej zajmowałam się również badaniem otrzymanej z jednego z zakładów łuski gryczanej, która powstaje jako produkt uboczny przy produkcji kaszy. Uzyskane przeze mnie wyniki wskazujące na jej wysoką wartość odżywczą, wynikającą przede wszystkim z obecności dużej ilości związków przeciwutleniających, przyczyniły się do wykorzystania jej jako dodatku do oleju rzepakowego, co wpływało korzystnie na jego stabilność (zał. 3 poz. 6.51). Niepublikowane wyniki analiz pełnego składu chemicznego łuski gryczanej zostały przeze mnie przekazane zakładowi z którego ją uzyskałam, i przyczyniły się do wprowadzenia drobno zmielonej łuski gryczanej do powszechnej sprzedaży, jako produkt o nazwie „Błonnik gryczany”.

Analizując wpływ procesów przetwórczych na cechy prozdrowotne żywności, prowadziłam również badania mające na celu określenie wpływu rodzaju herbaty i czasu ekstrakcji liści, na zawartość związków fenolowych i składników mineralnych (zał. 3 poz. 2.10, 3.4, 6.2, 6.21, 6.22, 6.26, 6.27). Wykazano w nich, że najlepszym źródłem tych związków jest herbata zielona (w porównaniu z czarną, czerwoną i białą), a zawartość w jej naparach wodnych związków wykazujących aktywność biologiczną wzrasta systematycznie w miarę wydłużania czasu ekstrakcji liści. Zależność ta pozwoliła na stwierdzenie, że ze względu na pozytywny wpływ związków fenolowych na zdrowie człowieka, czas sporządzania naparów powinien być dłuższy, niż zalecany w normach. Suche

liście herbaty zielonej były również najbardziej podatne na straty związków fenolowych, które zaobserwowano pod wpływem ich przechowywania (w temperaturze pokojowej). Po 12 miesiącach tego procesu zaobserwowano obniżenie poziomu polifenoli o 60%, w porównaniu z ich zawartością początkową. Wykazano również, że na poziom związków fenolowych w istotnym stopniu wpływa miejsce uprawy, a najlepszym źródłem oznaczanych składników była herbata zielona pochodząca z Japonii, co w połączeniu z prowadzonymi przeze mnie badaniami towaroznawczymi herbat dostępnych wówczas na rynku pozwoliło na stwierdzenie, że jest ona najlepszym dla konsumentów źródłem związków wykazujących działanie prozdrowotne.

Uczestniczyłam również w badaniach dotyczących wpływu obróbki termicznej i przechowywania na zawartość folianów i produktów reakcji Maillarda w produktach spożywczych. Foliiany mają duże znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka, a ich niedobory mogą powodować zaburzenia w rozwoju cewy nerwowej, niedokrwistość megaloblastyczną, nasilenie procesów miażdżycowych, zmiany w ośrodkowym układzie nerwowym czy rozwój niektórych typów nowotworów. W związku z dążeniem do tego, aby wskazać te produkty spożywane w codziennej diecie, które są dobrym źródłem tych związków, w pracy 1.2 (zał. 3) analizowano zawartość folianów w różnych rodzajach pieczywa żytniego oraz zmiany ich zawartości pod wpływem procesu przechowywania (w temperaturze -18°C). Wykazano, że chleb z dodatkiem zakwasu charakteryzował się niższą zawartością tych związków, w porównaniu z chlebem wypieczonym z dodatkiem drożdży. Pod wpływem pierwszych dwóch tygodni przechowywania nie zaobserwowano istotnych zmian zawartości folianów, natomiast po 5 tygodniach ich poziom obniżył się o 14% w obu rodzajach pieczywa. Największe obniżenie zawartości tych związków miało miejsce po 16 tygodniach przechowywania i było wyższe w chlebie z dodatkiem zakwasu. Wpływ procesów przetwórczych na zawartość folianów w różnych rodzajach produktów spożywczych omówiono również w formie komunikatów prezentowanych na konferencjach (zał. 3 poz. 6.11, 6.18 i 6.19).

Ważne znaczenie w kształtowaniu cech prozdrowotnych żywności mają też reakcje nieenzymatycznego brunatnienia. Powodują one wiele zmian wpływających na wartość odżywczą żywności, a powstający akrylamid może działać na organizm człowieka genotoksycznie, neurotoksycznie i kancerogennie. Należy kontrolować zawartość tego związku w żywności dostępnej na rynku i określać czynniki wpływające na jego zawartość, w związku z czym uczestniczyłam w badaniach prowadzonych w tym zakresie. W pracy 1.4 (zał. 3) analizowano zawartość tego związku w dostępnych na rynku mrożonych frytkach

ziemniaczanych i wykazano, że występował on we wszystkich z nich. Zawartość tego związku wzrastała pod wpływem prowadzonej w warunkach laboratoryjnych obróbki termicznej, a tempo jego tworzenia zwiększało się wraz ze wzrostem temperatury i czasu ogrzewania. Największe ilości tego związku powstawały przy zastosowaniu ogrzewania mikrofalowego, w porównaniu z tradycyjnymi sposobami obróbki, takimi jak np. smażenie czy pieczenie. W pracy 2.16 (zał. 3) wykazano, że istnieją istotne różnice w zawartości akrylamidu nie tylko między różnymi rodzajami pieczywa dostępnego na rynku, ale także między miększem i skórką pieczywa jednego typu. W pracy 1.5 (zał. 3) wykazano, że na zawartość akrylamidu wpływa również proces przechowywania produktów spożywczych, który w większości z nich powoduje obniżanie zawartości tego związku, co zależy od temperatury i czasu przechowywania oraz rodzaju produktów. Wyniki badań dotyczących występowania w żywności akrylamidu i innych związków powstających w wyniku reakcji Maillarda przedstawiono również w postaci komunikatów prezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych (zał. 3 poz. 6.23, 6.28, 6.29, 6.34).

5.4. Wybrane aspekty walidacji metod analitycznych

Wykonywane przeze mnie prace analityczne i prowadzenie zajęć z przedmiotu *Walidacja metod analitycznych* skłoniły mnie do zainteresowania się czynnikami, które wpływają na stopień rzetelności i wiarygodności uzyskiwanych wyników badań laboratoryjnych. Zagadnienia te omówiłam szczegółowo w dwóch publikacjach opracowanych na prośbę redakcji Przeglądu Mleczarskiego (zał. 3 poz. 3.6 i 3.7). Mimo, że nie jest to czasopismo, które znajduje się w wykazie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, to przygotowanie tych prac i ich odbiór przez czytelników, sprawiły mi dużą przyjemność i satysfakcję. Scharakteryzowałam w nich czynniki, które wpływają na wyniki analiz laboratoryjnych oraz wskazałam na potencjalne źródła błędów, które mogą wystąpić na każdym etapie drogi analitycznej, począwszy od pobierania próbek do badań, a skończywszy na pomiarze, obliczeniach i wnioskowaniu. Omówiłam szczegółowo wyróżniki (m.in. czułość, dokładność, precyzję, granicę wykrywalności i oznaczalności), które powinny być analizowane w czasie przeprowadzania pełnego procesu walidacji metody analitycznej i obowiązujące według aktualnych wytycznych kryteria ich akceptacji. Wskazałam na potrzebę sprawdzania kompetencji laboratoriów analitycznych poprzez udział w międzylaboratoryjnych badaniach biegłości analitycznej oraz scharakteryzowałam znaczenie materiałów referencyjnych.

Aspekty metodyczne wykorzystywanych przeze mnie technik analitycznych zgłębiałam również w pracach eksperymentalnych, których celem było określenie przydatności stosowanych metod do założonych zadań analitycznych. W pracy 2.13 (zał. 3) określiłam możliwość wykorzystania komputerowej analizy obrazu do oceny barwy nasion gryki w czasie procesu technologicznego, a w pracy 2.15 (zał. 3) przedstawiłam ocenę wybranych parametrów metody wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) wykazując, że jest ona dobrym narzędziem do oznaczania związków fenolowych w kaszach gryczanych. Uczestniczyłam również w badaniach wykazujących przydatność metody HPLC do oznaczania akrylamidu w wielu produktach spożywczych, nawet o skomplikowanych matrycach (zał. 3 poz. 6.23). Prowadziłam również badania dotyczące walidacji spektrofotometrycznej metody oznaczania związków fenolowych, która jest metodą powszechnie stosowaną do określania ogólnej zawartości tych związków (zał. 3 poz. 6.15). Wykazano w nich, że spełnia ona kryteria czułości i precyzji ustanowione dla metod analitycznych, natomiast jej dokładność wyznaczona na podstawie odzysku wzorca mieści się w tych kryteriach jedynie przy najniższym dodatku substancji wzorcowej, z czego wynika konieczność stosowania jej w określonym zakresie stężeń związków fenolowych, co potwierdzono również przeprowadzając analizę krzywej wzorcowej.

Uczestniczyłam również w badaniach do pracy 6.46 (zał. 3), w której porównano różne metody wykorzystywane do oceny stabilności oksydacyjnej lipidów. Wykazano w nich, że ze względu na precyzję mierzoną w warunkach powtarzalnych i odtwarzalnych najlepiej do tego celu nadają się metody zautomatyzowane (Rancimat i PetroOxy), a aspekty dotyczące zagadnień analitycznych związanych ze sposobami określania zmian zachodzących w tłuszczach omówiono również w pracy 6.52 (zał. 3).

Zagadnienia dotyczące wybranych aspektów metod analitycznych wykorzystałam również do opracowania nieopublikowanego jeszcze skryptu do ćwiczeń z przedmiotu *Walidacja metod analitycznych*, realizowanego dla studentów kierunku Towaroznawstwo.

5.5. Określanie autentyczności produktów spożywczych

Ważnym kryterium decydującym o jakości żywności jest jej skład chemiczny, a konsumenci coraz częściej podejmują decyzję o zakupie produktu spożywczego, biorąc pod uwagę wykaz składników podany na opakowaniu. Informacje które muszą być tam podane, są w większości krajów ustalone prawnie, a skład żywności powinien odpowiadać podanemu na opakowaniu. Zdarza się jednak, że producenci fałszują żywność, co może być działaniem

przypadkowym lub celowym. Istnieje wiele przyczyn fałszowania żywności, a wśród nich wymienia się: chęć zysku, zwiększenie konkurencyjności cenowej produktu, ukrycie faktycznego pochodzenia i niewłaściwej jakości produktu, rzadziej ukrycie błędów w procesie technologicznym. Ze względu na skalę i znaczenie tego problemu uczestniczę w badaniach, których celem jest określenie autentyczności produktów spożywczych dostępnych na rynku. W publikacji 2.17 (zał. 3) scharakteryzowano znaczenie, jakie mają dla konsumentów atrybuty określające autentyczność żywności, co omówiono na podstawie żywności tradycyjnej, a w publikacjach 3.8 i 5.2 (zał. 3) przedstawiono zagadnienia związane z autentycznością tłuszczu mlekowego. Wykazano w nich, że problem zafałszowania na rynku masła jest poważny, ponieważ w sprzedaży znaleźć można takie mieszanki różnych tłuszczów, które bez szczegółowych analiz laboratoryjnych są trudne do odróżnienia od oryginalnego tłuszczu mlekowego. W prowadzonych przez nas pracach wykazaliśmy, że obecnie stosowana metoda opierająca się jedynie na podstawie profilu triacylogliceroli nie jest jednoznaczna, dlatego należy łączyć ją z analizą zawartości innych składników, np. poprzez stosowanie technik chemometrycznych.

6. Podsumowanie dorobku naukowo-badawczego

Mój dorobek naukowy stanowią przede wszystkim (tab. 1):

- **monografia naukowa** pt. *Ocena cech prozdrowotnych kaszy gryczanej w zależności od zastosowanego surowca i procesu produkcji*, stanowiąca osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki;
- **37** oryginalnych prac twórczych (w tym 5 przeglądowych w recenzowanych czasopismach) i **60** komunikatów przedstawionych na konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych (w **bazie Web of Science uwzględnionych jest 6 publikacji i 3 komunikaty**);
- **1** ekspertyza i **6** niepublikowanych sprawozdań i raportów;
- realizacja **grantu promotorskiego** (główny wykonawca);
- realizacja **grantu habilitacyjnego** (kierownik projektu);
- sumaryczny Impact Factor¹ moich publikacji: **13,107**;
- liczba cytowań wg Web of Science²: **86** (85 bez autocytowań), wg Scopus: **102** (101);
- Indeks Hirscha wg bazy Web of Science i Scopus: **4**.

Tabela 1. Tabelaiczny wykaz dorobku naukowego

Kategoria	Liczba publikacji	IF ¹	Liczba cytowań ²	Punkty ³ MNiSW ₂₀₁₆
Oryginalne prace twórcze przed uzyskaniem stopnia doktora				
Publikacje w czasopismach wymienionych w części B wykazu MNiSW ₂₀₁₆	3	-	-	41
Oryginalne prace twórcze po uzyskaniu stopnia doktora				
Publikacje w czasopismach wymienionych w części A wykazu MNiSW ₂₀₁₆ (znajdujące się w bazie Journal Citation Reports - JCR)	5	13,107	84	185
Publikacje w czasopismach wymienionych w części B wykazu MNiSW ₂₀₁₆	17	-	2	134
Publikacje w czasopismach nie wymienionych w wykazie MNiSW ₂₀₁₆ :				
- prace naukowe	4	-	-	-
- prace popularno-naukowe	5	-	-	-
Monografie naukowe w języku polskim	1	-	-	25
Rozdziały w monografiach naukowych w języku polskim	2	-	-	8
Referaty, komunikaty i doniesienia naukowe na konferencjach krajowych i międzynarodowych				
- przed uzyskaniem stopnia doktora	4	-	-	
- po uzyskaniu stopnia doktora (w tym uwzględnione w Web of Science)	56	-	-	45
Razem cały dorobek naukowy	97	13,107	86	438

¹ Impact Factor wg listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania (w przypadku publikacji z roku 2016 i 2017, dla których IF nie został obliczony, podano ostatni aktualny)

² Liczba cytowań wg Web of Science na dzień 11 kwietnia 2017

³ Punkty MNiSW wg Komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 9 grudnia 2016 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach

7. Podsumowanie pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Oprócz aktywności naukowo-badawczej omówionej wyżej, wykonałam również 13 recenzji artykułów dla 5 czasopism naukowych (w tym dwóch z listy A). W czasie mojego zatrudnienia prowadziłam zajęcia dla studentów czterech Wydziałów (Nauki o Żywności, Nauk Medycznych, Bioinżynierii Zwierząt oraz Nauk Ekonomicznych) i sześciu kierunków studiów. Przygotowałam i prowadziłam wykłady z sześciu przedmiotów, a ćwiczenia z czternastu przedmiotów. Byłam promotorem 84 prac dyplomowych, a obecnie jestem promotorem pomocniczym w postępowaniu doktorskim.

Aktywnie uczestniczę w życiu Uniwersytetu i Wydziału: przez jedną kadencję byłam przedstawicielem adiunktów w Senacie UWM, przez dwie kadencje byłam przedstawicielem adiunktów w Radzie Wydziału, byłam też członkiem Komisji Skrutacyjnej RW i przez 10 lat

członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej. Obecnie jestem sekretarzem Wydziałowej Komisji Dydaktycznej i członkiem zespołu programowego ds. kierunku Towaroznawstwo. Uczestniczyłam w pracach przy tworzeniu programu kształcenia dla nowych specjalności utworzonych na kierunku Towaroznawstwo (Menedżer produktu i Menedżer laboratorium badań żywności na studiach I stopnia oraz Zarządzanie procesami w produkcji i usługach i Menedżer usług gastronomiczno-hotelarskich na studiach II stopnia).

Jestem współautorem informatora ECTS utworzonego w ramach przygotowań do akredytacji Wydziału i sporządziłam 15 protokołów z publicznych obron prac doktorskich oraz 3 z kolokwiów habilitacyjnych. W latach 2001-2006 byłam opiekunem roku na kierunku Towaroznawstwo, opracowałam też samodzielnie pierwszą wersję Poradnika dyplomanta, który jest umieszczony na stronie internetowej Wydziału Nauki o Żywności i służy studentom jako pomoc, zarówno w planowaniu i organizacji badań realizowanych do pracy dyplomowej, jak i w przygotowaniu formy pisemnej pracy.

Czterokrotnie otrzymałam nagrody JM Rektora UWM (za działalność dydaktyczną i organizacyjną). Byłam członkiem komitetu organizacyjnego 3 konferencji, które odbywały się na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim (w tym 2 międzynarodowych, w których pełniłam funkcję sekretarza). Uczestniczyłam trzykrotnie w organizowaniu obchodów jubileuszowych Wydziału Nauki o Żywności, a od 2 lat jestem administratorem strony internetowej Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności utworzonej w ramach portalu społecznościowego Facebook.

Odbyłam dwa staże krajowe, uczestniczyłam w 22 konferencjach krajowych i 2 zagranicznych wygłaszając na nich 6 referatów. Kilukrotnie organizowałam i prowadziłam zajęcia popularyzujące naukę w ramach Olsztyńskich Dni Nauki i Sztuki oraz Dni Otwartych organizowanych na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim, a także indywidualnych warsztatów organizowanych dla nauczycieli i uczniów szkół średnich. Współpracowałam też z otoczeniem gospodarczym poprzez prowadzenie zajęć w ramach kursów analitycznych organizowanych dla pracowników laboratoriów przemysłowych. Prowadziłam również bliską współpracę w zakresie doradztwa z dwoma zakładami zajmującymi się przetwórstwem nasion gryki, co przyczyniło się do udoskonalenia procesu technologicznego oraz wprowadzenia na rynek nowego produktu uzyskiwanego z drobno zmielonej łuski gryczanej.

