

Uniwersytet Warmiński – Mazurski w Olsztynie
Wydział Nauki o Żywności
10-726 Olsztyn, Plac Cieszyński 1
(nazwa i dane adresowe podmiotu habilitującego,
wybranego do przeprowadzenia postępowania)
za pośrednictwem:
Rady Doskonałości Naukowej
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Marta Czarnowska-Kujawska
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności
Wydział Nauki o Żywności, UWM w Olsztynie
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

Wniosek

z dnia 14.04.2025 r.

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk rolniczych** w dyscyplinie **technologia żywności i żywienia**. Osiągnięciem będącym podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest cykl sześciu publikacji ujęty pod wspólnym tytułem:

„Wybrane rozwiązania służące zwiększeniu zawartości składników o charakterze prozdrowotnym w żywności”.

Wnioskuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu **tajnym/jawnym***¹

Zostałem poinformowany, że:

Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa). Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu. Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art. 232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu. Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html


(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

Załącznik 1: Dane wnioskodawcy

Załącznik 2: Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora

Załącznik 3: Autoreferat

Załącznik 4: Wykaz osiągnięć naukowych

Załącznik 5: Kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wraz z oświadczeniami współautorów

Załącznik 6: Kopie dokumentów potwierdzających odbycie staży naukowych

¹ * Niepotrzebne skreślić.

AUTOREFERAT

Dr inż. Marta Czarnowska-Kujawska

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Olsztyn 2025

Spis treści

Spis treści	2
1. Imię i nazwisko:	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 ze zm.).....	4
4.1. Tytuł Osiągnięcia Naukowego (cyklu sześciu publikacji).....	4
4.2. Publikacje wchodzące w skład Osiągnięcia Naukowego.....	4
4.3. Omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników wskazanego Osiągnięcia Naukowego	6
4.3.1. Wprowadzenie.....	6
4.3.2. Cel i zakres badań	8
4.3.3. Omówienie wyników i wnioski.....	10
4.3.4. Podsumowanie i wnioski końcowe	25
4.3.5. Literatura	27
4.4. Inne osiągnięcia naukowe wnoszące wkład w dyscyplinę naukową	31
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.....	39
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	41
6.1. Działalność dydaktyczna.....	41
6.2. Działalność organizacyjna	44
6.3. Działalność popularyzująca naukę i sztukę.....	45
7. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej	46

1. Imię i nazwisko:

Marta Czarnowska-Kujawska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej**2007 r. tytuł magistra inżyniera**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski* w Olsztynie

Wydział Nauki o Żywności

Kierunek: Towaroznawstwo

Specjalność: Organizacja Produkcji i Kształtowanie Jakości Produktów w Unii Europejskiej

Praca magisterska pod tytułem: *Jakość i spożycie masła na przykładzie rynku olsztyńskiego*

2010 r. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Studia podyplomowe "Agro Unia" (2 semestry) w zakresie polityki rolnej Unii Europejskiej

2011 r. stopień doktora nauk ekonomicznych w zakresie Towaroznawstwa

Akademia Morska w Gdyni

Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa

Praca doktorska pod tytułem: *Wpływ parametrów technologii zamrażania i warunków przechowywania na zawartość folianów w owocach i warzywach*

promotor: prof. dr hab. inż. Elżbieta Gujska

2012 r. Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

Studia Podyplomowe (2 semestry) w zakresie zarządzania projektami badawczymi współfinansowanymi z funduszy europejskich w ramach projektu „Menedżer dla Nauki i Biznesu”

* w skrócie UWM w Olsztynie

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Miejsce Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Stanowisko technolog

Okres od 19.04.2010 r. do 29.02.2012 r.

Miejsce Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Stanowisko adiunkt

Okres od 01.03.2012 r. do chwili obecnej

od 21.07.2015 do 18.07.2016 - urlop macierzyński i rodzicielski

od 03.04.2018 do 01.04.2019 - urlop macierzyński i rodzicielski

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 ze zm.).

4.1. Tytuł Osiągnięcia Naukowego (cyklu sześciu publikacji)

Głównym osiągnięciem będącym podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest cykl sześciu publikacji, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 ze zm.), pod wspólnym tytułem:

„Wybrane rozwiązania służące zwiększeniu zawartości składników o charakterze prozdrowotnym w żywności”

Kopie publikacji wraz z oświadczeniami współautorów zostały zawarte w Załączniku 5. Przedstawiony poniżej wykaz publikacji stanowiących Osiągnięcie Naukowe, jest ułożony w kolejności omawiania w punkcie 4.3.

4.2. Publikacje wchodzące w skład Osiągnięcia Naukowego

P1. Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Zielińska O., de Lourdes Samaniego-Vaesken M. 2022. Characteristics of dietary supplements with folic acid available on the Polish market. *Nutrients*, 14 (17), s. 1-11.

MEiN¹ = 140 pkt.; IF² = 5.900; liczba cytowań = 3

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, udziale w wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego z projektu finansowanego w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

P2. Czarnowska-Kujawska M., Starowicz M., Barisić V., Kujawski W. 2022. Health-promoting nutrients and potential bioaccessibility of breads enriched with fresh kale and spinach. *Foods*, 11 (21), s. 1-14.

MEiN¹ = 100 pkt.; IF² = 5.200; liczba cytowań = 16

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, udziale w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego Miniatura nr 2017/01/X/NZ9/01026 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

P3. Czarnowska-Kujawska M., Paszczyk B. 2021. Changes in the folate content and fatty acid profile in fermented milk produced with different starter cultures during storage. *Molecules*, 26 (19), s. 1-13.

MEiN¹ = 140 pkt.; IF² = 4.927; liczba cytowań = 14

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na udziale w opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu; w zakresie oznaczania folianów udział w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego z projekt finansowanego w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

P4. Czarnowska-Kujawska M., Starowicz M., Paszczyk B., Klepacka J., Popielarczyk M., Tońska E. 2024. The chemical, antioxidant and sensorial properties of milk and plant based kombucha analogues. *LWT – Food Science and Technology*, 206, s. 1-9, nr art. 116610.

MEiN³ = 100 pkt.; IF² = 6.000; liczba cytowań = 2

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, udziale w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego ze środków Ministra Nauki w ramach Programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości 2024-2027 „Wspólne zdrowie ludzi i zwierząt: od zrównoważonej produkcji żywności po nowatorskie terapie”. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

P5. Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Starowicz M., Lesińska P. 2024. Functional properties and sensory quality of kombucha analogs based on herbal infusions. *Antioxidants*, 13 (10), s. 1-18.

MEiN³ = 100 pkt.; IF² = 6.000; liczba cytowań = 0

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, udziale w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego ze środków Ministra Nauki w ramach Programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości 2024-2027 „Wspólne zdrowie ludzi i zwierząt: od zrównoważonej produkcji żywności po nowatorskie terapie”. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

P.6. Czarnowska-Kujawska M., Draszanowska A., Starowicz M. 2022. Effect of different cooking methods on the folate content, organoleptic and functional properties of broccoli and spinach. *LWT -*

Food Science and Technology, 167, s. 1-7.

MEiN¹ = 100 pkt.; IF² = 6.000; liczba cytowań = 24

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, udziale w zaplanowaniu eksperymentu, przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego z projekt finansowanego w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

Dane naukometryczne Osiągnięcia Naukowego zgodne z rokiem opublikowania:

Summary IF wg listy JCR – **34,027**

Liczba punktów MNiSW/MEiN – **680**

Liczba cytowań według Web of Science na dzień 14 kwietnia 2025 r. – **59**

¹ Punkty MEiN przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

² Impact Factor według listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania (dla publikacji z 2024 r., dla której IF nie został obliczony podano ostatni aktualny).

³ Punkty MEiN przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r., w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

4.3. Omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników wskazanego Osiągnięcia Naukowego

4.3.1. Wprowadzenie

Poprawa wartości odżywczej żywności jest jednym z głównych wyzwań przemysłu spożywczego XXI wieku. Konsumenci, oprócz nowych smaków i aromatów, są coraz bardziej zainteresowani pochodzeniem i bioaktywnymi właściwościami żywności, które mogą wpływać na ich zdrowie i dobre samopoczucie (Blancquaert i in., 2014; Najgebauer-Lejko i in., 2021). Dodatkowo, jest to szczególnie ważne z uwagi na związek pomiędzy występowaniem chorób cywilizacyjnych, a niskim spożyciem składników odżywczych (Afshin i in., 2019; Gropper, 2023). Niezbilansowana dieta, o niskiej zawartości witamin, składników mineralnych i błonnika prowadzi do zaburzeń metabolizmu, insulinooporności, otyłości, których następstwem mogą być, m.in., cukrzyca i choroby serca. Częste spożycie żywności przetworzonej ubogiej w składniki o właściwościach przeciwutleniających zwiększa ryzyko stresu oksydacyjnego i tym samym ryzyko uszkodzenia komórek, co może być przyczyną rozwoju nowotworów i innych schorzeń. Obok aktywności fizycznej, zdrowego stylu życia, to właśnie zrównoważona dieta bogata w składniki o charakterze prozdrowotnym odgrywa istotną rolę w profilaktyce przewlekłych chorób niezakaźnych (Marsola i in., 2021; Liu i in., 2022; Gropper, 2023).

Istnieje szereg działań i strategii mających na celu zwiększenie spożycia wśród społeczeństwa składników bioaktywnych, których niedobory w diecie mogą prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych. Przykładem są programy i akcje edukacyjne prowadzone na szeroką skalę w szkołach, wśród określonych grup społecznych, np. dzieci, młodzieży, kobiet w ciąży, seniorów, czy w mediach społecznościowych (Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej). Innym rozwiązaniem jest spożywanie suplementów diety oraz żywności wzbogaconej w witaminy, składniki mineralne lub inne substancje wykazujące efekt odżywczy lub inny fizjologiczny (Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 r., Rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r.). Innym narzędziem szczególnie ważnym w ubogich regionach świata, gdzie niedobory składników odżywczych są powszechne, jest biofortyfikacja. Jest to proces, który polega na wzbogacaniu roślin uprawnych w składniki odżywcze (np. ryżu w witaminę A) poprzez tradycyjne metody hodowlane lub nowoczesne techniki biotechnologiczne, takie jak inżynieria genetyczna (Bhardwaj i in., 2022).

Kluczowe znaczenie dla zachowania, a nawet zwiększenia zawartości cennych dla zdrowia składników odżywczych, ma wybór odpowiedniej metody przetwarzania żywności. Blanszowanie, gotowanie na parze, suszenie liofilizacyjne, to tylko niektóre przykłady technik przetwarzania żywności, które w porównaniu do bardziej konwencjonalnych metod, np. gotowania w wodzie czy suszenia w wysokiej temperaturze, pozwalają na zachowanie wyższej zawartości składników odżywczych, w tym witamin rozpuszczalnych w wodzie czy składników mineralnych (Delchier i in., 2016; Kosewski i in., 2018; Liu i in., 2020). Kolejną metodą jest fermentacja, która nie tylko pozwala na zwiększenie trwałości, poprawę smaku i aromatu żywności, ale też na poprawę jej wartości odżywczej. Proces fermentacji może wpłynąć na zwiększenie zawartości witamin, np. witamin z grupy B, witaminy K₂, kwasów organicznych (np. octowego, mlekowego, askorbinowego), składników mineralnych i związków polifenolowych. Dodatkowo niektóre produkty fermentowane, takie jak jogurt, kefir, są źródłem probiotyków, które wspierają zdrowie jelit i mogą mieć pozytywny wpływ na układ odpornościowy (Adebo i in., 2018; Kitwetcharoen i in., 2023). Kiełkowanie nasion i zbóż, mikronizacja, ekstrakcja, obróbka enzymatyczna to kolejne przykłady metod przetwarzania żywności, które pozwalają na zwiększenie biodostępności i koncentracji cennych składników odżywczych, a tym samym zwiększenie ich spożycia wśród społeczeństwa (Kasote i in., 2021).

Wskazane powyżej metody zwiększenia zawartości składników odżywczych spożywanych z dietą mają wspólny mianownik, a mianowicie poprawę zdrowia publicznego i jakości życia, zwłaszcza wśród grup społecznych najbardziej narażonych na ich niedobory. Możliwości ich aplikowania w branży spożywczej zasługują na szczególną uwagę zwłaszcza w kontekście tworzenia innowacyjnych produktów spożywczych, o charakterze żywności funkcjonalnej. I choć bez wątpienia podane przykłady mają swój istotny udział w poprawie spożycia deficytowych składników, to nie są wolne od wad i w niektórych przypadkach mogą przynosić ograniczone korzyści.

Już na wczesnym etapie kariery naukowej zdałam sobie sprawę, że mimo istniejących narzędzi, dzięki którym możliwe wydaje się zwiększenie pokrycia dziennego zapotrzebowania na deficytowe składniki w diecie (suplementy diety, żywność wzbogacona), to w wielu przypadkach ich zastosowanie nie jest skuteczne. Przykładem jest zalecenie suplementowania diety kwasem foliowym, witaminą z grupy B, przez kobiety w wieku rozrodczym. Szczególnie niebezpieczny jest niski poziom tej witaminy w organizmie kobiet w ciąży, ponieważ zwiększa ryzyko wystąpienia u płodu wad cewy nerwowej (WCN), w tym, m.in., bezmózgowia, przepuklin mózgu i rdzenia, rozszczepu kręgosłupa (Garrett i in., 2018). Mimo jednoznacznych dowodów na związek niskiego spożycia kwasu foliowego przez kobiety w ciąży a częstotliwością występowania WCN, w Europie nie obserwuje się postępu w ich zapobieganiu (Morris i in., 2021). Z drugiej strony obserwowane jest niekontrolowane spożycie suplementów diety

przez konsumentów, co może prowadzić do nadmiernej konsumpcji określonych składników z diety. Dodatkowo brak odpowiednich regulacji prawnych oznacza ryzyko wprowadzenia na rynek środków nie spełniających norm jakościowych i dotyczy nie tylko suplementów, ale także obecnej na rynku żywności wzbogaconej (Gujska i in., 2014; Samaniego-Vaesken i in., 2016).

Te obserwacje zainspirowały mnie do dalszej pracy nad wzbogacaniem żywności stosując metody, które pozwolą na wzbogacenie jej w naturalny sposób w składniki bioaktywne i przez to zwiększą ich spożycie wśród konsumentów. Badania prowadziłam mając na uwadze to, że nowe produkty o zmodyfikowanej recepturze, wzbogacone, przetwarzane niekonwencjonalnymi technikami, muszą być produktami o potwierdzonym składzie chemicznym, z określoną zawartością składników o charakterze prozdrowotnym i znanym wpływie zastosowanych metod na ich wartość odżywczą. Nie mniej ważna pozostaje ocena właściwości organoleptycznych (smak, zapach, barwa, tekstura) oraz potwierdzenie, że innowacyjne produkty są zgodne z oczekiwaniami konsumentów.

4.3.2. Cel i zakres badań

Głównym celem badań opisanych w publikacjach wchodzących w skład Osiągnięcia Naukowego, będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia, jest zaproponowanie wybranych rozwiązań, które mogą przyczynić się do zwiększenia zawartości składników o charakterze prozdrowotnym w żywności.

Sformułowano następujące hipotezy badawcze:

- H1.** Uzupełnianie diety dostępnymi na polskim rynku suplementami zawierającymi w składzie kwas foliowy może być nieefektywne w poprawie spożycia tej witaminy wśród docelowych grup populacji z uwagi na zawartość kwasu foliowego niezgodną z deklaracją producenta na opakowaniu produktu – **P1**.
- H2.** Wzbogacenie pieczywa naturalnym wsadem warzywnym w postaci świeżego szpinaku i jarmużu, może istotnie zwiększyć zawartość korzystnych dla zdrowia składników, w tym związków o właściwościach przeciwutleniających, przyczyniając się tym samym do zwiększenia pokrycia dziennego zapotrzebowania na te składniki – **P2**.
- H3.** Skład komercyjnych szczepionek jogurtowych oraz czas chłodniczego przechowywania wpływają na zawartość folianów oraz profil kwasów tłuszczowych (w tym zawartość sprzężonego kwasu linolowego) fermentowanych mlecznych produktów – **P3**.
- H4.** Zastosowanie nietypowych surowców w produkcji analogów kombuchy fermentowanych z użyciem SCOBY pozwala uzyskać nowe produkty o zwiększonej wartości odżywczej i dodatkowo zmienionych cechach sensorycznych, w porównaniu do produktów nie poddanych fermentacji – **P4, P5**.
- H5.** Dobór odpowiedniej metody przetwarzania szpinaku i brokułów pozwala na zmniejszenie strat cennych z żywieniowego punktu widzenia składników odżywczych, takich jak witaminy, związki fenolowe, a dodatkowo na zachowanie dobrych właściwości sensorycznych szpinaku i brokułów – **P6**.

Wyznaczono poszczególne etapy (cele szczegółowe), które obejmowały:

- C1:** ocenę asortymentu suplementów diety zawierających kwas foliowy dostępnych na polskim rynku oraz ocenę zawartości tej witaminy w wybranych suplementach i porównanie uzyskanych wyników z deklaracją producentów na opakowaniach produktów – **P1**,
- C2:** ocenę wpływu wzbogacenia pieczywa naturalnym wsadem roślinnym na zawartość związków o charakterze prozdrowotnym oraz oszacowanie pokrycia dziennego zapotrzebowania na wybrane z nich po spożyciu porcji wzbogaconego pieczywa – **P2**,
- C3:** ocenę wpływu procesu fermentacji mleka z wykorzystaniem komercyjnie dostępnych szczepionek jogurtowych na stabilność folianów i kwasów tłuszczowych ze szczególnym uwzględnieniem zawartości sprzężonego kwasu linolowego *cis9trans11* C18:2 (CLA), w czasie przechowywania w warunkach chłodniczych – **P3**,
- C4:** ocenę wpływu procesu fermentacji z wykorzystaniem SCOBY (Symbiotic Cultures of Bacteria and Yeasts) na skład chemiczny, właściwości funkcjonalne i sensoryczne nowych analogów napoju kombucha przygotowanych na bazie nietypowych substratów – **P4, P5**,
- C5:** porównanie wpływu konwencjonalnych metod obróbki termicznej wybranych zielonych warzyw (gotowanie w wodzie, na parze, w kuchence mikrofalowej) z metodami gotowania sous-vide i w piecu konwekcyjno-parowym na zawartość składników odżywczych oraz właściwości sensoryczne – **P6**.

Badania zrealizowano poprzez:

- ocenę asortymentu suplementów diety zawierających kwas foliowy dostępnych na polskim rynku na podstawie danych zamieszczonych na stronach internetowych sieci aptecznych oraz ocenę zawartości kwasu foliowego w wybranych suplementach diety metodą z zastosowaniem techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej (high performance liquid chromatography, HPLC) – **P1**,
- opracowywanie i optymalizację przygotowania materiału badanego, w tym receptury pieczywa wzbogaconego świeżym szpinakiem i jarmużem (**P2**), napojów roślinnych, mleka krowiego (**P4**) i naparów ziołowych (**P5**) fermentowanych SCOBY oraz dobór parametrów obróbki termicznej zielonych warzyw (**P6**) pozwalających na poprawę wartości odżywczej przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości sensorycznej;
- ocenę w materiale badanym:
 - całkowitej zawartości związków fenolowych (total phenolic content, TPC) metodą spektrofotometryczną przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu i kwasu galusowego jako standardu – **P2, P5, P6**,
 - aktywności przeciwutleniającej metodą fotochemiluminescencji (photochemiluminescence, PCL) określającą zdolność analizowanych próbek, w tym po trawieniu *in vitro* (**P2**), do usuwania anionorodnika ponadtlenkowego ($O_2^{\cdot-}$) (**P2, P4, P5**) oraz metodą kolorymetryczną określającą zdolność badanych próbek do neutralizowania rodnika DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu) – **P4, P5, P6**,
 - profilu i zawartości kwasów fenolowych i flawonoidów z zastosowaniem techniki chromatografii cieczowej z tandemową spektrometrią mas (liquid chromatography with tandem mass spectrometry, LC-MS/MS) – **P5**,

- zawartości poszczególnych form i sumy folianów z zastosowaniem techniki HPLC – **P2, P3, P4, P6**,
- zawartości wybranych składników mineralnych z zastosowaniem techniki atomowej spektrometrii absorpcyjnej (atomic absorption spectrometry, AAS) – **P2, P4, P5**,
- pokrycia dziennego zapotrzebowania na foliany i wybrane składniki mineralne, na podstawie ich zalecanego dziennego spożycia (recommended daily allowance, RDA) oraz zawartości w analizowanych próbkach żywności – **P2, P6**,
- profilu i zawartości kwasów tłuszczowych z zastosowaniem techniki chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (gas chromatography with a flame-ionization detector, GC-FID) – **P3, P4**,
- zawartości kwasów organicznych z zastosowaniem techniki HPLC – **P5**,
- wyróżników jakości sensorycznej, w tym: barwy, smaku, zapachu, klarowności, konsystencji, przez panel sensoryczny metodami analizy sensorycznej w kontrolowanych laboratoryjnych warunkach (**P4, P5, P6**) oraz barwy metodą kolorymetryczną (**P6**),
- analizę statystyczną uzyskanych wyników za pomocą jednokierunkowej analizy wariancji (ANOVA) z zastosowaniem testów post hoc (**P2–P6**) oraz analizę głównych składowych (Principal Component Analysis, PCA) w celu zbadania zależności między próbkami a określonymi parametrami (**P4**).

4.3.3. Omówienie wyników i wnioski

Charakterystyka suplementów diety z kwasem foliowym dostępnych na polskim rynku – P1

Celem (C1) badań pierwszej publikacji z cyklu (P1) była ocena asortymentu suplementów diety zawierających kwas foliowy dostępnych na polskim rynku oraz ocena zawartości tej witaminy w wybranych trzydziestu suplementach i porównanie uzyskanego wyniku z deklaracją producenta na opakowaniu produktu. Wybór suplementów kwasu foliowego podyktowany był nie tylko moim zainteresowaniem i doświadczeniem w oznaczaniu witamin z grupy B, ale przede wszystkim faktem niskiego spożycia tej witaminy w krajach europejskich i wynikających z tego konsekwencji, mimo wprowadzenia różnych strategii zwiększenia jej spożycia wśród docelowych grup populacji. Niski poziom spożycia kwasu foliowego zwiększa ryzyko wystąpienia niedokrwistości megaloblastycznej, choroby wieńcowej, raka jelita grubego, a także pogorszenia funkcji neurokognitywnych u osób starszych (Morris i in. 2007; Moazzen i in. 2018). Z kolei deficyt tej witaminy w diecie kobiet w ciąży zwiększa ryzyko występowania śmiertelnych w skutkach wad cewy nerwowej (WCN) u płodu. Najnowsze badania wykazały, że 75% WCN można uniknąć suplementując dietę kwasem foliowym. Niestety, zgodnie z raportami specjalnymi EUROCAT (Europejska Sieć Rejestrów Populacyjnych do Celów Nadzoru Epidemiologicznego nad Wadami Wrodzonymi) nie obserwuje się postępu w zapobieganiu WCN w Europie (Morris i in., 2021). W Polsce rodzi się od dwóch do trzech noworodków z WCN na 1000 żywych urodzeń (Stacje sanitarno-epidemiologiczne, 2024). Powodem tego stanu może być brak wiedzy na temat właściwej suplementacji codziennej diety kwasem foliowym. Szacuje się, że w Europie połowa ciąży jest nieplanowana. Tymczasem WCN tworzą się w pierwszych czterech tygodniach ciąży, kiedy większość kobiet nie wie, że jest w ciąży. Nawet w planowanych ciążach wiele matek nie przyjmuje suplementów kwasu foliowego zarówno przed poczęciem, jak i przez pierwsze dwanaście tygodni ciąży (Garrett i in., 2018; Morris i in., 2021).

Innym ważnym problemem jest jakość dostępnych na rynku suplementów, w tym tych zawierających kwas foliowy. Jak pokazały wyniki raportu na temat rynku suplementów diety w Polsce

w latach 2014-2016 przedstawionego przez Najwyższą Izbę Kontroli (NIK, 2017), poziom bezpieczeństwa suplementów diety nie był zapewniony w wystarczającym stopniu. Rynek suplementów diety został zidentyfikowany jako kluczowy obszar ryzyka, niedostatecznie oceniony i nadzorowany przez instytucje państwowe odpowiedzialne za bezpieczeństwo żywności. Stwierdzono, że nie tylko nadzór nad jakością zdrowotną suplementów diety był nieskuteczny, ale również edukacja żywieniowa dotycząca tych produktów była realizowana w sposób niewystarczający. Wynikało to głównie z braku rozwiązań legislacyjnych dotyczących zasad wprowadzania suplementów na rynek oraz ich reklamowania (NIK, 2017; NIK, 2022).

Tymczasem w Polsce rynek suplementów diety rozwija się bardzo dynamicznie, na co niewątpliwym wpływ ma ich powszechna reklama (NIK, 2017; GIS, 2022). Szacuje się, że obecnie ponad 65% Polaków stosuje suplementy diety, najczęściej bez konsultacji z lekarzem lub farmaceutą (Raport, 2022). Na podstawie wyników i wniosków płynących z kontroli NIK postawiłam hipotezę **H1**, że suplementacja diety dostępnymi suplementami zawierającymi kwas foliowy, może być nieefektywna w poprawie spożycia tej witaminy, z uwagi na nieodpowiednią jakość tych środków spożywczych, niezgodną z deklaracją producenta na opakowaniu. W pierwszym etapie badań przedstawionych w publikacji **P1** przeprowadzono analizę dostępnych na rynku suplementów diety zawierających w składzie kwas foliowy. Zgodnie z ustawą z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia, suplementy diety i żywność wzbogacona podlegają obowiązkowi zgłoszenia do Głównego Inspektoratu Sanitarnego pierwszego wprowadzenia do obrotu. Według rejestru prowadzonego przez Inspekcję Sanitarną, w badanym zakresie czasowym (2012-2021), w 2020 r. odnotowano rekordowo dużą, ponad 14 500, liczbę zgłoszeń suplementów z deklarowanym dodatkiem kwasu foliowego (**Fig. 1, P1**), co stanowiło ponad 58% wszystkich zgłoszonych produktów w tym roku (GIS, 2022). Liczby te wskazują jednak na zgłoszone produkty, ale nie wiadomo, ile z nich zostało faktycznie wprowadzonych do obrotu, a ile, i po jakim czasie, zostało wycofanych ze sprzedaży przez producenta.

Na podstawie analizy asortymentu dostępnego w dwóch największych sieciach aptecznych w Polsce (maj 2022 r.), wykazano, że w sprzedaży dostępnych było 470 suplementów diety zawierających w składzie kwas foliowy, z których duża liczba teoretycznie mogłaby pokryć dzienne zapotrzebowanie na tę witaminę (DOZ.pl, 2022; Gemini.pl, 2022). Wszystkie analizowane suplementy miały podane informacje, że jest to suplement diety, jakie jest jego przeznaczenie oraz zawartość kwasu foliowego na dawkę. W publikacji **P1** przedstawiono szczegółową charakterystykę suplementów diety z kwasem foliowym z ich podziałem na formę występowania, przeznaczenie oraz deklarowaną zawartość kwasu foliowego (**Tab. 2, P1**). Większość analizowanych suplementów (94,5%) było produktami wieloskładnikowymi, zawierały w składzie inne witaminy i minerały, i występowały najczęściej w formie tabletek oraz kapsułek, przeznaczonych z reguły dla osób dorosłych w celu uzupełnienia codziennej diety w witaminy i minerały. Drugą najliczniejszą grupę stanowiły produkty przeznaczone dla kobiet w ciąży, karmiących piersią lub planujących ciążę. Ilość kwasu foliowego we wszystkich analizowanych suplementach wahała się od 12 µg do nawet 2 mg w jednej dawce. Zgodnie z Uchwałą nr 7/2019 Zespołu do Spraw Suplementów Diety Głównego Inspektoratu Sanitarnego (2019) w przypadku suplementów diety zawierających ≥ 800 µg kwasu foliowego zaleca się, aby ostrzeżenie: "kobiety w ciąży powinny skonsultować się z lekarzem przed użyciem" zostało umieszczone na etykiecie. W analizowanym asortymencie producenci tylko trzech produktów stosowali się do tego zalecenia, nie wliczając suplementów o najwyższej deklarowanej zawartości kwasu foliowego, tj., 1 mg i 2 mg.

W drugim etapie badań przedstawionych w publikacji **P1** dokonano oceny zawartości kwasu foliowego w trzydziestu zakupionych suplementach diety z zastosowaniem techniki HPLC, i porównano ją z ilością deklarowaną przez producenta na opakowaniu produktu (**Tab. 3, P1**). W dwudziestu

dziewięciu badanych próbkach oznaczona zawartość kwasu foliowego była niższa od deklarowanej na opakowaniu. Pierwszą grupę stanowiły suplementy jednoskładnikowe (n=8) zawierające wyłącznie kwas foliowy w dawce 400 µg. Aż w pięciu z nich różnica między oznaczoną a deklarowaną zawartością kwasu foliowego wynosiła od 20% do prawie 28%. W grupie suplementów wieloskładnikowych, w dwóch produktach oznaczona zawartość kwasu foliowego wynosiła nie więcej niż 4 µg, pomimo deklarowanej ilości 400 µg. Niestety były to kompleksy witaminowe przeznaczone dla kobiet planujących ciążę. W kolejnych czterech produktach różnice w stosunku do deklarowanej zawartości kwasu foliowego kształtowały się na poziomie od 35% do 68%, a w kolejnych czterech od 16% do 21%. W ostatniej grupie wieloskładnikowych suplementów w płynie, w dwóch produktach różnica między zawartością oznaczoną a podaną na etykiecie wyniosła ponad 97%.

Podsumowując, na podstawie wyników badań opisanych w publikacji **P1** oceniłam asortyment suplementów zawierających w składzie kwas foliowy oraz zaobserwowałam dynamiczny rozwój rynku tych środków spożywczych. Przeprowadzone badania potwierdziły postawioną przez mnie hipotezę **H1**, że konsumenci, w tym kobiety planujące i będące w ciąży, nie mogą mieć pewności, że otrzymują produkt odpowiedniej jakości z ilością kwasu foliowego zadeklarowaną na opakowaniu suplementu, i tym samym suplementacja diety tymi środkami może być nieefektywna.

Uzyskane wnioski skłoniły mnie do kontynuowania badań w zakresie poszukiwania innych niż suplementacja rozwiązań służących zwiększeniu spożycia składników o charakterze prozdrowotnym. Postanowiłam poszukiwać ich poprzez analizowanie możliwości zachowania jak najbardziej korzystnego składu przetwarzanej żywności, a także wskazanie sposobów jej wzbogacania w związku o charakterze prozdrowotnym.

Badania nad zawartością i potencjalną biodostępnością składników odżywczych pieczywa wzbogaconego świeżym jarmużem i szpinakiem – P2

Celem badań (**C2**) opisanych w drugiej publikacji wchodzącej w skład osiągnięcia (**P2**) była ocena wpływu wzbogacenia pieczywa naturalnym wsadem roślinnym, takim jak świeży szpinak i jarmuż, na zawartość związków o charakterze prozdrowotnym, w tym folianów, składników mineralnych oraz związków fenolowych. Ponadto, badania miały na celu oszacowanie pokrycia dziennego zapotrzebowania na te składniki po spożyciu porcji 100 g wzbogaconego pieczywa. W pierwszym etapie badań opisanych w publikacji **P2** przeprowadzono badania pilotażowe, mające na celu wybór rodzaju pieczywa, które najlepiej komponuje się z dodatkiem roślinnym. Opracowano receptury oraz ustalono procentowy udział wsadu roślinnego w cieście. Ostatecznie materiał badany stanowiło pieczywo razowe wzbogacone 20% i 40% dodatkiem świeżego szpinaku oraz pieczywo tostowe z 10% i 20% dodatkiem świeżego jarmużu, a także próby kontrolne – pieczywo bez dodatku wsadu roślinnego (**Tab. 1, P2**).

Zarówno wybór pieczywa, jak i wsadu roślinnego był starannie przemyślany. Chleb stanowi podstawowe pożywienie, a próby jego wzbogacania różnymi bioaktywnymi składnikami pochodzenia naturalnego mogą przyczynić się do zwiększenia dziennej podaży deficytowych składników odżywczych w diecie człowieka. Zielone warzywa liściaste, takie jak jarmuż (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) oraz szpinak (*Spinacia oleracea* L.), wyróżniają się wysoką zawartością związków bioaktywnych, w tym fenoli, karotenoidów, składników mineralnych oraz folianów (Roberts i Moreau, 2016; Kunachowicz i in., 2017; Šamec i in., 2018). Dieta bogata w warzywa odgrywa kluczową rolę w zapobieganiu występowaniu takich chorób jak: cukrzyca, otyłość, choroby układu krążenia czy nowotwory. Dlatego wszelkie rozwiązania, które przyczyniają się do zwiększenia dziennego spożycia

warzyw bogatych w prozdrowotne składniki odżywcze, są niezwykle cenne (Steinmetz i Potter, 1996; WHO, 2021).

W analizowanych ekstraktach z chleba tostowego i razowego całkowita zawartość związków fenolowych wynosiła odpowiednio 1,33 mg/g i 1,73 mg/g (**Tab. 2, P2**). Wzbogacenie pieczywa świeżym jarmużem w ilości 10% i 20% istotnie ($P < 0,05$) zwiększyło zawartość polifenoli nawet 2- lub 3-krotnie. Również niemal 2- lub 3-krotne zwiększenie całkowitej zawartości związków fenolowych, w porównaniu do pieczywa kontrolnego, zaobserwowano w chlebie razowym po dodaniu szpinaku w ilości 20% i 40% (odpowiednio 3,25 mg/g i 5,15 mg/g). Wyższa zawartość związków fenolowych w pieczywie z dodatkiem świeżego szpinaku może być wynikiem obecności kilku dominujących kwasów fenolowych, takich jak kwas ferulowy, kwas syringowy, kwas sinapowy i kwas benzoesowy (Duthie i in., 2013). Zawartość związków przeciwutleniających rozpuszczalnych w wodzie (water-soluble antioxidants, ACW) oznaczono na poziomie 0,27 μmol Troloks/g s.m. w chlebie tostowym bez dodatku jarmużu oraz 1,32 μmol Troloks/g s.m. w chlebie razowym bez szpinaku (**Tab. 2, P2**). Dodatek jarmużu w ilości 10% zwiększył aktywność przeciwutleniającą ekstraktów chleba 12-krotnie, a 20% dodatek ponad 16-krotnie w porównaniu do kontrolnego chleba tostowego. Ponadto, 20% dodatek szpinaku do chleba razowego zwiększył 2-krotnie zdolność jego ekstraktu do wychwytywania anionorodnika nadtlenkowego ($\text{O}_2^{\cdot -}$).

Po przeprowadzeniu enzymatycznego trawienia *in vitro* próbek pieczywa zaobserwowano, że zarówno całkowita zawartość związków fenolowych, jak i zawartość związków przeciwutleniających rozpuszczalnych w wodzie (ACW) oraz tłuszczu (lipid-soluble antioxidants, ACL) zwiększyła się po etapie żołądkowym w porównaniu z wynikami uzyskanymi przed trawieniem niemal we wszystkich analizowanych próbkach chleba (**Tab. 2, P2**). Podobne wyniki opublikowali Lafarga i in. (2019), którzy stwierdzili, że większa ilość związków fenolowych i przeciwutleniających może być uwalniana w warunkach symulujących trawienie w przewodzie pokarmowym. Z kolei po etapie jelitowym zauważono obniżenie całkowitej zawartości związków fenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej (ACL) zarówno w pieczywie kontrolnym, jak i wzbogaconym. Podobną tendencję zaobserwowali inni badacze w przypadku dzikich porzeczek chilijskich, gdzie odnotowano zmniejszenie aktywności przeciwutleniającej podczas ich trawienia, co było skorelowane z obniżeniem całkowitej zawartości związków fenolowych (Lafarga i in., 2019). Wszystkie analizowane w badaniu próbki pieczywa wykazały natomiast istotne ($P < 0,05$) zwiększenie wartości ACW po trawieniu jelitowym. Na aktywność przeciwutleniającą mogą wpływać różne pH medium, w którym rozpuszczona jest żywność. Co więcej, struktura polifenoli oraz przemiany, jakim ulegają w zależności od pH, są odpowiedzialne za zmniejszenie lub zwiększenie aktywności przeciwutleniającej tych składników (Wojtunik-Kulesza i in., 2020).

Świeży szpinak i jarmuż to dobrze znane naturalne źródła składników mineralnych (Kunachowicz i in., 2017). Jednak stopień zachowania tych składników w warzywach poddanych przetwarzaniu zależy od wielu czynników, m.in., od rodzaju zastosowanej obróbki termicznej oraz od tego, czy składniki mineralne występują w formie mniej lub bardziej rozpuszczalnej (Plata i Kolenda, 2009). Wzbogacenie pieczywa razowego świeżym szpinakiem spowodowało istotne ($P < 0,05$) zwiększenie zawartości wszystkich analizowanych składników mineralnych, tj., miedzi, manganu, żelaza, cynku, magnezu, wapnia, sodu, potasu i fosforu (**Tab. 3, P2**). Najbardziej spektakularny wzrost zaobserwowano w przypadku żelaza, magnezu, wapnia i potasu: Fe-22% i 41%; Mg-35% i 48%; Ca-73% i 97%; K-52% i 116%, odpowiednio dla wzbogacenia na poziomie 20% i 40%, w porównaniu do pieczywa kontrolnego. Z kolei w chlebie tostowym wzbogaconym jarmużem na poziomie 10% i 20% zaobserwowano istotne ($P < 0,05$) zwiększenie zawartości manganu (odpowiednio o 23% i 61%), żelaza (odpowiednio o 6% i 19%), magnezu (odpowiednio o 35% i 67%) oraz potasu (odpowiednio o 17% i

29%) w porównaniu do próby kontrolnej. Jeżeli chodzi o pokrycie zapotrzebowania na składniki mineralne, to wykazano, że spożycie każdego rodzaju analizowanego pieczywa (100 g) mogłoby w znacznym stopniu zaspokoić dzienne zapotrzebowanie na mangan u osób dorosłych: do 21% w chlebie z 10% dodatkiem jarmużu, oraz do 47% w chlebie z 20% dodatkiem szpinaku (**Tab. 3, P2**). Wykazano, że 100 g pieczywa wzbogaconego szpinakiem na poziomie 40% mogłoby pokryć do 19% dziennego zapotrzebowania na żelazo, którego niedobory w diecie są powszechne i prowadzą do niedokrwistości (Jarosz, 2017). Zarówno pieczywo wzbogacone szpinakiem, jak i jarmużem mogłoby znacząco pokryć dzienne wystarczające spożycie (AI) sodu, od 24% do 36% w grupie osób dorosłych, w zależności od rodzaju i ilości dodanego wsadu roślinnego. Należy jednak pamiętać, że nadmierne ilości sodu w diecie są powszechne, a jego zbyt duża ilość może prowadzić do rozwoju nadciśnienia tętniczego, zawału serca i udaru mózgu (Kucharska i in., 2016). Z tego względu tak istotna jest ocena składu chemicznego nowych, innowacyjnych produktów oraz edukacja konsumentów w zakresie racjonalnego planowania diety. Takie działania przyczyniają się do świadomego wyboru produktów, co jest kluczowe w kontekście zdrowia publicznego.

Ponadto, w publikacji **P2** przedstawiono wpływ dodatku świeżego szpinaku i jarmużu do pieczywa na zawartość folianów, naturalnie występujących w żywności pochodnych kwasu foliowego. W analizowanych próbkach pieczywa zidentyfikowano dwie formy folianów, 5-metylotetrahydrofolian ($5\text{-CH}_3\text{-H}_4\text{folian}$) oraz tetrahydrofolian (H_4folian) (**Tab. 4, P2**). $5\text{-CH}_3\text{-H}_4\text{folian}$ był formą dominującą, a jego zawartość kształtowała się na poziomie od 14,5 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ w próbce pieczywa tostowego kontrolnego do 62,6 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ w pieczywie z 40% dodatkiem szpinaku. W obu rodzajach chleba dodatek świeżego jarmużu i szpinaku spowodował istotne zwiększenie całkowitej zawartości folianów ($P < 0,05$). 10% dodatek świeżego jarmużu spowodował 53,0% zwiększenie zawartości folianów w chlebie tostowym po upieczeniu, a 20% dodatek spowodował zwiększenie aż o 150,3%. Z kolei pieczywo razowe z 20% i 40% dodatkiem świeżego szpinaku charakteryzowało się wyższą całkowitą zawartością folianów odpowiednio o 80,1% i 123,7% w porównaniu do próbki pieczywa kontrolnego. W badaniach wykazano, że na przykład porcja 100 g pieczywa razowego (trzy kromki) z 20% dodatkiem świeżego szpinaku mogła pokryć 27% dziennego zapotrzebowania na foliany w grupie dzieci, i 17% w grupie dorosłych, oraz odpowiednio 33% i 21% w przypadku pieczywa wzbogaconego 40% dodatkiem tego warzywa.

Podsumowując, przeprowadzone przez mnie badania dostarczyły nowej wiedzy na temat wartości odżywczej pieczywa wzbogaconego naturalnym wsadem roślinnym. Wykazałam, że wzbogacenie pieczywa naturalnym wsadem warzywnym w postaci świeżego szpinaku i jarmużu, może istotnie zwiększyć zawartość składników odżywczych, w tym związków o właściwościach przeciwutleniających. Tym samym potwierdziłam hipotezę badawczą **H2**, stwierdzając, że pieczywo wzbogacone świeżym szpinakiem i jarmużem może stanowić istotne źródło korzystnych dla zdrowia składników, takich jak foliany oraz mikro i makroelementy, a jego spożycie może poprawić pokrycie dziennego zapotrzebowania w diecie na te składniki. Wzbogacenie pieczywa wsadem roślinnym przyczyniło się do zwiększenia całkowitej zawartości związków fenolowych nawet o 66-68%. Zarówno dodatek świeżego szpinaku, jak i jarmużu zwiększył właściwości antyoksydacyjne pieczywa. Warto podkreślić, że badania te mają charakter nie tylko poznawczy, ale również aplikacyjny, a opracowane receptury pieczywa wzbogaconego szpinakiem i jarmużem o podwyższonej wartości żywieniowej mogą być innowacyjnym rozwiązaniem dla producentów pieczywa chcących uatrakcyjnić ofertę handlową.

Wyniki przedstawione w publikacji **P2** zachęciły mnie do dalszych badań nad wzbogacaniem żywności w składniki bioaktywne naturalnego pochodzenia, z wykorzystaniem konwencjonalnych i niekonwencjonalnych metod jej przetwarzania, takich jak np. fermentacja.

Wpływ warunków przechowywania mleka fermentowanego przy użyciu różnych kultur starterowych na zawartość folianów i profil kwasów tłuszczowych – P3

Celem (C3) publikacji P3 była ocena wpływu procesu fermentacji mleka z wykorzystaniem komercyjnie dostępnych szczepionek jogurtowych na stabilność folianów oraz profil kwasów tłuszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem zawartości sprzężonego kwasu linolowego *cis9trans11* C18:2 (CLA), w czasie przechowywania w warunkach chłodniczych (8 °C) przez okres 21 dni.

Fermentacja jest jedną z najstarszych metod konserwacji żywności, która pozwala na przedłużenie trwałości produktów, a także poprawę ich smaku i wartości odżywczej (Adebo i in., 2019). Zastosowanie różnych kultur bakteryjnych w procesie fermentacji stanowi nową strategię naturalnego zwiększania poziomów związków bioaktywnych w żywności. Prace innych autorów potwierdzają, że niektóre gatunki bakterii fermentacji mlekowej (lactic acid bacteria, LAB), np. *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* oraz *Lactobacillus plantarum*, wykazują zdolność do produkcji folianów w znaczących ilościach, co wpływa korzystnie na skład odżywczy produktów fermentowanych. Autorzy wskazują, że wydajność tego procesu zależy od wielu czynników, takich jak szczep LAB, warunki hodowli i inkubacji, skład pożywki oraz obecności prekursorów folianów (Divya i Nampoothiri. 2015; Rad i in., 2016). Niestety, w procesie fermentacji mleka większość bakterii wykorzystuje foliany, co prowadzi do obniżenia ich zawartości w gotowym produkcie. Dlatego kluczowy jest dobór kombinacji kultur starterowych, umożliwiających zwiększenie zawartości tych witamin w produktach fermentowanych (LeBlanc i in., 2007; Divya i Nampoothiri. 2015). Oprócz zdolności do produkcji folianów, bakterie probiotyczne potrafią również syntezować sprzężony kwas linolenowy *cis9trans11* C18:2 (CLA), w zależności od rodzaju zastosowanego szczepu bakteryjnego, liczby komórek oraz czasu i pH inkubacji (Kim i Liu, 2002).

W badaniach opisanych w publikacji P3, pasteryzowane próbki mleka zaszczepiono czterema różnymi dostępnymi na rynku szczepionkami jogurtowymi (FM1, FM2, FM3, FM4), w tym kulturami starterowymi zawierającymi w składzie *Bifidobacterium bifidum*. Zaszczepione próbki (nazywane dalej w publikacji fermentowanym mlekiem FM) przechowywano w temperaturze 8 °C przez 21 dni. W analizowanych próbkach zidentyfikowano dwie formy folianów, dominującą 5-metylotetrahydrofolian ($5\text{-CH}_3\text{-H}_4\text{folian}$) oraz tetrahydrofolian (H_4folian) (Tab.1., P3). Najwyższą zawartością folianów (105,4 µg/kg) charakteryzowało się świeże mleko zaszczepione szczepionką FM3, w której składzie znajdowały się *Lactobacillus delbrueckii*, *Streptococcus thermophilus* i *Bifidobacterium bifidum*. W czasie przechowywania w temperaturze 8 °C przez co najmniej siedem dni, zaobserwowano, że jedynie kombinacja szczepów *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* oraz *Bifidobacterium bifidum* w próbce fermentowanego mleka FM 4 wykazała zdolność do produkcji formy metylowej $5\text{-CH}_3\text{-H}_4\text{folianu}$. Zauważono zwiększenie ilości tej formy o 59%, co skutkowało całkowitą zawartością folianów na poziomie 79,2 µg/kg w 7. dniu przechowywania (Tab.1., P3). Równocześnie odnotowano zmniejszenie zawartości $\text{H}_4\text{folianu}$ o 31%. Dodatkowo, produkt FM 4 charakteryzował się najniższymi stratami folianów w 14. i 21. dniu przechowywania w warunkach chłodniczych, wynoszącymi odpowiednio 15% i 48%. W przypadku pozostałych mlek fermentowanych, już od 7. dnia przechowywania chłodniczego zaobserwowano istotne ($P<0,05$) zmniejszenie zawartości tych witamin. Straty te kształtowały się na poziomie od 27% (FM3) do 53% (FM2) w 7. dniu przechowywania, od 50% (FM1) do 56% (FM2) w dniu 14., oraz od 55% (FM1) do 71% (FM3) w dniu 21. Zaobserwowane straty folianów mogły być wynikiem niskiego, mniej korzystnego pH fermentowanej żywności, w którym większość form folianów jest mniej stabilna, a także ich metabolizmu przez bakterie (LeBlanc i in., 2007; Saubade i in., 2017).

W kolejnym etapie badań oceniono wpływ zastosowanych szczepionek jogurtowych i czasu przechowywania chłodniczego na profil kwasów tłuszczowych. W publikacji (**Tab. 3, P3**) podano szczegółowe informacje na temat zmian zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych, w tym krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (C4-C10), nasyconych kwasów tłuszczowych, jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, oraz sprzężonego kwasu linolowego CLA (*cis9trans11* C18:2) w analizowanych mlekach fermentowanych po 7., 14. i 21. dniach przechowywania w 8 °C. Wszystkie analizowane próbki, zarówno świeże, jak i przechowywane, charakteryzowały się dominacją nasyconych kwasów tłuszczowych (saturated fatty acids, SFA). Zawartość SFA w świeżych produktach wynosiła od 481,28 mg/g tłuszczu w mleku fermentowanym FM 1 inokulowanym *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus* do 607,54 mg/g tłuszczu w FM 3, wyprodukowanym z użyciem kombinacji *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Streptococcus thermophilus* i *Bifidobacterium bifidum*. W przypadku FM 1 zaobserwowano istotne ($P < 0,05$) zwiększenie zawartości SFA po 7., 14. i 21. dniach chłodniczego przechowywania. Natomiast w FM 3 najwyższą zawartość SFA stwierdzono w produkcie świeżym, a istotnie niższą ($P < 0,05$) w próbkach po 7. i 14. dniach przechowywania. W pozostałych produktach fermentowanych, FM 2 (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* i *Lactococcus lactis* subsp. *lactis diacetylactis*) oraz FM 4 (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* i *Bifidobacterium bifidum*), średnia zawartość SFA ulegała wahaniom, ale zmiany te nie były statystycznie ($P > 0,05$) istotne. Warto zwrócić uwagę na systematyczne, istotne ($P < 0,05$) zwiększenie zawartości krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych w FM 3 po 14. i 21. dniach chłodniczego przechowywania, oraz na istotne ($P < 0,05$) zwiększenie zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w FM 2 podczas przechowywania do 21 dni. Zastosowane w eksperymencie warunki nie spowodowały istotnych zmian w zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.

Zawartość sprzężonego kwasu linolowego CLA w mleku po fermentacji wahała się od 2,54 mg/g tłuszczu w FM 1 do 3,61 mg/g tłuszczu w FM2 (**Tab. 3, P3**). We wszystkich testowanych mlekach fermentowanych warunki chłodniczego przechowywania wpłynęły na zmiany zawartości CLA, a najwyższy poziom tego związku stwierdzono w mleku fermentowanym po 21. dniach chłodniczego przechowywania (3,93 mg/g tłuszczu w FM 2). Jednak w FM 1 i FM 2 zmiany zawartości CLA po 7., 14. i 21. dniach nie różniły się istotnie ($P < 0,05$) w porównaniu do zawartości tego związku w próbach po zaszczepieniu. Natomiast w mlekach fermentowanych z udziałem *Bifidobacterium bifidum* zwiększenie zawartości CLA w trakcie chłodniczego przechowywania było istotne ($P < 0,05$). Przeprowadzone badania potwierdziły, że zastosowana kultura startowa i czas przechowywania wpływają na zawartość CLA w fermentowanym mleku. Serafeimidow i in. (2013) wykazali wyższą zawartość CLA w jogurtach z mleka krowiego po 7. dniach w porównaniu do produktu po 1. dniu przechowywania. Zmiany w zawartości CLA w ekologicznym i konwencjonalnym mleku fermentowanym przechowywanym przez 7 dni w 4 °C zaobserwowali także Florence i in. (2012). Z kolei Paszczyk i in. (2016) zauważyli, że spośród trzech testowanych kultur, tylko kombinacja *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus* istotnie zwiększyła zawartość CLA w przechowywanych napojach fermentowanych.

Przeprowadzone badania pozwoliły mi na potwierdzenie hipotezy **H3** mówiącej, że zarówno rodzaj komercyjnie dostępnej szczepionki jogurtowej, jak i czas chłodniczego przechowywania mają istotny wpływ na zawartość folianów i sprzężonego kwasu linolowego CLA w mlecznych produktach fermentowanych. W wielu badaniach przedstawiono obiecujące wyniki dotyczące wykorzystania bakterii kwasu mlekowego do syntezy folianów podczas fermentacji (Rad i in., 2016). Jednocześnie w innych badaniach (Sybesma i in., 2003), w tym przedstawionych w publikacji **P3**, zaobserwowano albo obniżenie zawartości folianów przez LAB, albo niewielkie ich wytwarzanie. Jak pokazały uzyskane

wyniki badań (**P3**), mleka fermentowane przygotowane z użyciem komercyjnie dostępnych szczepionek jogurtowych, nawet zawierające w składzie *Bifidobacterium*, spożywane w normalnych porcjach nie są w stanie pokryć 10–20% dziennego zapotrzebowania na tę witaminę. Dlatego niezbędne są inne rozwiązania, aby zwiększyć zawartość folianów w żywności fermentowanej. Jedną z możliwości jest połączenie LAB i innych bakterii z drożdżami, które, jak wskazują badania innych autorów, są bardziej efektywne w produkcji folianów niż bakterie fermentacji mlekowej (Kariluoto i in., 2006; Korhola i in., 2014). Innym rozwiązaniem, wskazanym przez Saubade i in. (2017), jest wykorzystanie szczepów bakterii zdolnych do syntezy tych form folianów, które są bardziej stabilne w niskim pH, np. formy 5-CH₃-H₄folianu, ponieważ jest to forma dominująca w fermentowanych produktach mleczarskich.

Uzyskane wyniki pozwoliły na sformułowanie wniosku, że dalsze badania powinny koncentrować się na precyzyjnym testowaniu oraz selekcji szczepów bakterii, które wykazują zdolność do produkcji wysokich ilości witamin oraz innych korzystnych składników odżywczych, takich jak sprzężony kwas linolowy. Ważne jest również zapewnienie stabilności tych substancji podczas przechowywania. Niezbędne są także badania nad projektowaniem i optymalizacją warunków sprzyjających takiej produkcji. W związku z tym, w kolejnych badaniach podjęłam próbę fermentacji napojów z udziałem zarówno bakterii, jak i drożdży w postaci symbiotycznej kultury SCOBY (Symbiotic Cultures of Bacteria and Yeasts).

Właściwości chemiczne, przeciwutleniające i sensoryczne analogów kombuchy przygotowanych na bazie mleka, napojów roślinnych i naparów ziołowych – P4, P5

Kombucha to napój cieszący się rosnącą popularnością ze względu na swój potencjał przeciwutleniający, przeciwdrobnoustrojowy i przeciwnowotworowy, a także zdolność do zmniejszania stanu zapalnego, poziomu cholesterolu i występowania chorób neurodegeneracyjnych (Jakubczyk i in., 2020; Antolak i in., 2021; Zou i in., 2021; De Noronha i in., 2022). Tradycyjna kombucha to napar z czarnej herbaty z dodatkiem sacharozy fermentowany przy użyciu symbiotycznej kultury bakterii i drożdży (SCOBY), w skład którego wchodzi bakterie wytwarzające kwas octowy, kwas mlekowy oraz drożdże (Jakubczyk i in., 2020; Zou i in., 2021). Pozytywny wpływ na zdrowie człowieka wynika zarówno z obecności bioaktywnych związków w surowcu użytym do produkcji kombuchy, jak i z metabolicznej aktywności mikroorganizmów podczas fermentacji. Do tych związków należą, m.in., polifenole, witaminy (w tym z grupy B i witamina C), składniki mineralne oraz kwasy organiczne. SCOBY ma zdolność fermentacji nie tylko herbaty, lecz także innych substratów, co pozwala na tworzenie nowych produktów o unikalnych właściwościach sensorycznych i prozdrowotnych, wynikających ze zwiększonej na drodze fermentacji zawartości składników bioaktywnych.

Celem badań (**C4**) opisanych w publikacjach **P4** oraz **P5** było określenie wpływu procesu fermentacji z wykorzystaniem SCOBY na skład chemiczny oraz właściwości sensoryczne nowych analogów napoju kombucha przygotowanych na bazie nietypowych substratów. W pierwszej kolejności przeprowadzono badania pilotażowe. Testowano różne napoje roślinne, napary ziołowe, ilość dodatku cukru i parametry fermentacji (czas i temperatura). Wybrany materiał do badań oraz zastosowane warunki fermentacji szczegółowo opisano w rozdziałach opisujących materiał i metodykę badań w **P4** i **P5**. W badaniach opisanych w publikacji **P4** do produkcji analogów kombuchy wykorzystano mleko krowie (3,2 g/100 g tłuszczu), mleko krowie bez laktozy (3,2 g/100 g tłuszczu) oraz dwa napoje roślinne, migdałowy i kokosowy, jako alternatywa dla substratów pochodzenia zwierzęcego. Z kolei w badaniach opisanych w publikacji **P5** materiałem do produkcji analogów kombuchy były napary przygotowane z liści mięty, pokrzywy i czarnej porzeczki.

Zaobserwowano, że pH wszystkich badanych analogów kombuchy zmniejszało się wraz z czasem fermentacji, aby ostatecznie osiągnąć wartości od 4,6 do 4,8 w napojach przygotowanych na bazie mleka i napojów roślinnych po 56 godzinach procesu fermentacji (**P4**), oraz od 2,6 do 2,9 w napojach przygotowanych z naparów ziołowych po 7. dniach procesu fermentacji (**Fig. 1, P5**). Obserwowane obniżenie wartości pH wynika z działania bakterii i drożdży, które metabolizują sacharozę do licznych kwasów organicznych. Wraz ze zwiększeniem stężenia kwasów organicznych, pH napojów kombucha obniża się w czasie fermentacji (Jakubczyk i in., 2020; Zhou i in., 2022). Kwas octowy był głównym kwasem organicznym występującym w poddanych fermentacji naparach ziołowych, a jego stężenie wahało się od 3,4 g/l w analogu kombuchy z liści czarnej porzeczki do 6,5 g/l w analogu kombuchy z liści pokrzywy (**Tab.1, P5**). Wszystkie rodzaje testowanych naparów ziołowych były bardzo dobrymi substratami do produkcji kwasu bursztynowego, z najwyższym, prawie 5-krotnym wzrostem w fermentowanym naparze z mięty (0,2 g/l). Jayabalan i in. (2007), w badaniu kombuchy z zielonej i czarnej herbaty, wskazali kwas glukuronowy jako kolejny główny kwas organiczny po kwasie octowym. Prowadzone przeze mnie badania (**P5**) tego jednak nie potwierdziły, co dowodzi istotnego wpływu zastosowanego substratu do produkcji kombuchy na skład chemiczny otrzymywanych napojów. Natomiast we wszystkich badanych fermentowanych napojach ziołowych (**Tab. 1, P5**) zaobserwowano istotne ($P < 0,05$) obniżenie zawartości sacharozy.

Przedstawione w publikacjach **P4** i **P5** wyniki wskazują, że proces fermentacji z zastosowaniem SCOBY może odgrywać znaczącą rolę w poprawie zdolności do usuwania wolnych rodników. W publikacji **P4** wykazano istotne ($P < 0,05$) zwiększenie aktywności przeciwutleniającej mierzonej testem DPPH (z zastosowaniem 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu, DPPH), około 3-krotne w roślinnych analogach kombuchy i około 2-krotne w fermentowanych mlekach (**Tab. 2, P4**). Wyniki testu DPPH silnie korelowały z wartościami aktywności przeciwutleniającej mierzonymi metodą fotochemiluminescencji (PCL) dla związków przeciwutleniających rozpuszczalnych w wodzie (ACW, $r = 0,98$), a tym samym dla całkowitego PCL, czyli sumy ACW i ACL (związków przeciwutleniających rozpuszczalnych w tłuszczu, ACL) ($r = 0,79$), co oznacza, że rozpuszczalne w wodzie przeciwutleniacze pozytywnie wpływają na ogólny poziom przeciwutleniaczy w analizowanych produktach. Aktywność antyoksydacyjna analogów kombuchy otrzymanych z naparów ziołowych (**P5**) została zmierzona poprzez określenie zdolności związków przeciwutleniających do neutralizowania dwóch rodzajów rodników: anionorodnika ponadtlenkowego ($O_2^{\cdot-}$) metodą PCL oraz rodników DPPH spektrofotometrycznie. Niezależnie od metody, napary miętowe charakteryzowały się najwyższą aktywnością antyoksydacyjną wśród napojów niefermentowanych (**Tab. 2, P4**). Ich całkowita aktywność antyoksydacyjna mierzona metodą PCL wyniosła 9,14 $\mu\text{mol Trolox/ml}$, a stopień neutralizacji rodnika DPPH oznaczono na poziomie 80,2%. Stopień zmiany aktywności antyoksydacyjnej pod wpływem procesu fermentacji, mierzony neutralizacją rodnika DPPH, był znacznie niższy niż hamowanie anionorodnika ponadtlenkowego ($O_2^{\cdot-}$) oceniane metodą PCL. Na przykład w fermentowanych naparach z pokrzywy wartości PCL wzrosły czterokrotnie (z 0,79 do 3,39 $\mu\text{mol Trolox/ml}$), podczas gdy stopień neutralizacji rodnika DPPH zwiększył się tylko dwukrotnie (z 15,2% do 33,6%). Co ciekawe, w fermentowanych naparach miętowych aktywność antyoksydacyjna mierzona zarówno metodą ACW, jak i ACL wzrosła, podczas gdy poziom neutralizacji rodnika DPPH obniżył się z 80,2% do 74,1%. Obserwowane korelacje prawdopodobnie wynikają z różnych mechanizmów działania antyoksydacyjnego składników obecnych w badanych napojach oraz ich zróżnicowanej skuteczności w hamowaniu rodników ponadtlenkowych ($O_2^{\cdot-}$) i rodników DPPH, co potwierdzili w swoich badaniach inni autorzy (Kozłowska i in., 2021; Wang i in., 2022; Xiong i in., 2023; Öztürk i in., 2023).

W badanych naparach ziołowych przed i po fermentacji (**P5**) oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych (TPC) za pomocą odczynnika Folina oraz profil związków fenolowych metodą

LC-MS/MS (**Tab. 3, P5**). Wykazano istotny ($P<0,05$) wpływ fermentacji z zastosowaniem SCOBY na zwiększenie zawartości fenoli, co może być związane z powstawaniem nowych metabolitów oraz uwalnianiem związków z matrycy roślinnej podczas fermentacji (Leonard i in., 2021). W badaniach opisanych w publikacji **P5** najwyższą zawartość fenoli stwierdzono w naparach ziołowych po fermentacji. Największe zwiększenie (ok. 85%) zawartości TPC po fermentacji zaobserwowano w przypadku naparu z pokrzywy, a następnie dla mięty i czarnej porzeczki, odpowiednio ok. 59% i 19%. Obserwowane trendy są zgodne z informacjami omówionymi w rozdziale publikacji **P5** dotyczącym aktywności przeciwutleniającej, co potwierdza, że głównymi antyoksydantami analizowanych napojów są związki fenolowe. Uzyskane wartości TPC dla produktów fermentowanych można uporządkować w następujący sposób: mięta (102,2 mg/100 ml) > czarna porzeczka (82,0 mg/100 ml) > pokrzywa (45,4 mg/100 ml). Wartość TPC dla fermentowanej mięty koreluje z najwyższą aktywnością antyoksydacyjną mierzoną metodą ACL.

W naparach ziołowych fermentowanych i niefermentowanych z użyciem SCOBY (**P5**) oznaczono trzynaście kwasów fenolowych (**Tab.3, P5**). Ich zawartość istotnie ($P<0,05$) wzrosła w fermentowanych naparach z mięty i pokrzywy. Kwas syringowy zidentyfikowano jako główny kwas fenolowy (od 85% do 94% zawartości zidentyfikowanych kwasów fenolowych), którego zawartość istotnie ($P<0,05$) wzrosła we wszystkich naparach po fermentacji. Najwyższą zawartość kwasu syringowego stwierdzono w fermentowanych naparach z mięty (48,61 µg/ml). Fermentacja pozytywnie wpływa na powstawanie tego kwasu, a jego wyższa zawartość może być związana z transformacją antocyjanów (Leonard i in., 2021). We wszystkich analizowanych próbkach po fermentacji zaobserwowano zmniejszenie zawartości kwasu *p*-kumarowego, w największych ilościach w fermentowanych napojach z liści czarnej porzeczki. Z grupy związków flawonoidowych w badanych naparach zostały zidentyfikowane kaempferol, epikatechina, mirycetyna i rutyna. Epikatechina została wykryta głównie w naparach niefermentowanych, a jej istotną ($P<0,05$), co najmniej 2-krotną degradację zaobserwowano po fermentacji SCOBY w każdym fermentowanym naparze. W naparach z liści pokrzywy i czarnej porzeczki zidentyfikowano rutynę, jednak uległa ona degradacji pod wpływem procesu fermentacji. W badaniach innych autorów to właśnie rutyna została zidentyfikowana jako główny flawonoid w pokrzywie (Orcic i in., 2014; Elez Garofulić i in., 2021). Na podstawie uzyskanych wyników dla badanych ziołowych analogów kombuchy można stwierdzić, że to kwasy fenolowe, a nie flawonoidy, są głównymi składnikami przyczyniającymi się do ogólnej bioaktywności tych napojów.

W publikacjach **P4** i **P5** przedstawiono wyniki zawartości składników mineralnych w analizowanych analogach kombuchy. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że na zawartość składników mineralnych w fermentowanych napojach miał wpływ surowiec użyty do ich produkcji. W przypadku analogu kombuchy przygotowanej na bazie mleka i napojów roślinnych (**P4**) największe zmiany zaobserwowano dla manganu, którego zawartość wzrosła blisko 14-krotnie w mleku bezlaktozowym i ponad 7-krotnie w mleku krowim (**Tab. 5, P4**). Zwiększenie zawartości manganu podczas fermentacji kombuchy zostało również potwierdzone przez Bauer-Petrovską i Petrushevską-Tozi (2001) oraz Bishopa i in. (2022), którzy zaobserwowali, że tempo zmian zawartości tego pierwiastka zależy od rodzaju kultury starterowej użytej do fermentacji, czasu i warunków jej aktywności. Zawartość wszystkich innych minerałów zmniejszyła się po fermentacji (**Tab. 5, P4**). Największe obniżenie, ponad 6-krotne, zaobserwowano dla żelaza w fermentowanym mleku krowim i potasu w fermentowanym napoju kokosowym. Analizując poziom składników mineralnych w fermentowanych naparach ziołowych odnotowano istotne zwiększenie zawartości manganu (przekraczające 50%) jedynie w fermentowanym naparze z pokrzywy (**Tab. 4, P5**). Natomiast w przypadku cynku zaobserwowano ponad 25% zwiększenie jego zawartości w kombuchy przygotowanej na bazie liści czarnej porzeczki. We wszystkich testowanych naparach ziołowych po fermentacji istotnie ($P<0,05$) zmniejszyła się zawartość miedzi, osiągając nawet 2-krotne obniżenie w kombuchy z liści

pokrzywy. Fermentacja z użyciem SCOBY spowodowała również istotne obniżenie zawartości fosforu we wszystkich badanych naparach, przy czym najwyższy wynoszący 19%, zaobserwowano w kombuchy na bazie mięty. Wszystkie napoje fermentowane charakteryzowały się natomiast zwiększoną zawartością magnezu (ponad 55% zwiększenie w kombuchy z liści pokrzywy i czarnej porzeczki) oraz wapnia (około 10%). Zwiększenie zawartości pierwiastków w badanych analogach kombuchy jest najprawdopodobniej efektem współpracy drożdży i bakterii podczas fermentacji. Symbiotyczna kultura wykorzystuje substraty w różnych szlakach metabolicznych do generowania wielu korzystnych metabolitów, w tym, obok polifenoli, kwasów organicznych i witamin, także składników mineralnych (Jayabalan i in., 2014; Antolak i in., 2021; Jakubczyk i in., 2022; Kitwetcharoen i in., 2023). Z kolei obniżenie zawartości niektórych składników mineralnych może wynikać z ich wykorzystania przez mikroorganizmy do metabolizmu lub syntezy metabolitów wtórnych, takich jak np. witaminy (Cuvas-Limon i in., 2021; Jakubczyk i in., 2022). Zmniejszenie zawartości miedzi we wszystkich testowanych analogach kombuchy można wytłumaczyć detoksykującymi właściwościami SCOBY (Ivanišová i in. 2020). Mamisahebei i in. (2007) zaobserwowali, że mikroorganizmy kombuchy w procesie warzenia piwa działały jako biosorbenty, skutecznie usuwając metale ciężkie, takie jak arsen, chrom i miedź.

Dodatkowo w publikacji **P4** potwierdzono potencjał SCOBY do syntetyzowania folianów w zależności od użytego do fermentacji substratu. Zawartość zidentyfikowanych form folianów, H₄folianu i 5-CH₃-H₄folianu, oraz ogólną zawartość folianów w mlekach i napojach roślinnych przed i po fermentacji z użyciem SCOBY przedstawiono w **Tab. 1, P4**. W badaniu zaobserwowano imponujące, ponad 4-krotne zwiększenie całkowitej zawartości folianów w fermentowanym napoju migdałowym i około 2-krotne w fermentowanym mleku i mleku bez laktozy. W napoju migdałowym na skutek fermentacji zawartość 5-CH₃-H₄folianu zwiększyła się aż 15-krotnie, a zawartość H₄folianu 3-krotnie. Z kolei w analizowanych próbkach mleka na skutek fermentacji zaobserwowano większy wzrost formy H₄folianu, około 3-krotny. Opisane w **P4** wyniki badań potwierdzają doniesienia innych autorów o zdolności bakterii, w tym bakterii kwasu mlekowego oraz drożdży do syntetyzowania folianów (LeBlanc i in., 2011; Laiño i in., 2013; Korhola i in., 2014). Z drugiej strony opisane w **P4** prawie 2-krotne obniżenie całkowitej zawartości folianów w fermentowanym napoju kokosowym, wskazuje na potrzebę dalszych badań nie tylko nad wpływem warunków fermentacji, ale także doborem korzystnych substratów, które będą sprzyjać efektywnej produkcji folianów.

W publikacji **P4** przedstawiono także szczegółową charakterystykę profilu kwasów tłuszczowych w mlekach i napojach roślinnych przed i po fermentacji (**Tab. 3 i 4, P4**). W badanych fermentowanych roślinnych analogach kombuchy zaobserwowano istotne ($P < 0,05$) zmiany we wszystkich grupach kwasów tłuszczowych. Fermentowany napój migdałowy charakteryzował się istotnie ($P < 0,05$) wyższą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), w tym istotnie wyższą zawartością kwasu C18:2, oraz nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), w tym istotnie wyższą zawartością kwasów C12:0, C14:0 i C16:0. Fermentowany napój kokosowy miał istotnie wyższą zawartość ($P < 0,05$) kwasów SFA oraz niższą, ponad 24-krotne obniżenie, zawartość kwasów PUFA, w tym kwasu C18:2 i C18:3. W obu produktach roślinnych po fermentacji istotnie ($P < 0,05$) zmniejszyła się także zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA). Odwrotnie, w fermentowanych mlekach nie zaobserwowano istotnych ($P > 0,05$) zmian w całkowitej zawartości kwasów tłuszczowych SFA, MUFA i PUFA. Uzyskane w badaniach wyniki wskazują, że zawartość oznaczonych kwasów tłuszczowych w mleku po fermentacji uległa niewielkim zmianom z wyjątkiem kwasu C4:0 i sprzężonego kwasu linolowego *cis9trans11* C18:2 (CLA) (**Tab. 3, P4**). Zaobserwowano istotne ($P < 0,05$) zwiększenie zawartości CLA w fermentowanym mleku krowim. Z kolei niewielkie zmniejszenie zawartości tego kwasu wykazano w próbce mleka fermentowanego bez laktozy. Zmiany w składzie i zawartości niektórych kwasów tłuszczowych podczas fermentacji z użyciem SCOBY mleka krowiego z herbatami ziołowymi w różnych temperaturach fermentacji opisali

inni autorzy (Brezo i in, 2011; Malbaša i in, 2011b) wykazując, że temperatura fermentacji i metoda przygotowania kombuchy wpływają na profil kwasów tłuszczowych fermentowanych produktów. Jednakże dane dotyczące składu kwasów tłuszczowych napojów typu kombucha są bardzo ograniczone, co wskazuje na potrzebę dalszych badań w tym zakresie.

Dodatkowo w badaniach opisanych w **P4** przeprowadzono analizę głównych składowych (PCA) w celu zbadania zależności między analizowanymi analogami kombuchy, a określonymi parametrami, takimi jak aktywność przeciwutleniająca, zawartość folianów i składników mineralnych. Uzyskane wyniki (**Fig. 2, P4**) wskazują, że formy folianów, H₄folian i 5-CH₃-H₄folian, korelowały ze sobą pozytywnie w obu rodzajach mleka po fermentacji, a takiej zależności nie zaobserwowano przed fermentacją, co świadczy o wpływie tego procesu na wzajemne interakcje tych związków. W przypadku produktów mlecznych niefermentowanych zaobserwowano pozytywną korelację następujących składników mineralnych: cynk, magnez i potas, natomiast w niefermentowanych napojach roślinnych korelowały ze sobą takie składniki, jak wapń, żelazo, sód i miedź. Dodatkowo w fermentowanym napoju migdałowym zaobserwowano silną korelację z wartościami uzyskanymi dla aktywności antyoksydacyjnej, niezależnie od zastosowanej metody jej pomiaru. Jednocześnie w przypadku fermentowanego napoju kokosowego aktywność antyoksydacyjna, mierzona testem DPPH, była silnie skorelowana z manganem, który wykazuje właściwości antyoksydacyjne.

Uzupełnieniem wyników analiz chemicznych potwierdzających zmiany w składzie testowanych analogów kombuchy, są wyniki przeprowadzonej oceny sensorycznej (**Fig 1., P4; Fig. 2, P5**). Zastosowano metodę profilowania różnicowego do oceny wybranych cech sensorycznych (barwa, tekstura/klarowność, smak, zapach i ogólna akceptowalność) uzyskanych napojów fermentowanych w porównaniu do napojów przed fermentacją, które stanowiły punkt odniesienia na dwustopniowej skali graficznej. Fermentacja z użyciem SCOBY wpłynęła na wszystkie analizowane wyróżniki jakości sensorycznej. Przykładowo, w fermentowanych napojach mlecznych najbardziej widoczne zmiany zaobserwowano w ich teksturze, były zdecydowanie bardziej gęste. Smak wszystkich badanych analogów kombuchy był bardziej intensywny, prawdopodobnie z powodu wyraźnego smaku octu na skutek zwiększenia zawartości kwasu octowego w trakcie fermentacji (Xia i in., 2019). Zmiany w smaku fermentowanych napojów mlecznych mogą być również wynikiem wysokiej zawartości manganu, który aktywuje wzrost bakterii fermentacji mlekowej (Ricciardi i in., 2018). Wszystkie analogi kombuchy przygotowane na bazie naparów ziołowych odznaczały się wyraźnie jaśniejszą barwą w porównaniu do ciemnej intensywniej barwy naparów niefermentowanych. Zmiany barwy napojów po fermentacji SCOBY mogą wynikać z rozkładu katechin, teafławin i tearubigin do prostszych form pod wpływem enzymów wytwarzanych przez bakterie kwasu octowego oraz drożdże zaangażowane w proces fermentacji (Jayabalan i in., 2007). Pod względem ogólnej akceptowalności najwyższe oceny otrzymały analogi kombuchy przygotowane na bazie liści czarnej porzeczki i mięty (1,6), co najprawdopodobniej wynikało z ich przyjemnego, orzeźwiającego smaku oraz atrakcyjnej barwy. Podobnie, wysokie oceny ogólnej akceptowalności uzyskały oba fermentowane mleka krowie (>2,1). Z kolei najniższy wynik ogólnej akceptowalności (-0,6) uzyskał fermentowany napój kokosowy, co mogło wynikać z nieatrakcyjnej szarej barwy tego napoju (-3,9).

Podsumowując, przeprowadzone badania poszerzają aktualną wiedzę na temat właściwości fermentacyjnych SCOBY. Uzyskane wyniki dostarczają nowych informacji na temat wartości żywieniowej analogów popularnego napoju kombucha przygotowanych na bazie nietypowych surowców. Wyniki, które przedstawiłam w publikacjach **P4** i **P5**, potwierdziły potencjał SCOBY do zwiększenia wartości odżywczej oraz modyfikacji cech sensorycznych nowych substratów w produkcji analogów kombuchy, takich jak mleko i produkty roślinne. Pozwoliło to na potwierdzenie hipotezy **H4**. Uzyskane wyniki wyraźnie wskazują, że zarówno pochodzenie, jak i skład surowców mają istotny

wpływ na bioaktywny potencjał oraz właściwości sensoryczne uzyskanych analogów. Zastosowanie nowych substratów w produkcji kombuchy, jak wykazano w badaniach (**P4**, **P5**), stanowi obiecującą strategię zwiększenia aktywności przeciwutleniającej uzyskanych napojów. W przypadku fermentowanych napojów roślinnych analiza PCA ujawniła złożony mechanizm działania antyoksydacyjnego, który wiązał się nie tylko z inhibicją anionorodnika ponadtlenkowego ($O_2^{\cdot-}$) i rodnika DPPH, ale także z poziomem manganu. Z kolei w przypadku naparów ziołowych zaobserwowałam, że oprócz kwasów fenolowych najważniejszym pierwiastkiem wpływającym na potencjał przeciwutleniający było żelazo w przypadku napojów fermentowanych otrzymywanych z liści mięty, mangan – z pokrzywy oraz cynk – z czarnej porzeczki. Dodatkowo, wykazałam zdolność SCOBY do syntezy folianów we wszystkich badanych próbkach mleka oraz napoju migdałowego, a także sprzężonego kwasu linolowego w mleku krowim. Przeprowadzone badania wskazują jednak na konieczność monitorowania pH oraz zawartości kwasów organicznych w nowych analogach kombuchy, aby określić maksymalny czas trwania procesu fermentacji oraz bezpieczną ilość napoju do codziennego spożycia. Zgodnie z zaleceniami FDA (Food and Drug Administration, USA) pH spożywanych napojów nie powinno być niższe niż 3,0, ponieważ nadmierne spożycie napojów o bardzo niskim pH może negatywnie wpływać na układ trawienny (Malbaša i in., 2011a; Jakubczyk i in., 2020; Kitwetcharoen i in., 2023).

Przeprowadzone przeze mnie badania mają charakter aplikacyjny. W ramach doświadczeń opracowane zostały nowe receptury analogów napoju kombucha na bazie mleka, napojów roślinnych oraz naparów ziołowych. Różnorodność dostępnych produktów i innowacyjne receptury odpowiadają na rosnące zapotrzebowanie konsumentów na zdrowe alternatywy popularnych produktów, które łączą walory smakowe z aspektami odżywczymi.

Wpływ wybranych technik gotowania brokułów i szpinaku na zawartość składników bioaktywnych i właściwości organoleptyczne – P6

Ostatnia publikacja z cyklu (**P6**) dotyczy oceny możliwości zmniejszenia strat w zawartości związków bioaktywnych w warzywach poprzez zastosowanie wybranych technik obróbki termicznej. Warzywa stanowią ważny składnik zdrowej i zrównoważonej diety. Przed spożyciem większość z nich jest poddawana obróbce termicznej, która często prowadzi do utraty wartości odżywczych (Saikia i Mahanta, 2013; Palermo i in., 2014; Liu i in., 2020) oraz zmian ich właściwości organoleptycznych (Borowski i in., 2015). Podstawowa wiedza na temat wpływu stosowanych metod przetwarzania żywności jest niezbędna dla możliwości racjonalnego planowania diety przez konsumentów. Celem pracy (**C5**) było określenie wpływu konwencjonalnych technik gotowania (gotowanie w wodzie, na parze, mikrofalowe) oraz gotowania techniką sous-vide i w piecu konwekcyjno-parowym na zawartość składników odżywczych oraz właściwości sensoryczne zielonych warzyw. W badaniach wstępnych dla każdej metody obróbki wybrano optymalne parametry czasu i temperatury opisane szczegółowo w **Tab. 1, P6**.

W badanych warzywach surowych i przetworzonych badano zawartość folianów (**Tab. 2, P6**). We wszystkich analizowanych próbkach forma metylowa (5-CH₃-H₄folian) była dominująca i stanowiła ponad 99% całkowitej zawartości folianów w świeżych brokułach i szpinaku. Każda technika zastosowanej obróbki cieplnej spowodowała zmniejszenie zawartości folianów w produkcie końcowym, przy czym forma 5-CH₃-H₄folianu wykazywała wyższą stabilność niż H₄folian. Przykładowo, w brokułach poddanych obróbce cieplnej redukcja H₄folianu wahała się od 27% po gotowaniu na parze do 76% po gotowaniu w wodzie, podczas gdy straty w zawartości 5-CH₃-H₄folianu wahały się od 9% po gotowaniu w piecu konwekcyjno-parowym do 49% po gotowaniu w wodzie.

Badane techniki gotowania w określonych warunkach termicznych spowodowały znaczące ($P < 0,05$) zmniejszenie całkowitej zawartości folianów (**Tab. 2, P6**). Głównym mechanizmem redukcji folianów, obok degradacji chemicznej, jest ich wypłukiwanie do wody użytej do gotowania (Dang i in., 2000; Delchier i in., 2016). W przypadku brokułów zaobserwowano największe straty, przekraczające 50%, po gotowaniu w wodzie. Inne metody obróbki cieplnej zapewniły bardzo dobrą retencję folianów, powyżej 80% po ogrzewaniu w piecu konwekcyjno-parowym i mikrofalowym, oraz powyżej 70% po gotowaniu sous-vide i na parze. Bureau i in. (2015) odnotowali podobne straty folianów (60%) po gotowaniu brokułów w wodzie przez 15 min., oraz brak istotnych strat po gotowaniu na parze i w kuchence mikrofalowej.

W toku badań zaobserwowano interesujące różnice między rodzajami warzyw, które wpływają na zawartość w nich składników odżywczych. Obróbka cieplna szpinaku skutkowała wyższymi stratami folianów w porównaniu do brokułów, co może być związane z wielkością i stopniem fragmentacji produktu. Dang i in. (2000) w badaniach prowadzonych na roślinach strączkowych zauważyli, że zachowanie folianów podczas przetwarzania technologicznego zależy, m.in., od stosunku powierzchni do objętości warzywa. Obserwowano, że mniejsze warzywa mają większy stosunek powierzchni do objętości, co tłumaczy wyższe straty folianów w wyniku wypłukiwania w porównaniu do większych warzyw. W badaniach opisanych w publikacji **P6** największe straty folianów w szpinaku, wynoszące 62%, zaobserwowano po gotowaniu w wodzie. Gotowanie na parze zmniejszyło straty jedynie o 5% w porównaniu do gotowania w wodzie. Najlepszą retencję folianów w szpinaku, ponad 50%, odnotowano po gotowaniu techniką sous-vide i w piecu konwekcyjno-parowym. W badaniach innych autorów (Holasová i in., 2008) zauważono znaczną utratę folianów (70%) już po 8 min. gotowania szpinaku, w porównaniu do innych badanych warzyw. We wcześniejszych badaniach (Czarnowska i Gujska, 2012) wykazano, że pokrojony szpinak jest bardziej narażony na redukcję folianów niż inne warzywa, takie jak zielony groszek, fasola czy kalafior, z powodu większej powierzchni kontaktu z wodą podczas przetwarzania.

Dodatkowo w pracy oszacowano możliwość pokrycia dziennego zapotrzebowania na foliany przez porcję warzyw (100 g) poddanych różnym technikom obróbki termicznej (**Tab. 3, P6**). Wykazano, że biorąc pod uwagę zalecaną dzienną dawkę spożycia folianów (Jarosz i in., 2017), badane warzywa przetworzone mogą stanowić istotne źródło tych witamin w codziennej diecie. U dzieci w wieku od 1. do 3. roku życia, 100 g szpinaku gotowanego metodą sous-vide oraz 100 g brokułów przygotowanych w piecu konwekcyjno-parowym może pokryć ponad 65% dziennego zapotrzebowania na foliany. W przypadku kobiet w ciąży, które mają najwyższe zapotrzebowanie na foliany, 600 µg/dzień (Jarosz i in., 2017), stopień pokrycia może wynosić od 11% do 17% dla szpinaku oraz od 9% do 17% dla brokułów, w zależności od zastosowanej techniki obróbki cieplnej.

W pracy (**P6**) przedstawiono także wyniki zawartości sumy związków fenolowych (total phenols, TP) i potencjału przeciwutleniającego warzyw surowych i po obróbce termicznej (**Tab. 4, P6**). W obu przypadkach najwyższą zawartość TP odnotowano w surowych próbkach warzyw, natomiast najniższe wartości TP zaobserwowano w warzywach po gotowaniu w wodzie. Obróbka szpinaku techniką sous-vide, gotowanie na parze oraz gotowanie w piecu konwekcyjno-parowym zmniejszyły zawartość TP zaledwie od 4% do 7% w porównaniu do istotnych strat ($P < 0,05$) na poziomie 55% po gotowaniu w wodzie. Wyniki te są zgodne z badaniami Bunea i in. (2008), którzy zaobserwowali ponad 50% zmniejszenie zawartości TP w szpinaku po gotowaniu. W próbkach brokułów zawartość TP zmniejszała się zależnie od rodzaju obróbki termicznej w następującej kolejności: surowe > sous-vide > gotowanie mikrofalowe i gotowanie na parze > piec konwekcyjno-parowy > gotowanie w wodzie, przy czym zawartość TP po gotowaniu spadła aż o 70%. Podobnie, Guillén i in. (2017) wykazali, że podczas gotowania brokułów w wodzie zachowano związki fenolowe na poziomie zaledwie 40%.

Wyniki badań opisanych w publikacji **P6**, wykazały, że gotowanie techniką sous-vide było najłagodniejszą formą obróbki termicznej zarówno dla próbek szpinaku, jak i brokułów, pod względem najlepszego zachowania związków fenolowych oraz zdolności przeciwutleniającej. Wyniki te są zgodne z obserwacjami innych autorów, którzy zauważyli, że gotowanie sous-vide sprzyja retencji polifenoli, nie tylko ze względu na niższą temperaturę w porównaniu do tradycyjnego gotowania, ale także dlatego, że opakowanie zapobiega stratom spowodowanym wypłukiwaniem składników odżywczych do wody używanej w tradycyjnym gotowaniu (Chiavaro i in., 2012). Aktywność przeciwutleniającą warzyw surowych i po obróbce oceniono za pomocą testu DPPH (**Tab. 4, P6**). Najwyższe obniżenie wartości DPPH, o prawie 50%, zaobserwowano, zarówno w szpinaku, jak i w brokułach po tradycyjnym gotowaniu w wodzie. Wartość DPPH brokułów znacząco wzrosła po obróbce sous-vide ($P < 0,1$). Podobnie Kosewski i in. (2018) oraz Lafarga i in. (2018) zauważyli, że w szpinaku aktywność przeciwutleniająca zmniejszyła się nawet po obróbce sous-vide, ale odwrotny efekt zaobserwowano w brokułach, w których wartość DPPH istotnie wzrosła. Co więcej, gotowanie na parze i w piecu konwekcyjno-parowym nie wpłynęło istotnie ($P > 0,1$) na aktywność przeciwutleniającą brokułów. Zaobserwowane różnice w zawartości TP mogą być związane z uszkodzeniem struktury ścian komórkowych. Rozpad ścian komórkowych warzyw jest procesem zależnym od czasu i temperatury obróbki cieplnej (Nartea i in., 2021). Uszkodzenia tkanek roślinnych wpływają na zmiękczenie tekstury warzyw, ale mogą także prowadzić do utraty związków bioaktywnych, w tym związków fenolowych, a tym samym utraty ich wartości funkcjonalnej, m.in. aktywności przeciwutleniającej.

W analizowanych próbkach warzyw oceniono barwę metodą kolorymetryczną oraz wybrane parametry jakości sensorycznej. Zastosowane metody obróbki cieplnej wpłynęły na zmniejszenie jasności brokułów i szpinaku (L^*) (**Tab. 5, P6**), jednak różnice w przypadku brokułów nie były statystycznie istotne ($P > 0,05$). Największe obniżenie L^* dla szpinaku zaobserwowano w próbkach gotowanych w bezpośrednim kontakcie z wodą. Barwa zielonych warzyw zależy od obecności chlorofilu, a zmiany w pigmentach monitorowano za pomocą nasycenia barwy (C^*) i kąta barwy (h°). Brokuły gotowane techniką sous-vide miały istotnie ($P < 0,05$) niższą wartość C^* i najniższy kąt h° . Wszystkie przetworzone próbki szpinaku miały niższą wartość C^* i wyższy kąt h° niż surowy produkt, co skutkowało intensywniejszym odcieniem zieleni. Podobne wyniki uzyskali Turkmen i in. (2006), wykazując, że wartości kąta barwy (h°) brokułów zmniejszyły się po gotowaniu na parze, a w szpinaku wzrosły po różnych metodach gotowania. Podczas obróbki cieplnej chlorofil przekształca się w feofityny, a następnie w pirofeofityny. Zmiany barwy mogą również wynikać z aktywności enzymów, które wpływają na właściwości odbicia światła w wyniku usuwania powietrza z tkanek warzyw (Zhong i in., 2015; Duarte-Sierra i in., 2016). Całkowita różnica w barwie (ΔE^*) gotowanych brokułów wynosiła od 9 do 16, a przetworzonego szpinaku od 6 do 16, co oznacza, że wszystkie techniki gotowania spowodowały istotną ($P < 0,05$) zmianę barwy w porównaniu do surowych warzyw.

Ocena sensoryczna ogólnego wyglądu i intensywności barwy brokułów (**P6**) wykazała, że najwyżej ocenione zostały próbki gotowane w kuchence mikrofalowej, natomiast najniżej przygotowane metodą sous-vide (Dodatek A. Dane uzupełniające/ Appendix A. Supplementary data, **P6**). Zależność ta jest zgodna z uzyskanymi wynikami instrumentalnego pomiaru nasycenia barwy (C^*) i wartości kąta barwy (h°). W kwestii intensywności i pożądanego aromatu, najlepsze oceny przyznano próbkom brokułów gotowanym bez bezpośredniego kontaktu z wodą, czyli metodą sous-vide, w kuchence mikrofalowej oraz w piecu konwekcyjno-parowym. Najwyższe oceny za smak i ogólną jakość otrzymały próbki z pieca konwekcyjnego, podczas gdy najwyższą ocenę za konsystencję przyznano brokułom po obróbce mikrofalowej. Najniższe oceny dotyczyły próbek gotowanych w wodzie i na parze. W przypadku przetworzonego szpinaku, najniższe oceny za wygląd i intensywność barwy również uzyskano dla próbek gotowanych w wodzie i na parze. Najlepsze wyniki za ogólną jakość,

konsystencję oraz intensywność aromatu przyznano szpinakowi przygotowanemu w kuchence mikrofalowej.

Przeprowadzone przez mnie badania pozwoliły na potwierdzenie hipotezy (**H6**). Wykazałam (**P6**), że istotnie, dobór odpowiedniej techniki przetwarzania warzyw pozwala na ograniczenie strat cennych z żywieniowego punktu widzenia składników bioaktywnych, takich jak witaminy, związki fenolowe, a dodatkowo na zachowanie dobrych właściwości sensorycznych szpinaku i brokułów. Badanie dostarczyło nowych informacji na temat wpływu tradycyjnych i niekonwencjonalnych metod gotowania na całkowitą zawartość polifenoli, aktywność przeciwutleniającą oraz główne formy folianów w brokułach i szpinaku. Gotowanie w piecu konwekcyjno-parowym oraz technika sous-vide w badanych warunkach, wydają się obiecującymi metodami przygotowania posiłków o wysokiej wartości odżywczej. Warzywa przetworzone tymi technikami mogą zachować wysoki potencjał przeciwutleniający i w znaczący sposób przyczynić się do zaspokojenia dziennego zapotrzebowania na foliany w różnych grupach populacyjnych. Nie mniej istotne pozostają cechy sensoryczne produktów. W ocenie pożądanego smaku oraz ogólnej jakości przetworzonych brokułów i szpinaku najwyższe noty uzyskano dla metod sous-vide i gotowania w piecu konwekcyjno-parowym. Jednak te techniki nie pozwoliły na zachowanie naturalnej zielonej barwy produktów, co udało się osiągnąć podczas gotowania w kuchence mikrofalowej. Uzyskane wyniki badań wyraźnie wskazują na kierunki dalszych badań nad jednoczesnym zachowaniem wartości odżywczej i atrakcyjnej dla konsumentów barwy.

4.3.4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Zaprezentowane wyniki badań (**P1-P6**) w pełni korespondują z postawionym głównym celem Osiągnięcia, czyli zaproponowaniem wybranych rozwiązań, które mogą przyczynić się do zwiększenia zawartości składników o charakterze prozdrowotnym w żywności. Efektem badań, zrealizowanych w ramach Osiągnięcia Naukowego są następujące wnioski:

1. Wykazałam, że jakość dostępnych na rynku suplementów diety, w tym zawierających kwas foliowy, budzi poważne wątpliwości. Dlatego istnieje pilna potrzeba wprowadzenia zmian legislacyjnych, które umożliwią skuteczniejszą kontrolę tego rynku przez Inspekcje Sanitarne. Niezbędny jest efektywny system weryfikacji autentyczności suplementów wprowadzanych do obrotu oraz już dostępnych w sprzedaży, a także sprawna procedura wycofywania z rynku produktów zafałszowanych. Takie działania pozwolą chronić konsumentów przed nieuczciwymi praktykami i zapewnić im bezpieczeństwo.
2. Udowodniłam, że wzbogacanie żywności w naturalne wsady roślinne lub poprzez fermentację, z zastosowaniem tradycyjnych i niekonwencjonalnych kultur mikroorganizmów i substratów, jest obiecującą metodą uzyskiwania innowacyjnych produktów o zwiększonej wartości odżywczej i atrakcyjnych właściwościach sensorycznych.
 - 2.1. Wykazałam, że odpowiedni dobór mikroorganizmów lub ich kombinacji, zdolnych do produkcji związków bioaktywnych pozwala na rozwijanie nowej żywności o zwiększonej wartości odżywczej. W przypadku syntezy folianów bardzo dobre rezultaty uzyskano w mleku krowim i napojach roślinnych fermentowanych symbiotyczną kulturą bakterii i drożdży w porównaniu do tradycyjnie stosowanych kultur starterowych. Niezbędne są dalsze badania nad selekcją mikroorganizmów, projektowaniem i optymalizacją korzystnych warunków dla takiej produkcji.
 - 2.2. Wykazałam, że potencjał bioaktywny oraz właściwości sensoryczne nowych analogów kombuchy są silnie uzależnione od pochodzenia, składu surowców oraz warunków fermentacji. Dalsze badania powinny dotyczyć związku między procesem fermentacji kombuchy, a biodostępnością składników odżywczych.

3. Stwierdziłam, że istnieje potrzeba monitorowania zmian zachodzących w nowych produktach, np. konieczność kontrolowania pH i zawartości kwasów organicznych w nowych analogach kombuchy, w celu określenia maksymalnego czasu trwania procesu fermentacji i bezpiecznej ilości napoju do codziennego spożycia, czy zmian zawartości w żywności wzbogaconej określonych składników mineralnych, np. sodu i fosforu, których nadmierne ilości w diecie są powszechne.
4. Wykazałam, że ustalenie parametrów obróbki termicznej w istotny sposób zależy od rodzaju warzywa, i pozwala na ograniczenie degradacji związków bioaktywnych i niepożądanych zmian jakości sensorycznej. Niekonwencjonalne techniki obróbki termicznej takie jak, gotowanie sous-vide i w piecu konwekcyjno-parowym, wykazują potencjał do przygotowania warzyw zielonych z zachowaniem wysokiej wartości odżywczej, które w istotny sposób mogą pokryć dzienne zapotrzebowanie na foliany i wybrane składniki mineralne.

Na podstawie przeprowadzonych badań w ramach prezentowanego Osiągnięcia Naukowego, mój istotny wkład w rozwój dyscypliny technologii żywności i żywienia polegał na:

- Wykazaniu skuteczności naturalnych metod wzbogacania żywności, takich jak fermentacja z zastosowaniem SCOBY oraz dodatek składników roślinnego pochodzenia. Te **innowacyjne** podejścia mogą przyczynić się do zwiększenia wartości odżywczej produktów zarówno pochodzenia zwierzęcego, jak i roślinnego, co jest istotne w kontekście rosnących potrzeb zdrowotnych konsumentów.
- Opracowaniu receptur pieczywa wzbogaconego warzywami oraz analogów napoju kombucha ze zwiększonymi właściwościami odżywczymi, co może stanowić istotny wkład w rozwój rynku żywności funkcjonalnej. Te **innowacje** odpowiadają na potrzeby współczesnych konsumentów poszukujących zdrowych i atrakcyjnych sensorycznie opcji żywieniowych.
- Dostarczeniu **nowej wiedzy** na temat sposobów zwiększania wartości odżywczej i sensorycznej produktów poprzez badania nad doбором mikroorganizmów oraz parametrów obróbki termicznej w procesach przetwarzania żywności.
- Wskazaniu potrzeby monitorowania parametrów jakościowych nowych produktów w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów.
- Rekomendacji dotyczącej konieczności opracowania zintegrowanej strategii promującej spożycie składników bioaktywnych pochodzących z różnych źródeł, zarówno z suplementów diety, jak i żywności o podwyższonej ich zawartości.
- Wskazaniu potrzeby zmian legislacyjnych w zakresie kontroli rynku suplementów diety, co jest istotne w kontekście ochrony zdrowia publicznego.

4.3.5. Literatura

1. Adebo, O.A. et al. *Advances in Fermentation Technology for Novel Food Products*. W: Panda, S., Shetty, P. (Ed.) *Innovations in Technologies for Fermented Food and Beverage Industries*. Food Microbiology and Food Safety. 2018. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74820-7_4.
2. Afshin, A.; Sur, P.; Fay, K.; Cornaby, L.; Ferrara, G.; Salama, J.; Mullany, E.; Abate, K.; Abbafati, C.; Abebe, Z.; Afarideh, M.; Aggarwal, A.; Agrawal, S.; Akinyemiju, T.; Alahdab, F.; Bacha, U.; Bachman, V.; Badali, H.; Badawi, A.; Murray, C. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet* 2019, 393, 1958–1972. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30041-8.
3. Antolak, H.; Piechota, D.; Kucharska, A. Kombucha tea - a double power of bioactive compounds from tea and symbiotic culture of bacteria and yeasts (SCOBY). *Antioxidants* 2021, 10, Article 1541. DOI: 10.3390/antiox10101541.
4. Bauer-Petrovska, B.; Petrushevska-Tozi, L. Mineral and water soluble vitamin content in the kombucha drink. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2001, 35(2), 201–205. DOI: 10.1046/j.1365-2621.2000.00342.x.
5. Bhardwaj, A.K.; Chejara, S.; Malik, K.; Kumar, R.; Kumar, A.; Yadav, R.K. Agronomic biofortification of food crops: an emerging opportunity for global food and nutritional security. *Front Plant Sci.* 2022, 13, 1055278. DOI: 10.3389/fpls.2022.1055278.
6. Bishop, P.; Pitts, E.R.; Budner, D.; Thompson-Witrick, K.A. Chemical composition of kombucha beverages. *Beverages* 2022, 8(3), 45. DOI: 10.3390/beverages8030045.
7. Blancquaert, D.; De Steur, H.; Gellynck, X.; Van Der Straeten, D. Present and future of folate biofortification of crop plants. *J. Exp. Bot.* 2014, 65, 895–906. DOI: 10.1093/jxb/ert483.
8. Borowski, J.; Narwojsz, A.; Borowska, E.J.; Majewska, K. The effect of thermal processing on sensory properties, texture attributes and pectic changes in broccoli. *Czech J. Food Sci.* 2015, 33, 254–260. DOI: 10.17221/207/2014-CJFS.
9. Brezo, T.Ž.; Kravi, S.; Suturovic, Z.J.; KarisikUrovic, A.D.; Vitas, J.S.; Malbaša, R.V.; et al. Influence of kombucha inoculum on the fatty acid composition of fermented milk products. *Food Industry - Milk and Dairy Products* 2011, 1, 21–24.
10. Bunea, A.; Andjelkovic, M.; Socaciu, C.; Bobis, O.; Neacsu, M.; Verhé, R.; et al. Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Food Chem.* 2008, 108, 649–656. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.11.056.
11. Bureau, S.; Mouhoubi, S.; Touloumet, L.; Garcia, C.; Moreau, F.; Bédouet, V.; et al. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *LWT - Food Sci. Technol.* 2015, 64, 735–741. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.06.016.
12. Chiavaro, E.; Mazzeo, T.; Visconti, A.; Manzi, P.; Fogliano, V.; Pellegrini, N. Nutritional quality of sous vide cooked carrots and Brussels sprouts. *J. Agric. Food Chem.* 2012, 60, 6019–6025. DOI: 10.1021/jf300692a.
13. Cuvas-Limon, R.B.; Nobre, C.; Cruz, M.; Rodriguez-Jasso, R.M.; Ruiz, H.A.; Loreda-Treviño, A.; Teixeira, J.A.; Belmares, R. Spontaneously fermented traditional beverages as a source of bioactive compounds: An overview. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021, 61, 2984–3006. DOI: 10.1080/10408398.2020.1791050.
14. Czarnowska, M.; Gujska, E. Effect of freezing technology and storage conditions on folate content in selected vegetables. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2012, 67, 401–406. DOI: 10.1007/s11130-012-0312-2.
15. Dang, J.; Arcot, J.; Shrestha, A. Folate retention in selected processed legumes. *Food Chem.* 2000, 68, 295–298. DOI: 10.1016/S0308-8146(99)00202-2.
16. De Noronha, M.C.; Cardoso, R.R.; dos Santos D'Almeida, C.T.; do Carmo, M.A.V.; Azevedo, L.; Maltarollo, V.G.; et al. Black tea kombucha: physicochemical, microbiological and comprehensive phenolic profile changes during fermentation, and antimalarial activity. *Food Chem.* 2022, 384, Article 132515. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.132515.
17. Delchier, N.; Herbig, A.L.; Rychlik, M.; Renard, C.M.G.C. Folate in fruits and vegetables: Contents, processing and stability. *Compreh. Rev. Food Sci. Food Safety* 2016, 15, 506–528. DOI: 10.1111/1541-4337.12193.
18. Divya, J.B.; Nampoothiri, K.M. Folate fortification of skim milk by a probiotic *Lactococcus lactis* CM28 and evaluation of its stability in fermented milk on cold storage. *J. Food Sci. Technol.* 2015, 52, 3513–3519. DOI: 10.1007/s13197-014-1406-7.
19. DOZ.pl. Dostęp online: <https://www.doz.pl/> (31.10.2024).
20. Duarte-Sierra, A.; Corcuff, R.; Arul, J. Methodology for the determination of hormetic heat treatment of broccoli florets using hot humidified air: Temperature-time relationships. *Postharvest Biol. Technol.* 2016, 117, 118–124. DOI: 10.1016/j.ifset.2015.07.002.
21. Duthie, G.; Campbell, F.; Bestwick, C.; Stephen, S.; Russell, W. Antioxidant effectiveness of vegetable powders on the lipid and protein oxidative stability of cooked turkey meat patties: implications for health. *Nutrients* 2013, 5, 1241–1252. <https://doi.org/10.3390/nu5041241>.
22. Elez Garofulić, I.; Malin, V.; Repajić, M.; Zorić, Z.; Pedisić, S.; Sterniša, M.; Smole Možina, S.; Dragović-Uzelac, V. Phenolic profile, antioxidant capacity and antimicrobial activity of nettle leaves extracts obtained by advanced extraction techniques. *Molecules* 2021, 26, 6153. <https://doi.org/10.3390/molecules26206153>.

23. Florence, A.C.R.; Béal, C.; Silva, R.C.; Bogsan, C.S.; Pilleggi, A.L.O.; Gioielli, L.A.; Oliveira, M.N. Fatty acid profile, trans-octadecenoic, α -linolenic, and conjugated linoleic acid contents differing in certified organic and conventional probiotic fermented milks. *Food Chem.* 2012, 135, 2207–2214. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.026>.
24. Garrett, G.S.; Bailey, L.B. A public health approach for preventing neural tube defects: folic acid fortification and beyond. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2018, 1414, 47–58. DOI: 10.1111/nyas.13579
25. Gemini.pl. Dostęp online: <https://gemini.pl/> (31.10.2024).
26. GIS. Główny Inspektorat Sanitarny. ELEKTRONICZNY SYSTEM POWIADOMIENÍ: Powiadomienie o wprowadzeniu po raz pierwszy do obrotu (suplementy diety, żywność wzbogacana, żywność dla określonych grup). Dostęp online: <https://powiadomienia.gis.gov.pl/> (31.10.2024)
27. Gujska, E.; Czarnowska, M.; Michalak J. Zawartość kwasu foliowego i naturalnych folianów w sokach owocowych, owocowo-warzywnych i nektarach fortyfikowanych kwasem foliowym. *Towaroznawcze Problemy Jakości* 2014, (1), 111–117.
28. Gropper, S.S. The role of nutrition in chronic disease. *Nutrients* 2023, 15(3), 664. DOI: 10.3390/nu15030664. <https://doi.org/10.3390/nu15030664>.
29. Guillén, S.; Mir-Bel, J.; Oria, R.; Salvador, M.L. Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. *Food Chem.* 2017, 217, 209–216. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.08.067.
30. Holasová, M.; Fiedlerová, V.; Vavreinová, S. Determination of folates in vegetables and their retention during boiling. *Czech J. Food Sci.* 2008, 1, 31–37.
31. Ivanišová, E.; Meňhartová, K.; Terentjeva, M.; Harangozo, L.; Kántor, A.; Kačániová, M. The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. *J. Food Sci. Technol.* 2020, 57, 1840–1846. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04217-3>.
32. Jakubczyk, K.; Kałduńska, J.; Kochman, J.; Janda, K. Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black, and red tea. *Antioxidants* 2020, 9, Article 447. DOI: 10.3390/antiox9050447.
33. Jakubczyk, K.; Kupnicka, P.; Melkis, K.; Mielczarek, O.; Walczyńska, J.; Chlubek, D.; Janda-Milczarek, K. Effects of fermentation time and type of tea on the content of micronutrients in kombucha fermented tea. *Nutrients* 2022, 14, 4828. DOI: 10.3390/nu14224828.
34. Jarosz, M. Normy żywienia dla populacji Polski; Instytut Żywności i Żywienia: Warszawa, Polska, 2017. Dostęp online: <http://zywnosc.com.pl/wp-content/uploads/2017/12/normy-zywienia-dla-populacji-polski-2017-1.pdf> (31.10.2024).
35. Jayabalan, R.; Marimuthu, S.; Swaminathan, K. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chem.* 2007, 102, 392–398. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.032>.
36. Jayabalan, R.; Malbaša, R.V.; Loncar, E.S.; Vitas, J.S.; Sathishkumar, M. A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Compreh. Rev. Food Sci.* 2014, 13, 538–550. DOI:10.1111/1541-4337.12073.
37. Kariluoto, S.; Aittamaa, M.; Korhola, M.; Salovaara, H.; Vahteristo, L.; Piironen, V. Effects of yeasts and bacteria on the levels of folates in rye sourdoughs. *Int. J. Food Microbiol.* 2006, 106, 137–143. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.06.013.
38. Kasote, D.; Tiozon, R. Jr.; Sartagoda, K.; Itagi, H.; Roy, P.; Kohli, A.; Ahmed, R.; Sreenivasulu, N. Food processing technologies to develop functional foods with enriched bioactive phenolic compounds in cereals. *Frontiers in Plant Science* 2021, 12, DOI: 10.3389/fpls.2021.771276.
39. Kim, Y.; Liu, R. Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. *J. Food Sci.* 2002, 67, 1731–1737. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08714.x>.
40. Kitwetcharoen, H.; Phung, L.T.; Klanrit, P.; Thanonkeo, S.; Tippayawat, P.; Yamada, M.; Thanonkeo, P. Kombucha healthy drink—recent advances in production, chemical composition and health benefits. *Fermentation* 2023, 9, 48. <https://doi.org/10.3390/fermentation9010048>
41. Korhola, M.; Hakonen, R.; Juuti, K.; Edelmann, M.; Kariluoto, S.; Nyström, L.; et al. Production of folate in oat bran fermentation by yeasts isolated from barley and diverse foods. *J. Appl. Microbiol.* 2014, 117, 679–689. DOI: 10.1111/jam.12564.
42. Kosewski, G.; Górna, I.; Bolesławska, I.; Kowalkówka, M.; Więckowska, B.; Głowska, A.K.; et al. Comparison of antioxidative properties of raw vegetables and thermally processed ones using the conventional and sous-vide methods. *Food Chemistry* 2018, 240, 1092–1096. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.08.048.
43. Kozłowska, M.; Ścibisz, I.; Przybył, J.L.; Ziarno, M.; Żbikowska, A.; Majewska, E. Phenolic contents and antioxidant activity of extracts of selected fresh and dried herbal materials. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2021, 71, 269–278. DOI: <https://doi.org/10.31883/pjfn/139035>
44. Kucharska, A.; Oleksiak, N.; Sińska, B.; Zegan, M.; Michota-Katulska, E. Warzywa i owoce źródło witamin i składników mineralnych w diecie studentek dietetyki. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2016, 2, 145–151.
45. Kunachowicz, H.; Przygoda, B.; Nadolna, I.; Iwanow, K. Tabele składu i wartości odżywczej żywności, wydanie II zmienione. PZWL: Warszawa, Polska, 2017.

46. Lafarga, T.; Gallagher, E.; Bademunt, A.; Bobo, G.; Echeverria, G.; Viñas, I.; Aguiló-Aguayo, I. Physicochemical and nutritional characteristics, bioaccessibility and sensory acceptance of baked crackers containing broccoli co-products. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2019, 54, 634–640. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13908>.
47. Lafarga, T.; Viñas, I.; Bobo, G.; Simó, J.; Aguiló-Aguayo, I. Effect of steaming and sous vide processing on the total phenolic content, vitamin C and antioxidant potential of the genus Brassica. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2018, 47, 412–420. DOI: 10.1016/j.ifset.2018.04.008.
48. Laiño, J.E.; del Valle, M.J.; de Giori, G.S.; LeBlanc, J.G. Development of a high folate concentration yogurt naturally bio-enriched using selected lactic acid bacteria. *LWT - Food Sci. Technol.* 2013, 54, 1–5. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.05.035.
49. LeBlanc, J.G.; Laiño, J.E.; Juárez del Valle, M.; Vannini, L.; van Sinderen, D.; Taranto, M.P.; et al. B-group vitamin production by lactic acid bacteria – current knowledge and potential applications. *J. Appl. Microbiol.* 2011, 111(6), 1297–1309. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2011.05157.x.
50. Leonard, W.; Zhang, P.; Ying, D.; Adhikari, B.; Fang, Z. Fermentation transforms the phenolic profiles and bioactivities of plant-based foods. *Biotechnol. Adv.* 2021, 49, 107763. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2021.107763.
51. Liu, Y.; Zheng, Y.; Yang, T.; Regenstein, J.; Zhou, P. Functional properties and sensory characteristics of kombucha analogs prepared with alternative materials. *Trends in Food Science & Technology* 2022, 129, DOI: 10.1016/j.tifs.2022.11.001.
52. Liu, J.; Bi, J.; McClements, D.J.; Liu, X.; Yi, J.; Lyu, J.; et al. Impacts of thermal and non-thermal processing on structure and functionality of pectin in fruit- and vegetable-based products: A review. *Carbohydr. Polym.* 2020, 250, Article 116890. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.116890.
53. López-Nicolás, R.; Frontela-Saseta, C.; González-Abellán, R.; Barado-Piqueras, A.; Perez-Conesa, D.; Ros-Berruazo, G. Folate fortification of white and whole-grain bread by adding Swiss chard and spinach: acceptability by consumers. *LWT-Food Sci. Technol.* 2014, 59, 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.007>.
54. Malbaša, R.V.; Lončar, E.S.; Vitas, J.S.; Čanadanović-Brunet, J.M. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chem.* 2011a, 127, 1727–1731. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.048>.
55. Malbaša, R.V.; Vitas, J.S.; Lončar, E.S.; Kravić, S.Ž. Influence of fermentation temperature on the content of fatty acids in low energy milk-based kombucha products. *Acta Periodica Technologica* 2011b, 42, 81–90.
56. Mamisahebei, S.; Khaniki, G.R.J.; Torabian, A.; Nasser, S.; Naddafi, K. Removal of arsenic from an aqueous solution by pretreated waste tea fungal biomass. *J. Environ. Health Sci. Eng.* 2007, 4, 85–92.
57. Marsola, C.d.M.; Carvalho-Ferreira, J.P.d.; Cunha, L.M.; Jaime, P.C.; da Cunha, D.T. Perceptions of risk and benefit of different foods consumed in Brazil and the optimism about chronic diseases. *Food Research International* 2021, 143, Article 110227. DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110227.
58. Moazzen, S.; Dolatkah, R.; Tabrizi, J.S.; Shaarbafi, J.; Alizadeh, B.Z.; de Bock, G.H.; Dastgiri, S. Folic acid intake and folate status and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Nutr.* 2018, 37, 1926–1934. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.10.010.
59. Morris, J.K.; Addor, M.-C.; Ballardini, E.; et al. Prevention of neural tube defects in Europe: a public health failure. *Front. Pediatr.* 2021, 9. DOI: 10.3389/fped.2021.647038.
60. Morris, M.S.; Jacques, P.F.; Rosenberg, I.H.; Selhub, J. Folate and vitamin B-12 status in relation to anemia, macrocytosis, and cognitive impairment in older Americans in the age of folic acid fortification. *Am. J. Clin. Nutr.* 2007, 85, 193–200. DOI: 10.1093/ajcn/85.1.193.
61. Najgebauer-Lejko, D.; Liszka, K.; Tabaszewska, M.; Domagała, J. Probiotic yoghurts with sea buckthorn, elderberry, and sloe fruit purees. *Molecules* 2021, 26, 2345. <https://doi.org/10.3390/molecules26082345>.
62. Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej. Dostęp online: <https://ncez.pzh.gov.pl/zywnosc-w-placowkach-edukacyjnych/> (31.10.2024).
63. Nartea, A.; Fanesi, B.; Falcone, P.M.; Pacetti, D.; Frega, N.G.; Lucci, P.; et al. Impact of mild oven cooking treatments on carotenoids and tocopherols of cheddar and depurple cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis). *Antioxidants* 2021, 10, 196. <https://doi.org/10.3390/antiox10020196>.
64. NIK. Najwyższa Izba Kontroli, Delegatura w Łodzi. Informacja o wynikach kontroli. Dopuszczanie do obrotu suplementów diety. 2017. Dostęp online: <https://www.nik.gov.pl/plik/id,13031,vp,15443.pdf> (31.10.2024).
65. NIK. Najwyższa Izba Kontroli. (Nie)kontrolowane suplementy diety. 2022. Dostęp online: <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/niekontrolowane-suplementy-diety.html> (31.10.2024).
66. Orčić, D.; Franciskovic, M.; Bekvalac, K.; Svircev, E.; Beara, I.; Lesjak, M.; Mimica-Dukic, N. Quantitative determination of plant phenolics in *Urtica dioica* extracts by high-performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometric detection. *Food Chem.* 2014, 143, 48–53. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.07.097.
67. Öztürk, T.; Eroğlu, B.E.; Delik, E.; Çiçek, M.; Çiçek, E. Comprehensive evaluation of three important herbs for kombucha fermentation. *Food Technol. Biotechnol.* 2023, 61, 127–137. DOI: 10.17113/ftb.61.01.23.7789.
68. Palermo, M.; Pellegrini, N.; Fogliano, V. The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 2014, 94, 1057–1070. DOI: 10.1002/jsfa.6478.
69. Paszczyk, B.; Brandt, W.; Łuczyńska, J. Isomers of C18:1 and C18:2 acids in fresh and stored fermented milks produced with selected starter cultures. *Czech J. Food Sci.* 2016, 34, 391–396. DOI: 10.17221/358/2015-CJF.
70. Platta, A.; Kolenda, H. kształtowanie się zawartości składników mineralnych (Ca, Mg, Na, K) w wybranych odmianach marchwi jadalnej. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2009, 3, 294–298.

71. Rad, A.H.; Khosroushahi, A.Y.; Khalili, M.; Jafarzadeh, S. Folate bio-fortification of yoghurt and fermented milk: a review. *Dairy Sci. Technol.* 2016, 96, 427–441. <https://doi.org/10.1007/s13594-016-0286-1>.
72. Raport. Polacy a Suplementy Diety. *Puls Medycyny*. 2022. Dostęp online: <https://pulsmedycyny.pl/67-proc-polakow-zazywa-suplementy-diety-blisko-polowa-nie-konsultuje-tego-z-zadnym-specjalista-raport-1148877> (31.10.2024).
73. Ricciardi, A.; Ianniello, R.G.; Parente, E.; Zotta, T. Factors affecting gene expression and activity of heme- and manganese-dependent catalases in *Lactobacillus casei* strains. *Int. J. Food Microbiol.* 2018, 280, 66–77. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.004.
74. Roberts, J.L.; Moreau, R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. *Food Funct.* 2016, 7, 3337–3353.
75. Rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji (Dz. U. UE L 404 z 30.12.2006, str. 26, z późn. zm.)
76. Saikia, S.; Mahanta, C.L. Effect of steaming, boiling and microwave cooking on the total phenolics, flavonoids and antioxidant properties of different vegetables of Assam, India. *Int. J. Food Nutr. Sci.* 2013, 2, 47–53.
77. Samaniego-Vaesken, M.L.; Alonso-Aperte, E.; Varela-Moreiras, G. Voluntary fortification with folic acid in Spain: An updated food composition database. *Food Chem.* 2016, 193, 148–153. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.06.046.
78. Šamec, D.; Urlić, B.; Salopek-Sondi, B. Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) as a superfood: review of the scientific evidence behind the statement. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2018, 20, 2411–2422. DOI: 10.1080/10408398.2018.1454400.
79. Saubade, F.; Hemery, Y.; Guyot, J.-P.; Humblot, C. Lactic acid fermentation as a tool for increasing the folate content of foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2017, 57, 3894–3910. DOI: 10.1080/10408398.2016.1192986.
80. Serafeimidou, A.; Zlatanos, S.; Kritikos, G.; Tourianis, A. Change of fatty acid profile, including conjugated linoleic acid (CLA) content, during refrigerated storage of yogurt made of cow and sheep milk. *J. Food Compos. Anal.* 2013, 31, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.02.011>
81. Stacje sanitarno-epidemiologiczne. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Łodzi. Kwas foliowy a prawidłowy rozwój dziecka w okresie prenatalnym. 2024. Dostęp online: <https://www.gov.pl/web/wsse-lodz/kwas-foliowy> (31.10.2024).
82. Steinmetz, K.A.; Potter, J.D. Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. *J. Am. Diet. Assoc.* 1996, 96, 1027–1039. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(96\)00273-8](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(96)00273-8).
83. Sybesma, W.; Starrenburg, M.; Tijsseling, L.; Hoefnagel, M.H.N.; Hugenholtz, J. Effects of cultivation conditions on folate production by lactic acid bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 2003, 69, 4542–4548. DOI: 10.1128/AEM.69.8.4542-4548.2003.
84. Tsakni, A.; Chatzilazarou, A.; Zoidis, E.; Halvatsiotis, P.; Houhoula, D. Antioxidant activity of mint (*Mentha piperita* L.) of Greek flora and identification of its bioactive compounds. *Org. Med. Chem.* 2021, 11, 555814.
85. Turkmen, N.; Poyrazoglu, E.S.; Sari, F.; Velioglu, Y.S. Effects of cooking methods on chlorophylls, pheophytins and colour of selected green vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2006, 41, 281–288. DOI: 10.1016/j.ifset.2015.07.002.
86. Uchwała nr 7/2019 Zespołu ds. Suplementów Diety z dnia 11 czerwca 2019 r. w sprawie wyrażenia opinii dotyczącej maksymalnej dawki kwasu foliowego w zalecanej dziennej porcji w suplementach diety. Dostęp online: <https://www.gov.pl/web/gis/zespol-do-spraw-suplementow-diety> (31.10.2024).
87. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. Dz.U. 2006 nr 171 poz. 1225.
88. Wang, X.; Wang, D.; Wang, H.; Jiao, S.; Wu, J.; Hou, Y.; Sun, J.; Yuan, J. Chemical profile and antioxidant capacity of kombucha tea by the pure cultured kombucha. *LWT* 2022, 168, 113931. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113931>.
89. WHO. World Health Organization. The European Health Report 2021. Dostęp online: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/352131/9789289057608-eng.pdf> (31.10.2024).
90. Wojtunik-Kulesza, K.; Oniszcuk, A.; Oniszcuk, T.; Combrzyński, M.; Nowakowska, D.; Matwiczuk, A. Influence of in vitro digestion on composition, bioaccessibility and antioxidant activity of food polyphenols—a non-systematic review. *Nutrients* 2020, 12, 1401. DOI: 10.3390/nu12051401
91. Xia, X.; Dai, Y.; Wu, H.; Liu, X.; Wang, Y.; Yin, L.; et al. Kombucha fermentation enhances the health-promoting properties of soymilk beverage. *J. Funct. Foods* 2019, 62, Article 103549. DOI: 10.1016/j.jff.2019.103549.
92. Xiong, R.-G.; Wu, S.-X.; Cheng, J.; Saimaiti, A.; Liu, Q.; Shang, A.; Zhou, D.-D.; Huang, S.-Y.; Gan, R.-Y.; Li, H.-B. Antioxidant activities, phenolic compounds, and sensory acceptability of kombucha-fermented beverages from bamboo leaf and mulberry leaf. *Antioxidants* 2023, 12, 1573. DOI: 10.3390/antiox12081573.
93. Zhong, X.; Dolan, K.D.; Almenar, E. Effect of steamable bag microwaving versus traditional cooking methods on nutritional preservation and physical properties of frozen vegetables: A case study on broccoli (*Brassica oleracea*). *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2015, 31, 116–122. DOI: 10.1016/j.ifset.2015.07.002.
94. Zhou, D.-D.; Saimaiti, A.; Luo, M.; Huang, S.-Y.; Xiong, R.-G.; Shang, A.; Gan, R.-Y.; Li, H.-B. Fermentation with tea residues enhances antioxidant activities and polyphenol contents in kombucha beverages. *Antioxidants* 2022, 11, 155. <https://doi.org/10.3390/antiox11010155>.
95. Zou, C.; Li, R.; Chen, J.; Wang, F.; Gao, Y.; Fu, Y.; et al. Zijuan tea-based kombucha: physicochemical, sensorial, and antioxidant profile. *Food Chem.* 2021, 363, Article 130322. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130322.

4.4. Inne osiągnięcia naukowe wnoszące wkład w dyscyplinę naukową

Moje inne osiągnięcia naukowe wnoszące wkład w dyscyplinę naukową technologia żywności i żywienia można sklasyfikować w trzech głównych obszarach badawczych:

- A. Doskonalenie metody analizowania folianów z zastosowaniem techniki chromatografii cieczowej i jej zastosowanie do oznaczania tych związków w żywności.
- B. Ocena zawartości i stabilności składników bioaktywnych w żywności pochodzenia roślinnego i zwierzęcego za pomocą metod analizy instrumentalnej.
- C. Ocena zawartości akrylamidu w żywności w Polsce w świetle zaleceń Unii Europejskiej.

A. Doskonalenie metody analizowania folianów z zastosowaniem techniki chromatografii cieczowej i jej zastosowanie do oznaczania tych związków w żywności

Początki mojej działalności naukowej są związane z realizacją badań w ramach pracy doktorskiej. Promotorem pracy była prof. dr hab. inż. Elżbieta Gujska, która zaszczepiła we mnie pasję do analizy witamin. W szczególności zainteresowałam się folianami – naturalnie występującymi w żywności pochodnymi kwasu foliowego (witamina B9). Motywacją do podjęcia badań nad folianami była świadomość ich kluczowej roli w organizmie, powszechnych deficytów w diecie wśród populacji na całym świecie oraz konsekwencji, jakie z tego faktu mogą wynikać. W organizmie foliany odgrywają kluczową rolę w syntezie DNA, procesach podziału komórkowego oraz w produkcji czerwonych krwinek. Niedobór folianów może prowadzić do różnych problemów zdrowotnych, w tym anemii oraz poważnych wad rozwojowych u płodów. Głównymi źródłami tych witamin w diecie są zielone warzywa liściaste, owoce, nasiona i rośliny strączkowe oraz wątroba zwierzęca. Analizując dostępne dane literaturowe, zauważyłam, że brakuje prostych, rutynowych metod oznaczania zawartości folianów w produktach spożywczych. Metoda odniesienia, czyli metoda mikrobiologiczna, mimo że jest powszechnie stosowana, jest czasochłonna i pozwala jedynie na oznaczenie łącznej zawartości tych składników. Tymczasem foliany to zróżnicowana grupa związków, które, pomimo wykazywania aktywności biologicznej witaminy B9, różnią się od siebie pod względem struktury chemicznej, właściwości oraz stabilności. Foliany należą do bardzo niestabilnych składników odżywczych, co dodatkowo utrudnia proces analityczny. W związku z tym rozpoczęłam badania w kierunku określenia możliwości zastosowania wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) jako rutynowej metody oznaczania kwasu foliowego oraz jego naturalnych pochodnych w różnych matrycach żywności.

Prace badawcze prowadziłam w nowocześnie wyposażonej Pracowni Chromatografii Cieczowej Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności na Wydziale Nauki o Żywności UWM w Olsztynie. Świadoma konieczności uzupełnienia wiedzy metodologicznej i umiejętności analitycznych, podjęłam decyzję o doskonaleniu swojego warsztatu badawczego w renomowanych ośrodkach zagranicznych, co pozwoliło mi na dalszy rozwój w analizowaniu witamin i innych związków bioaktywnych. Pierwszy, półroczny staż odbyłam na Uniwersytecie w Gandawie w Belgii (Ghent University, Department of Organic Chemistry, Faculty of Bioscience Engineering, 2008-2009 r.). Drugi, trzymiesięczny staż odbyłam w Finlandii w Agrifood Research Jokioinen (MTT Biotechnology and Food Research, 2010 r.). Szczegółowe informacje na temat staży i ich efektów podałam w pkt. 5. Autoreferatu oraz w Zał. 4. II. 6.1., 6.2.

Rezultatem badań prowadzonych w latach 2007-2011 była praca doktorska pt. „Wpływ parametrów technologii zamrażania i warunków przechowywania na zawartość folianów w owocach i warzywach”. W pierwszym etapie badań zoptymalizowałam procedurę oznaczania tych witamin z zastosowaniem HPLC. Wynikało to ze świadomości, że w analizowaniu zawartości folianów w żywności istnieje wiele

kluczowych kwestii, a różnice w stosowanych przez innych autorów procedurach analitycznych sprawiały, że porównanie danych dotyczących zawartości folianów w tabelach składu żywności i bazach danych było niemal niemożliwe. Przeprowadziłam badania dotyczące wpływu różnych parametrów ekstrakcji, w tym składu buforów ekstrakcyjnych oraz różnych wariantów stosowanego czasu i temperatury. Dodatkowo przetestowałam skuteczność dwóch dostępnych komercyjnie koniugaz folianowych (enzymów niezbędnych do dekoniugacji form wieloglutaminowych, jakimi są foliany). Zoptymalizowałam parametry oznaczenia chromatograficznego (m.in., czas i temperatura rozdzielania, procentowy udział faz ruchomych w czasie rozdzielania). Na podstawie przeprowadzonych badań wykazałam, że warunki ekstrakcji i hydrolizy wpływają istotnie ($P < 0,05$) na wynik oznaczenia zawartości folianów w warzywach i owocach. Stwierdziłam, że każdy materiał biologiczny wymaga testowania i dobrania najbardziej optymalnych warunków ekstrakcji i hydrolizy zwłaszcza w zakresie czasu i temperatury ekstrakcji, pH buforu użytego do ekstrakcji, wyboru źródła koniugazy folianowej przed oznaczeniem folianów metodą z zastosowaniem HPLC. Przykładowo wykazałam, że istotnie większą ($P < 0,05$) efektywność przy oznaczaniu zawartości folianów w badanych warzywach i owocach uzyskano po zastosowaniu do dekoniugacji osocza krwi szczura, jako źródła koniugazy folianowej, gdy ekstrakcję przeprowadzono w buforze fosforanowym o pH 6,1 w temperaturze 100 °C przez 15 minut. Metodę poddano walidacji, która obejmowała test liniowości, ocenę wielkości odzysku z użyciem wzorców poszczególnych form folianów oraz ocenę powtarzalności metody z zastosowaniem certyfikowanego materiału referencyjnego.

W kolejnym etapie badań przeprowadziłam z powodzeniem ocenę zawartości folianów w wybranych świeżych warzywach i owocach z uwzględnieniem w przypadku każdego materiału biologicznego najbardziej optymalnych warunków ich oznaczania. Wykazałam, że HPLC jest szybką, precyzyjną techniką analityczną umożliwiającą ilościowe oznaczenie folianów w badanych ekstraktach warzyw i owoców. Dodatkowo potwierdziłam, że warzywa są bogatym źródłem folianów. Największą ich zawartość oznaczono w szpinaku (180,19 µg/100 g) i brokule (158,45 µg/100 g). Spośród badanych owoców najwyższą ich zawartością charakteryzowały się truskawki (51,24 µg/100 g). W ostatnim etapie badań oceniłam wpływ technologii zamrażania i warunków przechowywania na zawartość folianów w analizowanych próbkach owoców i warzyw. Wykazałam, że obróbka wstępna warzyw i owoców oraz zamrażanie wpływają istotnie ($P < 0,05$) na zawartość folianów tylko w przypadku warzyw o największym stopniu rozdrobnienia (szpinak) i najmniejszych rozmiarach (groszek zielony). Wywnioskowałam, że ze względu na większą powierzchnię kontaktu z wodą użytą do mycia i blanszowania, produkty rozdrobnione są bardziej narażone na straty omawianych związków. Dodatkowo zaobserwowałam, że zawartość folianów w warzywach i owocach zmniejszała się wraz z upływem czasu zamrażalniczego przechowywania. Na przestrzeni czasu dla różnych warzyw i owoców straty te były jednak bardzo różne. Na przykład w zamrożonym kalafiorze już po 3. miesiącu przechowywania straty zawartości folianów wyniosły ponad 90% w stosunku do zawartości tej formy w warzywie świeżym. Z kolei w przypadku zamrożonej fasoli szparagowej żółtej i zielonej drastyczny spadek zawartości folianów stwierdzono dopiero po 9. miesiącu przechowywania. Wyniki pracy doktorskiej zostały opublikowane w dwóch artykułach naukowych (Czarnowska M., Gujska, E. 2012. *Effect of Freezing Technology and Storage Conditions on Folate Content in Selected Vegetables*. *Plant Foods Human Nutrition* 67, 401–406 (2012). DOI: 10.1007/s11130-012-0312-2. $MNiSW^1 = 35$; $IF^2 = 2,358$; Czarnowska-Kujawska M., Gujska E., Michalak J. 2017. *Testing different extraction procedures for folate HPLC determination in fresh fruits and vegetables*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 57, s. 64-72, DOI: 10.1016/j.jfca.2016.12.019. $MNiSW^1 = 35$; $IF^2 = 2,956$).

Równoległe z pracami związanymi z pracą dokorską bardzo aktywnie uczestniczyłam w pracach badawczych mających na celu optymalizowanie metod oznaczania zawartości folianów w innych niż warzywa i owoce produktach. Uzyskiwane wyniki oraz wzrastające znaczenie folianów w ochronie zdrowia i profilaktyce niektórych chorób, utwierdzały mnie w przekonaniu, że istnieje konieczność

rozwoju i optymalizacji metod, które dają bardziej wiarygodne wyniki oznaczania zawartości tych związków w żywności niż metody, którymi posługiwali się do tej pory inni badacze. Dodatkowo obserwowałam, że ilość dostępnych folianów w przetworzonej i przechowywanej żywności może być znacznie mniejsza niż w produktach surowych. Z tego powodu kontynuowałam badania dotyczące wpływu przetwarzania żywności na zawartość w niej folianów wiedząc, że informacje dotyczące zawartości folianów w żywności są niezbędne do określenia składu i wartości odżywczej pokarmów i muszą zostać uaktualnione. Rezultatem podjętych prac badawczych były kolejne publikacje naukowe dotyczące oceny zawartości folianów w produktach mleczarskich (Gujska E., Michalak J., Czarnowska M. 2010. *Determination of folates in some commercial milk and fermented dairy beverages using high-performance liquid chromatography. Milchwissenschaft-Milk Science International* 65 (4), s. 425-428. MNiSW¹ = 20; IF² = 0,416; Gujska E., Czarnowska M., Michalak J. 2014. *Zawartość folianów w kefirach i jogurtach świeżych oraz chłodniczo przechowywanych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 21 (5), s. 124-133, DOI: 10.15193/ZNTJ/2014/96/124-133. MNiSW¹ = 15). Efektem badań było, m.in., wskazanie form folianów występujących w produktach mleczarskich, takich jak kefir i jogurt, oraz ocena zmian ich zawartości w czasie chłodniczego przechowywania.

Kolejne publikacje naukowe (Zał. 4. I. 2.5., 2.6., 2.10.), których byłam współautorką, stanowiły efekt mojego zaangażowania w latach 2009-2012 w prace prowadzone w ramach projektu pt.: „Badanie zawartości kwasu foliowego i folianów w przecierowych i klarowanych sokach owocowych i owocowo-warzywnych fortyfikowanych kwasem foliowym”, którego kierownikiem była prof. dr hab. inż. Elżbieta Gujska (nr rej. N N312 213536, projekt finansowany przez MNiSW). Badania skupiały się tym razem nad optymalizacją metody oznaczania zawartości poszczególnych form folianów w sokach owocowych i warzywnych oraz możliwości jej zastosowania do rutynowego oznaczania zawartości naturalnie występujących w sokach folianów, jak również kwasu foliowego, syntetycznej formy witaminy dodanej do produktu celem jego wzbogacenia. W doświadczeniu modelowym nie stwierdzono istotnego ($P > 0,05$) wpływu dodatku enzymów i ekstrakcji w temperaturze 100 °C na wynik oznaczenia dodanego kwasu foliowego. Uzyskane wyniki oznaczały, że metodę oznaczania kwasu foliowego można skrócić i pominąć etapy ekstrakcji oraz hydrolizy. Należy jednak podkreślić, że te etapy miały istotny wpływ ($P < 0,05$) na wyniki oznaczania naturalnych folianów obecnych w sokach. Opracowanie efektywnej metody oznaczania kwasu foliowego i folianów w sokach owocowych dawało możliwość bardziej kompleksowej kontroli produktów wzbogaconych kwasem foliowym dostępnych w sprzedaży detalicznej, uwzględniając równocześnie zawartość naturalnych form tej witaminy. Tego rodzaju działania były i nadal są niezmiernie ważne, zwłaszcza w kontekście braku regulacji prawnych dotyczących kontroli żywności wzbogaconej kwasem foliowym w Polsce i Unii Europejskiej oraz rosnących kontrowersji dotyczących potencjalnych skutków zdrowotnych nadmiaru kwasu foliowego w organizmie człowieka. Zoptymalizowana i poddana walidacji metoda oznaczania zawartości kwasu foliowego i folianów została zastosowana do oceny zawartości tych związków w dostępnych w sprzedaży sokach i nektarach. Materiał badany stanowiło 50 napojów, w tym soki owocowe, warzywne, owocowo-warzywne oraz nektary wzbogacone dodatkiem kwasu foliowego. Wykazano, że wzbogacone witaminami napoje charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością kwasu foliowego, nie zawsze zgodną z tą deklarowaną przez producenta (Gujska E., Czarnowska M., Michalak J. 2014. *Zawartość kwasu foliowego i naturalnych folianów w sokach owocowych, owocowo-warzywnych i nektarach fortyfikowanych kwasem foliowym. Towaroznawcze Problemy Jakości* (1), s. 111-117. MNiSW¹ = 7). Wyniki badań świadczyły o przypadkowym i niekontrolowanym dodatku kwasu foliowego w procesie produkcyjnym soków i nektarów. W badaniach przechowalniczych wykazano wyższą stabilność syntetycznego kwasu foliowego w porównaniu do naturalnych form folianów. W żadnym z badanych soków nie stwierdzono istotnego ($P > 0,05$) obniżenia zawartości kwasu foliowego po 3. miesiącach przechowywania w temp. 20 - 22 °C i w temp. 5 - 7 °C. Największe obniżenie na poziomie odpowiednio około 50 i 20% stwierdzono po 9. miesiącach przechowywania w sokach o najniższym pH, tj. 3,45 (sok klarowany z czarnej porzeczki), i 4,25 (sok typu przecierowego, owocowo-warzywny).

Swoje rosnące doświadczenie naukowe w analizie folianów w połączeniu z nabywanymi umiejętnościami analizy innych związków bioaktywnych oraz analizy sensorycznej wykorzystywałam w kolejnych zadaniach badawczych, prowadzonych we wsparciu otoczenia gospodarczego. Efektem współpracy z firmą „Chłodnia Olsztyn” Spółka z o.o. (szczegóły opisane w Zał. 4. II. 9.5.) rozpoczętej jeszcze na etapie realizacji pracy doktorskiej, była kolejna publikacja naukowa (Czarnowska-Kujawska M., Urbaniak M., Michalak J., Gujska E. 2017. *The effect of storage conditions on selected quality markers of frozen vegetables. Polish Journal of Natural Sciences*, 32 (3), s. 527-536. MNiSW¹ = 14). Celem podjętych wówczas badań była ocena wpływu różnych warunków przechowywania (w temperaturach 2 °C i 8 °C, przez okres od 1 do 7 dni) na właściwości sensoryczne oraz zawartość witaminy C i folianów w wybranych mrożonkach warzywnych. Ostatnim etapem procesu dystrybucji żywności mrożonej jest jej przechowywanie w warunkach domowych, często w lodówce. Mimo, że jest to powszechna praktyka stosowana przez konsumentów, niewiele wiadomo na temat wpływu tego etapu na jakość mrożonych warzyw. Badania wykazały stałą tendencję obniżania się zarówno jakości sensorycznej, jak i zawartości witamin w mrożonkach w czasie ich chłodniczego przechowywania. Niższa temperatura (2 °C) w lodówce wydłużała okres przydatności mrożonych warzyw pod względem analizowanych parametrów jakościowych w porównaniu do temperatury 8 °C. Jednak dynamika tych zmian różniła się w przypadku każdego produktu. Wykazano, że analiza zawartości folianów może stanowić skuteczny wskaźnik chemiczny odpowiedniego okresu przechowywania mrożonych warzyw w warunkach chłodniczych, obok zawartości witaminy C i ich jakości sensorycznej. Dodatkowo wiedza na temat dokładnego wpływu warunków przechowywania na poszczególne mrożone warzywa może pomóc w opracowaniu optymalnych warunków, które poprawią jakość i wydłużą okres trwałości mrożonych warzyw przechowywanych w lodówce.

W kolejnych latach moje zainteresowania badawcze skupiły się na wykorzystaniu techniki HPLC do oznaczania zawartości folianów w produktach pochodzenia zwierzęcego, a mianowicie w wątrobach zwierzęcych, które jak powszechnie wiadomo są bardzo bogatym źródłem omawianych związków, co wynika z tego, że wątroba jest głównym organem magazynującym foliany. Efektem tych badań są dwie publikacje naukowe. W pierwszej z nich (Czarnowska-Kujawska M., Gujska E., Michalak J. 2020. *Folate determination in livers of different animal species. Czech Journal of Food Sciences*, 38 (1), s. 43-48. DOI: 10.17221/78/2019-CJFS. MNiSW¹ = 40; IF² = 1,279) oceniono zawartość folianów w wątrobach drobiowych, wieprzowych i wołowych stosując technikę HPLC, która pozwoliła na ocenę zawartości poszczególnych form folianów. Całkowita zawartość folianów w badanych próbkach wątrób wahała się od 419 µg/100 g w wątrobie wieprzowej do 1289 µg/100 g w wątrobie drobiowej i była kilka razy wyższa od zawartości tych związków w warzywach, które są najczęstszym źródłem tych związków w diecie człowieka. Dodatkowo, w doświadczeniu opisanym w publikacji, w próbkach wątrób kurczaków wykazałam dobrą stabilność dwóch form folianów, tj. H₄folianu oraz 5-CH₃-H₄folianu podczas smażenia. Uzyskane wyniki zachęciły mnie do kontynuowania badań nad wpływem różnych metod obróbki cieplnej wątrób zwierzęcych stosowanych w gospodarstwach domowych na zawartość w nich folianów, w celu sformułowania praktycznych porad dotyczących takiego przygotowywania posiłków, które umożliwiłoby dostarczenie jak największej ilości folianów. Uzyskane wyniki opisałam w kolejnej publikacji naukowej (Czarnowska-Kujawska M., Draszanowska A., Gujska E. 2020. *Effect of different cooking methods on folate content in chicken liver. Foods* (9), s. 1-10, DOI: 10.3390/foods9101431. MNiSW¹ = 100; IF² = 4,350). W analizowanych próbkach wątrób kurcząt surowych i poddanych obróbce cieplnej (gotowanie na parze, gotowanie sous-vide, ogrzewania w piecu konwekcyjno-parowym, grillowanie) zidentyfikowano trzy formy folianów: H₄folianu, 5-CH₃-H₄folianu oraz 5-HCO-H₄folianu. Wykazano, że zawartość folianów w wątrobach po obróbce sous-vide (60 °C/75 min) oraz na parze (100 °C/30 min) nie różniła się istotnie ($P > 0,05$) od zawartości folianów w surowej wątrobie (781 µg/100 g). Zaobserwowano, że nawet próbki wątróbek poddane obróbce w piecu konwekcyjno-parowym lub grillowane, co spowodowało znaczące ($P < 0,05$) obniżenie zawartości folianów, charakteryzowały się

znacznie większą zawartością folianów, wynoszącą odpowiednio 455–631 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ i 612–715 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, niż najbardziej bogate w foliany produkty pochodzenia roślinnego. Wykazałam, że spożywanie wątroby zwierzęcej może pokryć w znaczącym stopniu dzienne zapotrzebowanie na foliany. Na podstawie uzyskanych wyników oraz świadomości korzyści wynikających ze stosowania zrównoważonej diety z wyższym udziałem owoców i warzyw, wysunęłam wniosek, że umiarkowane spożycie mięsa, w tym wątrób, nie powinno być pomijane zwłaszcza w kontekście powszechnych niedoborów folianów w diecie.

Warto dodać, że inspiracją do kontynuowania badań nad zawartością i stabilnością folianów w powszechnie spożywanych produktach żywnościowych były dla mnie kontakty i konsultacje z zagranicznymi ekspertami w zakresie analizowania folianów i strategii zwiększania ich zawartości w żywności. W 2012 r. odbyłam konsultacje z zespołem prof. Vieno Piironen w Finlandii na Uniwersytecie w Helsinkach (University in Helsinki, Department of Food and Environmental Sciences/ Food Chemistry, Zał. 4. II. 6.5.), który prowadził pionierskie prace w zakresie oznaczania folianów w produktach zbożowych i możliwości zwiększenia ich zawartości w różnych rodzajach pieczywa. Z kolei w 2019 r. podczas pobytu w Dublinie na konferencji naukowej „The 13th European Nutrition Conference, FENS 2019” (Zał. 4. II. 2.23.) odbyłam konsultacje z prof. Helene McNulty, Dyrektorką Nutrition Innovation Centre for Food and Health (NICHE), centrum doskonałości w zakresie badań żywieniowych na Uniwersytecie Ulster, która ma szczególne doświadczenie w zakresie badań folianów, a także polityki żywnościowej i zdrowotnej. To właśnie te spotkania utwierdziły mnie w przekonaniu, że potrzebna jest nie jedna, a kilka strategii promujących wśród konsumentów spożycie folianów z diety. W rezultacie podjęłam kolejne badania mające tym razem na celu porównanie zawartości folianów w jajach kurzych pochodzących z czterech różnych systemów chowu, a mianowicie ekologicznego, wolno wybiegowego, ściółkowego i klatkowego. Wyniki badań opisałam w publikacji naukowej (Czarnowska-Kujawska M., Draszanowska A., Gujska E., Klepacka J., Kasińska M. 2021. Folate content and yolk color of hen eggs from different farming systems. *Molecules*, 26 (4), s. 1-14, DOI: 10.3390/molecules26041034. $\text{MEiN}^1 = 140$; $\text{IF}^2 = 4,927$). W badaniach tych wykazano, m.in., że zawartość folianów w jajach różniła się istotnie ($P < 0,05$) ze względu na system chowu, przy czym najwyższą średnią zawartość oznaczono w jajach z chowu ekologicznego (113,8 $\mu\text{g}/100\text{ g}$). Na podstawie uzyskanych wyników oszacowano, że jedno jajo (60 g) może dostarczyć 40-86 μg folianów, co odpowiada pokryciu zalecanego dziennego spożycia dla dorosłych (400 μg zgodnie z Normami Żywienia dla Populacji Polskiej) na poziomie 10-22%. Dodatkowo wykazano, że dominującą formą folianów występującą w jajach był 5- $\text{CH}_3\text{-H}_4$ folian, który wykazywał znacznie większą stabilność podczas gotowania w porównaniu do 10- HCO-H_4 folianu występującego w mniejszej ilości. W większości badanych jaj straty całkowitej zawartości folianów podczas gotowania nie przekraczały 15%. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wszystkie analizowane jaja stanowią dobre źródło folianów, jednak to jaja ekologiczne wyróżniają się najwyższą ich zawartością i mogą one odegrać istotną rolę w pokrywaniu dziennego zapotrzebowania na foliany w różnych grupach ludności. Co więcej, wykazano, że nawet po ugotowaniu jaja zachowują znaczną ilość folianów, dzięki czemu ich wkład w dietę pozostaje znaczący. Dodatkowo, wyjątkowy potencjał jaj ekologicznych jeżeli chodzi o zawartość folianów, doskonale korelował z rosnącym zainteresowaniem konsumentów pochodzeniem produktów spożywczych oraz systemami chowu kur w kontekście aktualnych trendów żywieniowych i zachowań proekologicznych.

Istotne osiągnięcia w zakresie analizy folianów z użyciem techniki HPLC oraz uzyskane nowe lub zaktualizowane dane na temat zawartości folianów w różnych produktach spożywczych zarówno pochodzenia roślinnego jak i zwierzęcego, prezentowałam na licznych konferencjach naukowych (Zał. 4. II. pkt. 2.), a także opisywałam w recenzowanych materiałach pokonferencyjnych (Zał. 4. I. 2.30.-2.32., 2.34., 2.37.-2.39.) oraz w rozdziałach monografii (Zał. 4. I. 2.41., 2.44., 2.45.). Swoją wiedzę i

doświadczenie w tym zakresie umocniłam także podczas dwóch trzymiesięcznych staży w lokalnych przedsiębiorstwach, które szczegółowo opisałam w Zał. 4. III. 2.

B. Ocena zawartości i stabilności składników bioaktywnych w żywności pochodzenia roślinnego i zwierzęcego za pomocą metod analizy instrumentalnej

W czasie swojej kariery naukowej zawsze bardzo chętnie współpracowałam nie tylko z naukowcami z Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności, w której byłam zatrudniona od 2010 r., ale także z naukowcami spoza Katedry i Uczelni. Przykładem jest współpraca z dr inż. Anną Draszanowską oraz dr Małgorzatą Starowicz. Dr inż. A. Draszanowska jest adiunktem w Katedrze Żywienia Człowieka na Wydziale Nauki o Żywności UWM w Olsztynie, specjalizuje się, m.in., w technikach gastronomicznych i ich zastosowaniu w przetwarzaniu żywności dla zachowania wysokiej retencji składników bioaktywnych i jakości sensorycznej. Dr M. Starowicz obecnie pełni funkcję Kierownika Zakładu Chemii i Biodynamiki Żywności Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie, specjalizuje się w analizowaniu związków o właściwościach przeciwutleniających, szczegóły naszej współpracy opisałam w Zał. 4. II. 6.3. oraz w pkt. 5. Autoreferatu. Pierwszym efektem współpracy była publikacja naukowa (Czarnowska-Kujawska M., Draszanowska A., Chróst M., Starowicz M. 2023. *The effect of sous-vide processing time on chemical and sensory properties of broccoli, green beans and beetroots. Applied Sciences-Basel*, 13 (7), s. 1-14, DOI: 10.3390/app13074086. $MEiN^1 = 100$; $IF^2 = 2,500$) na temat wpływu gotowania techniką sous-vide na właściwości zdrowotne i sensoryczne warzyw, takich jak brokuły, fasolka szparagowa i buraki. Celem pracy było znalezienie równowagi między wysokimi właściwościami prozdrowotnymi, wynikającymi z dobrze zachowanej zawartości składników mineralnych, a właściwościami sensorycznymi poprzez testowanie różnych czasów gotowania warzyw techniką sous-vide w temp. 85 °C. Nie stwierdzono wpływu gotowania sous-vide na zawartość suchej masy badanych warzyw, z wyjątkiem utraty suchej masy buraków gotowanych przez 180 min. Wyniki oznaczeń potasu, magnezu, wapnia i fosforu wykazały, że technika sous-vide pozwala na zachowanie zawartości tych składników mineralnych na poziomie nie niższym niż w surowych warzywach. Zarówno w przypadku brokułów, jak i buraków, zaobserwowano, że wraz z wydłużaniem czasu obróbki sous-vide, pogarszała się konsystencja warzyw oraz zmniejszała się intensywność ich barwy. Krótszy czas gotowania powodował najmniejsze zmiany barwy, co zostało potwierdzone również w ocenie organoleptycznej. Podsumowując, badania dostarczyły nowej wiedzy na temat obróbki warzyw z wykorzystaniem techniki sous-vide. W badaniu wykazano, że obróbka termiczna sous-vide analizowanych warzyw zwiększała retencję składników mineralnych i pozwalała na zachowanie pożądanej barwy warzyw. Stwierdzono, że czas obróbki termicznej powinien być jednak dobierany indywidualnie dla każdego warzywa, aby zapewnić najlepsze właściwości sensoryczne produktu. Stwierdzono, że technika sous-vide pozwala przygotować do spożycia warzywa, które będą równie wartościowym źródłem składników mineralnych co warzywa surowe, jednocześnie poprawiając ich właściwości sensoryczne.

W latach 2023-2024 byłam zaangażowana w kolejne zadania badawcze koordynowane przez dr inż. A. Draszanowską, które skupiały się na innowacyjnych możliwościach wzbogacenia żywności w składniki bioaktywne. Celem pierwszego zadania, którego efekty opisano w publikacji naukowej (Draszanowska A., Kurp L., Starowicz M., Paszczyk B., Czarnowska-Kujawska M., Olszewska M. A. 2024, *Effect of the Addition of Yellow Mealworm (Tenebrio molitor) on the Physicochemical, Antioxidative, and Sensory Properties of Oatmeal Cookies. Foods*, 13 (19), s. 1-16, DOI: 10.3390/foods13193166. $MEiN^1 = 100$; $IF^2 = 5,200$) była ocena wpływu dodatku mączki z larw mącznika młynarka (*Tenebrio molitor* L.) na skład chemiczny, właściwości fizyczne, przeciwutleniające oraz sensoryczne ciasteczek owsianych. W badaniach byłam przede wszystkim odpowiedzialna za analizę i interpretację wyników zawartości poszczególnych składników mineralnych. Badania dostarczyły nowej wiedzy na temat wzbogacania

wyrobow cukierniczych mączką owadów jadalnych. W badaniu wykazano, m.in., że włączenie mączki z owadów jadalnych do receptury ciasteczek zwiększyło zawartość białka, tłuszczu i składników mineralnych oraz poprawiło stosunek kwasów tłuszczowych n-6/n-3, zmniejszyło zawartość kwasu palmitynowego i zwiększyło zawartość kwasu oleinowego. Stwierdzono wyższą aktywność przeciwutleniającą ciasteczek wzbogaconych mączką. Na podstawie uzyskanych wyników uznano, że wykorzystanie mączki z *Tenebrio molitor* może być innowacyjnym, zrównoważonym rozwiązaniem do zwiększenia atrakcyjności produktów cukierniczych, takich jak ciasteczka owsiane. Celem kolejnego zadania badawczego, w którym miałam swój udział była ocena wpływu dodatku przypraw (kardamonu, chili, imbiru, kurkumy) na właściwości bioaktywne, aktywność antyoksydacyjną, barwę i właściwości sensoryczne chipsów z jarmużu. W badaniach byłam przede wszystkim odpowiedzialna za analizę i omówienie wyników zawartości folianów w analizowanych próbkach chipsów. Stwierdzono, m.in., że najwyższą zdolnością antyoksydacyjną charakteryzowały się chipsy z dodatkiem kurkumy. Wykazano, że wszystkie analizowane chipsy były bardzo dobrym źródłem folianów, a najwyższą zawartością tych witamin odznaczały się chipsy z dodatkiem imbiru. Efektem badań była kolejna publikacja naukowa (Draszanowska A., Starowicz M., Czarnowska-Kujawska M., Olszewska M.A. 2024. *Effects of different spices on the bioactive compounds, antioxidant activity, and sensory qualities of kale crisps. International Journal of Food Science and Technology*, 59 (6), s. 3851-3859. DOI: 10.1111/ijfs.17132. MEiN¹ = 70; IF² = 2,600), której wyniki dostarczyły nowych informacji na temat przekąsek o podwyższonej wartości żywieniowej.

Zawsze z dużym zaangażowaniem uczestniczyłam w zadaniach badawczych realizowanych przez moich współpracowników z Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności. Ta współpraca stanowiła dla mnie wyjątkową okazję do zdobywania cennych doświadczeń oraz poszerzania wiedzy i horyzontów badawczych. Mój udział w badaniach sprowadzał się do wykonywania oznaczeń zawartości wybranych składników bioaktywnych i omówienia uzyskanych wyników. Przeprowadzone we współpracy z dr hab. inż. Joanną Klepacką, prof. UWM (pełniącą funkcję Kierownika Katedry) badania na temat zawartości związków bioaktywnych w herbatkach dostarczyły nowej wiedzy na temat jakości prozdrowotnej tych produktów dostępnych na rynku. Udowodniono, że różnorodność herbat dostępnych w sprzedaży pod względem zawartości związków fenolowych i składników mineralnych jest bardzo duża, co oznacza, że konsumenci powinni szczególnie zwracać uwagę na odpowiedni wybór tych produktów. Wykazano, że zawartość polifenoli może różnić się nawet czterokrotnie, a składników mineralnych – kilkaset razy pomiędzy dostępnymi herbatkami. Wskazano, że najlepszymi źródłami tych składników są herbatki niefermentowane lub częściowo fermentowane, w przeciwieństwie do w pełni fermentowanych herbat czarnych. Badanie potwierdziło, że działanie antyoksydacyjne herbatki wynika głównie z obecności polifenoli i manganu, ale również magnez i potas mają wpływ na tę aktywność. Wyniki badań zostały opublikowane (Klepacka J., Tońska E., Rafałowski R., Czarnowska-Kujawska M., Opara B. 2021. *Tea as a source of biologically active compounds in the human diet. Molecules*, 26 (5), s. 1-14. DOI: 10.3390/molecules26051487. MEiN⁸ = 140; IF² = 4,927), a ich wymiar praktyczny można podsumować stwierdzeniem, że średnie spożycie naparu z herbatki zielonej (3-4 filiżanki dziennie) może pokryć w całości zalecaną do dziennego spożycia ilość polifenoli oraz manganu. Dodatkowo miałam swój wkład w badania koordynowane przez dr inż. Beatę Paszczyk, które przyczyniły się do poszerzenia wiedzy na temat jakości mlecznych produktów fermentowanych. Badania te koncentrowały się przede wszystkim na analizie profilu kwasów tłuszczowych, zawartości sprzężonego kwasu linolowego oraz ocenie wskaźników jakości lipidów, dostarczając nowych, istotnych informacji w tym zakresie. Wyniki badań w tym obszarze zostały opublikowane w dwóch publikacjach naukowych (Paszczyk B., Czarnowska-Kujawska M. 2022. *Fatty acid profile, conjugated linoleic acid content, and lipid quality indices in selected yogurts available on the Polish market. Animals*, 12 (1), s. 1-11, DOI: 10.3390/ani12010096. MEiN¹ = 100; IF² = 3,000; Paszczyk B., Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Tońska E. 2023. *Health-promoting ingredients in goats milk and fermented goats milk drinks. Animals*, 13 (5), s. 1-16, DOI: 10.3390/ani13050907. MEiN¹ = 100; IF² = 3,000).

Dodatkowo jestem współautorką publikacji (Popielarczyk M., Czarnowska-Kujawska M., Paszczyk B., Starowicz M. 2024. *Właściwości chemiczne, przeciwutleniające i sensoryczne napoju sojowego typu kombucha. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 31, 3 (140), s. 134 – 147. DOI: 10.15193/zntj/2024/140/514. MEiN¹ = 20), która uzupełniła wiedzę na temat zdolności fermentacyjnych symbiotycznej kultury bakterii i drożdży, SCOBY. Efektem przeprowadzonych badań było dostarczenie podstawowej wiedzy na temat zawartości wybranych składników odżywczych i jakości sensorycznej analogu popularnego fermentowanego napoju, jakim jest kombucha, przygotowanego na bazie napoju sojowego. Wyniki badania uzupełniły wiedzę na temat naturalnych metod zwiększania zawartości składników prozdrowotnych w żywności, podkreślając potrzebę analizy właściwości chemicznych i sensorycznych nowych napojów fermentowanych z użyciem SCOBY. Wykazano, że napój sojowy typu kombucha ma potencjał prozdrowotny, przede wszystkim z uwagi na podwyższoną na drodze fermentacji aktywność przeciwutleniającą. Po fermentacji zaobserwowano korzystne zmiany w profilu kwasów tłuszczowych – wzrost zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, stabilność wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz obniżenie zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych. Fermentacja z użyciem SCOBY zwiększyła zawartość manganu o około 10%. Fermentowany napój sojowy zyskał intensywniejszy smak, zapach i gęstą konsystencję przypominającą jogurt.

C. Ocena zawartości akrylamidu w żywności w Polsce w świetle zaleceń Unii Europejskiej

W latach 2013-2019 byłam zaangażowana w prace badawcze koordynowane przez śp. dr hab. inż. Joannę Michalak (Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności UWM w Olsztynie) dotyczące analizowania zawartości akrylamidu w dostępnych na terenie Polski różnych produktach spożywczych w świetle zaleceń Unii Europejskiej. Badania, w których brałam udział, pozwoliły na ocenę wpływu warunków przechowywania oraz stosowanych powszechnie w gospodarstwach domowych metod obróbki cieplnej żywności na zawartość i formowanie się akrylamidu w żywności. Efekty badań pozwoliły na zwiększenie świadomości na temat poziomu i właściwości tego związku oraz dostarczenie praktycznych wskazówek dla producentów żywności, konsumentów i organów regulacyjnych w zakresie poprawy jakości produktów spożywczych. Wyniki badań prowadzonych z moim udziałem zostały opublikowane w siedmiu artykułach naukowych, których wykaz przedstawiłam w załączniku 4. (Załącznik 4. I. 2.8., 2.9., 2.12., 2.13., 2.16., 2.17., 2.19.). Mój udział w badaniach polegał na pomocy w analizowaniu próbek techniką HPLC oraz przygotowaniu publikacji.

Przykładowo, w jednym z artykułów (Michalak J., Czarnowska M., Gujska E., Nowak F., Kmiec P. 2015. *Ocena zawartości akrylamidu w żywności w Polsce w świetle zaleceń Unii Europejskiej. Towaroznawcze Problemy Jakości* (4), s. 51-59. MNiSW¹=9) przedstawiono wyniki oceny poziomu akrylamidu w blisko 50 wybranych produktach spożywczych dostępnych w sprzedaży dostarczając tym samym nowej wiedzy na temat zawartości tego składnika w żywności. Zawartość akrylamidu oznaczono metodą HPLC. Najniższe zawartości tego związku oznaczono w żywności dla dzieci w słoiczkach (19.0 µg/kg) i w kaszkach zbożowych w proszku dla niemowląt (76.0 µg/kg). Najwyższe zawartości akrylamidu wykazano w kawie rozpuszczalnej typu instant (1170 µg/kg) oraz w płatkach śniadaniowych (675 µg/kg). W przypadku płatków śniadaniowych, pieczywa, kawy instant, herbatników i pierników średnie zawartości akrylamidu były odpowiednio o 69%, 41%, 30%, 29% i 14% wyższe od obowiązujących wówczas zaleceń Unii Europejskiej (2010/307/EU). Ze względu na potwierdzone w badaniach znacznie wyższe od zalecenia Komisji UE poziomy akrylamidu oznaczone w niektórych grupach żywności we wnioskach artykułu rekomendowano konieczność stałego monitorowania zawartości tego związku w produktach rynkowych.

W innej publikacji, w której odpowiadałam również za koncepcję i przygotowanie manuskryptu (Michalak J., Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Gujska E. 2020. *Effect of microwave heating on the acrylamide formation in foods. Molecules*, 25 (18), s. 1-21, DOI: 10.3390/molecules25184140. MNiSW¹ = 140; IF² = 4,412), na podstawie wyników badań własnych i innych autorów, omówiony został wpływ podgrzewania mikrofalowego na tworzenie akrylamidu w żywności, porównując je z tradycyjnymi metodami obróbki termicznej. Wykazano, że podgrzewanie w mikrofalach o wysokiej mocy może prowadzić do większego powstawania akrylamidu niż tradycyjne metody, ze względu na różnice w mechanizmach tworzenia tego związku. Jednocześnie wskazano, że krótki czas ekspozycji na mikrofałę przy niskiej mocy (np. podczas blanszowania czy rozmrażania) może ograniczać jego powstawanie w dalszym procesie obróbki. Wykazano, że formowanie akrylamidu w żywności podgrzewanej w mikrofalach zależy od parametrów procesu i właściwości przetwarzanych produktów. Ponadto zaobserwowano, że stosowanie substancji o właściwościach antyoksydacyjnych, takich jak ekstrakty z czarnego kminku czy herbaty, może zmniejszać tworzenie akrylamidu i poprawiać właściwości sensoryczne produktów. We wnioskach zamieszczono rekomendację na temat konieczności monitorowania procesu ogrzewania mikrofalowego oraz opracowania jasnych wytycznych dla konsumentów celem zminimalizowania tworzenia szkodliwych substancji, w tym akrylamidu.

¹ Punkty MNiSW/MEiN oraz wartości IF podano zgodnie z datą publikacji.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Już na wczesnym etapie mojej kariery naukowej, podczas studiów doktoranckich, rozumiałam, jak ważne znaczenie ma nawiązywanie kontaktów oraz aktywna wymiana doświadczeń z innymi naukowcami. Współpraca z zespołami badawczymi zarówno w ośrodkach zagranicznych jak i krajowych, pozwoliła mi na rozwijanie umiejętności badawczych, ale także doskonalenie warsztatu dydaktycznego i odegrała kluczową rolę w moim rozwoju. Każdy wyjazd do ośrodków naukowych, gdzie mogłam współpracować i konsultować się z uznanymi ekspertami w dziedzinie moich zainteresowań, poszerzał moje horyzonty i inspirował do nowych działań. Dzięki tym doświadczeniom nie tylko zyskałam cenną wiedzę, ale także nawiązałam relacje, które przyczyniły się do dalszego kształtowania mojej kariery naukowej. Szczegółowy opis zrealizowanych staży i wyjazdów przedstawiłam w Zał. 4. II. 6.1.-6.11. Kopie dokumentów potwierdzających odbycie staży naukowych przedstawiono w Zał. 6.

W czasie studiów doktoranckich, a potem w pierwszych latach pracy jako nauczyciel akademicki, korzystając z możliwości, jakie dawał program Erasmus "Uczenie się przez całe życie" (The Lifelong Learning Programme – LLP 2007-2013) odbyłam kilka zagranicznych staży i wyjazdów. Pierwszym był pięciomiesięczny staż (18.09.2008 r. - 07.02.2009 r.) realizowany w Belgii na **Uniwersytecie w Gandawie** (*Ghent University, Department of Organic Chemistry, Faculty of Bioscience Engineering*), który jest wiodącym zagranicznym ośrodkiem akademickim i naukowo-badawczym. Celem tego stażu był udział w realizowanym przez prof. Rolanda Verhé projekcie badawczym pt.: „Wpływ rafinacji fizycznej na jakość oleju z otrębów ryżowych”. Staż umożliwił mi poznanie i doskonalenie metod badawczych służących precyzyjnemu oznaczaniu związków bioaktywnych w żywności z zastosowaniem nowoczesnych technik instrumentalnych takich jak, chromatografia cieczowa i gazowa ze spektrometrią mas. Efektem stażu była publikacja naukowa (Zał. 4. II. 6.1.) na temat optymalizacji procesu rafinacji fizycznej w celu uzyskania oleju z otrębów ryżowych o jasnym kolorze i wysokiej zawartości oryzanolu. Kolejny trzymiesięczny staż odbyłam w Finlandii (01.06.2010 r. - 31.08.2010 r.)

w jednostce naukowo-badawczej **Agrifood Research Jokioinen** (MTT Biotechnology and Food Research). Celem stażu był udział w realizowanym przez prof. Raiję Tahvonen projekcie badawczym pt.: „Produkcja fermentowanych produktów z roślin strączkowych w skali pilotażowej, analiza witaminy K w fermentowanych produktach z roślin strączkowych”. Podczas stażu doskonaliłam umiejętności badawcze zwłaszcza w zakresie chromatograficznych technik analizy składników żywności o charakterze prozdrowotnym, a także metod analizy sensorycznej (Zał. 4. II. 6.2.). Dodatkowo zdobyłam cenne doświadczenie w dziedzinie innowacyjnych technologii przetwarzania żywności. W 2010 r. wzięłam udział w intensywnych warsztatach przeznaczonych dla młodych naukowców pod wspólnym tytułem: „Safe and Healthy Food” na Węgrzech na **Uniwersytecie Korwina w Budapeszcie** (*Corvinus University in Budapest*; 08.11.2010 r. - 19.11.2010 r.), podczas których zdobyłam wiedzę z zakresu analizy ryzyka mikrobiologicznego, zarządzania ryzykiem oraz identyfikacji zagrożeń związanych z bezpieczeństwem żywności (Zał. 4. II. 6.4.). W kolejnych latach uczestniczyłam w kilkudniowych wyjazdach zagranicznych do ośrodków naukowo-badawczych, gdzie oprócz przeprowadzania wykładów, miałam okazję spotykać się i konsultować z naukowcami. Te doświadczenia pozwoliły mi doskonalić mój warsztat badawczy, zapoznawać się z aktualnymi trendami na rynku żywności w krajach europejskich oraz podnosić moje kompetencje dydaktyczne. Wśród tych wyjazdów odwiedziłam **Uniwersytet w Helsinkach w Finlandii** (*University in Helsinki, Department of Food and Environmental Sciences/ Food Chemistry*) w dniach od 22 do 29.04.2012 r., gdzie współpracowałam z zespołem badawczym pod kierownictwem prof. Vieno Piironen, koncentrując się na nowoczesnych metodach analizy witamin z grupy B w żywności (Zał. 4. II. 6.5.).

Pozostałe aktywności realizowane poza macierzystą Uczelnią dotyczyły rozwoju kompetencji dydaktycznych. W ramach projektu „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego UWM w Olsztynie”, współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, miałam okazję wyjechać na trzy tygodniowy staż do Norwegii do **Uniwersytetu Przyrodniczego w Ås** (*University of Life Science in Ås, Department of Biotechnology and Food Science*) w terminie od 15.10.2012 r. do 5.11.2012 r. (Zał. 4. II. 6.7.). Celem mojej wizyty było zapoznanie się z nowoczesnymi metodami nauczania oraz ofertą edukacyjną uczelni. Z naukowego punktu widzenia staż był dla mnie okazją do konsultacji z zespołem badawczym pod kierownictwem prof. Trude Wicklund w zakresie technik analizy składników żywności oraz procesów jej przetwarzania. Do tej samej jednostki powróciłam w roku następnym (17.06.2013 r. - 21.06.2013 r.) w ramach Wizyty Przygotowawczej Funduszu Stypendialnego i Szkoleniowego finansowanej ze środków Mechanizmu Finansowego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2009-2014 (Zał. 4. II. 6.8.). Tym razem celem wizyty było rozwinięcie warsztatu badawczego oceny konsumenckiej i konsultacje z zespołem badawczym dr Marije Oostindjer (efekt: Zał. 4. I. 2.11.).

Ze wspomnianego wcześniej projektu: „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego UWM w Olsztynie”, skorzystałam raz jeszcze realizując w terminie od 24.02.2014 r. do 07.03.2014 r. dwutygodniowy staż w **Państwowej Wyższej Szkole Informatyki i Przedsiębiorczości PWSliP w Łomży** (*Wydział Nauk Informatyczno-Technologicznych*). Podczas stażu zapoznałam się nie tylko z zapleczem dydaktycznym jednostki, ale także uczestniczyłam w procesie uruchamiania nowoczesnie wyposażonej pracowni chromatograficznej, co była dla mnie bardzo cenne z naukowego punktu widzenia. Wzięłam udział w szkoleniu wprowadzającym do obsługi zaawansowanej aparatury oraz uczestniczyłam w uruchamianiu metodyk oznaczania wybranych składników żywności (Zał. 4. II. 6.10.).

W ostatnim czasie bardzo duże znaczenie miała dla mnie współpraca z dr Małgorzatą Starowicz z **Zakładu Chemii i Biodynamiki Żywności (ChiBŻ) Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie**, w którym Pani dr M. Starowicz od 2023 r. pełni funkcję kierownika. W ramach wspólnie zaplanowanych działań zrealizowałam w Zakładzie ChiBŻ trzymiesięczny staż naukowy (15.11.2022 r. - 15.02.2023 r., Zał. 4. II. 6.3.). Podczas stażu zapoznałam

się z nowoczesnymi metodami oznaczania związków fenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej żywności, m.in. metodą oznaczania związków fenolowych z zastosowaniem aparatu Photochem®, techniką chromatograficzną i spektrofotometryczną. Doskonaliłam także warsztat analizy sensorycznej. Efektem tej współpracy są publikacje naukowe, w tym dwie wchodzące w skład Osiągnięcia Naukowego (Zał. 4. I. 1.5., 1.6., 2.25., 2.29.).

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

6.1. Działalność dydaktyczna

Zajęcia dydaktyczne prowadzę od czasów studiów doktoranckich, a jako nauczyciel akademicki od roku 2012. W największym wymiarze godzinowym prowadzę zajęcia na Wydziale Nauki o Żywności, które są skierowane do studentów I i II stopnia studiów stacjonarnych i niestacjonarnych. Obecnie jestem koordynatorem większości prowadzonych zajęć. Prowadzę również zajęcia dla studentów Szkoły Zdrowia Publicznego oraz Szkoły Doktorskiej. Wykaz przedmiotów z podziałem na kierunki, z których zajęcia prowadziłam i prowadzę znajduje się poniżej.

Wydział Nauki o Żywności

Kierunek Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka

- Analiza sensoryczna – *koordynator przedmiotu*
- Badania konsumenckie – *koordynator przedmiotu*
- Badania konsumenckie i marketing w przemyśle spożywczym – *koordynator przedmiotu*

Kierunek Towaroznawstwo

- Towaroznawstwo produktów pochodzenia roślinnego
- Towaroznawstwo produktów pochodzenia zwierzęcego
- Towaroznawstwo szczegółowe – *koordynator przedmiotu*
- Nowoczesne metody analizy surowców – *koordynator przedmiotu*
- Autentyczność produktów konsumpcyjnych i zafałszowania
- Analiza sensoryczna – *koordynator przedmiotu*
- Prezentacja produktu i sprzedaż – *koordynator przedmiotu*
- Towaroznawstwo żywności
- Warsztaty językowe - towaroznawstwo, technologia żywności (*zajęcia prowadzone w j. angielskim*)
- Wstęp do towaroznawstwa

Kierunek Broker Innowacji w Przemysle Spożywczym

- Produkcja i rynek żywności funkcjonalnej – *koordynator przedmiotu*

Kierunek Bezpieczeństwo i Certyfikacja Żywności

- Analiza sensoryczna – *koordynator przedmiotu*
- Podstawy towaroznawczej oceny żywności – *koordynator przedmiotu*

Kierunek Gastronomia – Sztuka Kulinarna

- Chemia żywności – koordynator przedmiotu
- Analiza i ocena jakości żywności – koordynator przedmiotu
- Badania konsumenckie – koordynator przedmiotu

Ponadto na wymienionych kierunkach prowadziłam przedmioty: Seminarium kierunkowe, Seminarium specjalnościowe, Praktikum dyplomowe, Konwersatoria, Praca dyplomowa, Praca magisterska oraz Praca inżynierska.

Kierunek Food Engineering (zajęcia prowadzone w j. angielskim)

- Food marketing and production economics
- Diploma seminar
- Master's thesis
- Presentation and defence

Wydział Nauk Medycznych/ Wydział Nauk o Zdrowiu/ Szkoła Zdrowia Publicznego

Kierunek Dietetyka

- Chemia żywności
- Podstawy towaroznawstwa żywności

Kierunek Lekarski

- Elective course - Food and nutrition, related diseases (zajęcia prowadzone w j. angielskim)

Szkoła Doktorska

- Teaching methods in higher education (zajęcia prowadzone w j. angielskim)

Dodatkowo w latach 2014 – 2019 prowadziłam zajęcia w języku angielskim dla studentów z programu ERASMUS z przedmiotu Sensory Analysis. W celu wzbogacenia procesu nauczania, nawiązałam współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Zorganizowałam wyjazdy studenckie do różnych przedsiębiorstw oraz parków technologicznych, takich jak Chłodnia UNIFREEZE Sp. z o.o. w Miesiączkowie, Olsztyński Park Naukowo-Technologiczny, Elbląski Park Technologiczny oraz firma Happymum w Olsztynie. Dodatkowo prowadziłam zajęcia z udziałem zaproszonych specjalistów i ekspertów, reprezentujących instytucje takie jak Bank Żywności w Olsztynie, Urząd Statystyczny w Olsztynie, Zakład Produkcji Greenvit w Łomży oraz J.S. Hamilton Poland Sp. z o.o.

W czasie pracy na Wydziale Nauki o Żywności byłam promotorem trzynastu prac inżynierskich oraz dziewięciu prac magisterskich. Dodatkowo pełniłam rolę recenzenta ośmiu prac dyplomowych, wielokrotnie byłam członkiem komisji egzaminów dyplomowych, trzykrotnie pełniłam rolę przewodniczącej. Od roku akademickiego 2023/2024 pełnię rolę promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim studentki z Pakistanu, mgr Wajeelhy Mumtaz, realizowanym na Wydziale Nauki o Żywności, UWM w Olsztynie. Temat pracy doktorskiej: „Buckwheat hulls as functional food additives”.

Od 2019 r. jestem Opiekunem Naukowym aktywnie działającego Koła Naukowego Towaroznawczej Oceny Sensorycznej. Studenci zaangażowani w działalność Koła prezentują wyniki swoich badań w postaci referatów i posterów na licznych seminariach i konferencjach zarówno o zasięgu krajowym jak i międzynarodowym. Są autorami i współautorami rozdziałów w monografiach i

publikacjach naukowych. Ogromną satysfakcją są dla mnie nagrody Wydziałowe przyznawane członkom prowadzonego przez mnie KN takie jak np. Nagroda TETRA PAK dla najlepszego Absolwenta Wydziału Nauki o Żywności UWM w Olsztynie o wartości 5000 euro (I miejsce – 2022 r.), Nagroda firmy ECOLAB dla najlepszych Absolwentów Wydziału Nauki o Żywności – członka Studenckich Kół Naukowych (II miejsce – 2023 r.; I miejsce – 2024 r.). Motywuję i wspieram studentów w aplikowaniu o projekty przeznaczone dla Kół Naukowych. Efektem jest uzyskanie, we współpracy z Kołem Naukowym Gastronomii Sztuki Kulinarnej, Studenckiego Grantu Rektora UWM w Olsztynie w V. edycji (tytuł projektu: „Wykorzystanie owadów jadalnych w projektowaniu innowacyjnych wyrobów kulinarnych”, okres realizacji styczeń 2024 r. – maj 2025 r.) oraz projektu indywidualnego dofinansowanego ze środków Ministra Nauki w ramach Programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości (tytuł projektu: „Ocena wybranych wyróżników jakości smoothie owocowych i warzywnych wzbogaconych dodatkiem zmielonej łuski gryczanej”, okres realizacji 2024 r.).

W czasie mojej kariery zawodowej, już od wczesnych jej początków, rozwijałam swoje umiejętności dydaktyczne poprzez udział w międzynarodowych programach (szczegółowy opis Zał. 4. II. 6.). W ramach programu **Erasmus "Uczenie się przez całe życie"** (The Lifelong Learning Programme – LLP 2007-2013) odbyłam wizytę w Finlandii, Uniwersytet w Helsinkach, w terminie od 22.04.2012 r. do 29.04.2012 r. Dzięki uzyskanemu finansowaniu z tego samego programu dwukrotnie wzięłam udział, na zaproszenie prof. Willema Gerritsena, w międzynarodowym module nauczania pt.: „**Creating Food Concepts in Europe**” na Uniwersytecie Nauk Stosowanych w Amsterdamie w Holandii (*Amsterdam University of Applied Sciences in the Netherlands, Hogeschool van Amsterdam, Schools of Sport and Nutrition*). Moduł ten stanowił część programu edukacyjnego dla studentów realizujących program Erasmus z zakresu nauki o żywności i żywieniu (11.09.2012 - 15.09.2012 r. oraz 10.09.2013 - 13.09.2013 r.). Podczas wizyt wygłaszałam wykłady (Zał. 4. II. 2.30.) oraz prowadziłam warsztaty dla studentów programu Erasmus. Wspólnie z wykładowcami z innych krajów europejskich dzieliłam się wiedzą i doświadczeniem, co stanowiło niezwykle wartościowe doświadczenie.

Byłam także dwukrotną beneficjentką projektu: „**Wzmocnienie potencjału dydaktycznego UWM w Olsztynie**” (projekt współfinansowany przez Unię Europejską (EU) w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego), w ramach którego odbyłam dwa trzytygodniowe staże, pierwszy w Norwegii, University of Life Science in Ås (15.10.2012 - 05.11.2012 r.), drugi w Państwowej Wyższej Szkole Informatyki i Przedsiębiorczości PWSiP w Łomży (24.02.2014 - 07.03.2014 r.). Wszystkie te wyjazdy miały znaczący wpływ na doskonalenie moich umiejętności dydaktycznych. Poznałam nowoczesne metody nauczania, mogłam wymieniać się doświadczeniami z nauczycielami akademickimi z różnych krajów. Ponadto, konsultacje z ekspertami z zakresu nauki o żywności umożliwiły mi bieżące aktualizowanie mojej wiedzy fachowej, przez co wzbogaciłam treści nauczania przekazywane studentom.

Przez cały okres mojej pracy jako nauczyciel akademicki biorę udział w szkoleniach, wykładach i warsztatach, które wspomagają moje umiejętności i kompetencje w zakresie prowadzonej dydaktyki (szczegółowy opis Zał. 4. III. 2.). Wybrane przykłady przedstawiono poniżej:

- Szkolenie pt.: „Organizacja pracy oraz proces wytwarzania produktów w Piekarni w Dźwierzutach” zrealizowane w przedsiębiorstwie Gminna Spółdzielnia „Samopomoc Chłopska” w Dźwierzutach w ramach projektu „REGIONALNY TRANSFER WIEDZY Z NAUKI DO BIZNESU” realizowanego przez UWM w Olsztynie (2014 r.);
- Seminarium LCMS i GCMS poświęcone nowym rozwiązaniom analizowania składników żywności z użyciem technik chromatografii cieczowej i gazowej (2014 r.), Perlan Technologies;

- Szkolenie pt.: „Jak skutecznie promować własne wyniki badań, podczas wystąpień publicznych i poprzez media społecznościowe” (2016 r.), Stowarzyszenie Rozwoju Karier Doktorantów i Doktorów PolDoc;
- Seminarium dotyczące prezentacji nowych rozwiązań w dziedzinie analityki chemicznej (2016 r.), LECO Polska sp. z o.o.;
- Webinarium pt.: „Problem wyników fałszywie pozytywnych w chromatograficznych badaniach żywności. Jak świadomie unikać nieprawidłowych rezultatów?” (2021 r.), LECO Polska sp. z o.o. i Food Fakty;
- Szkolenie pt.: „Badania konsumenckie jako narzędzie w kształtowaniu sukcesu produktu na rynku z uwzględnieniem wymagań przewodnika ISO 11136:2014” (2021 r.), J.S. Hamilton Poland sp. z o.o.;
- Szkolenie pt.: „Opracowanie metody chromatograficznej i jej walidacja – krok po kroku” (2023 r.), portal laboratoryjnie.pl;
- Webinar pt.: „eFORUM Szkolenie – zmiany w prawie żywnościowym i opakowaniowym w 2022 i I kw. 2023 (2023 r.), portal Food Fakty.

6.2. Działalność organizacyjna

Poza działalnością naukową i dydaktyczną w ciągu całego okresu zatrudnienia aktywnie uczestniczę w działalności organizacyjnej Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydziału Nauki o Żywności oraz Uczelni. Już w 2012 r. otrzymałam Nagrodę Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za osiągnięcia w dziedzinie organizacyjnej.

W latach 2014-2018 pełniłam funkcję Wydziałowego Koordynatora programu Erasmus na Wydziale Nauki o Żywności. W trakcie swojej kadencji byłam odpowiedzialna za organizację wyjazdów studentów polskich i przyjazdów studentów zagranicznych, a także wyjazdów i przyjazdów kadry akademickiej i administracyjnej. Do moich zadań należało udzielanie informacji studentom i pracownikom na temat możliwości wyjazdów w ramach programu Erasmus, wymagań, procedur aplikacyjnych oraz pomoc w przygotowaniu niezbędnej dokumentacji. Koordynowałam organizację zajęć dydaktycznych w języku angielskim dla studentów zagranicznych oraz organizację pobytu osobom odwiedzającym Wydział. Organizowałam i prowadziłam spotkania informacyjne dla studentów Wydziału Nauki o Żywności na temat programu Erasmus i międzynarodowej mobilności. Ponadto uczestniczyłam w negocjowaniu umów o partnerstwie z uczelniami zagranicznymi. Opracowywałam porozumienia dotyczące wymiany studentów i pracowników w ramach umów bilateralnych programu Erasmus+ z wymienionymi niżej jednostkami zagranicznymi:

- Justus Liebig Universität, Giessen, Niemcy;
- Technische Universität München, Niemcy;
- Fachhochschule Wiesbaden, Geisenheim, Niemcy;
- Universidad de Burgos, Hiszpania;
- University of Cordoba, Faculty of Food Science and Technology, Hiszpania;
- Universidad de Murcia, Hiszpania;
- Université Lille, Francja;
- Agricultural University of Athens, Grecja;
- Technical Educational Institution (T.E.I.) of Athens, Grecja;
- Technological Educational Institute (TEI) of Thessaly, Food Technology Department, Grecja;
- Utenos Kolegija, Utena University of Applied Sciences;
- Amsterdam University of Applied Sciences, Holandia;

- Ege University, Izmir, Turcja;
- Abant Izzet Baysal University, Bolu, Turcja;
- Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Turcja;
- Norwegian University of Life Sciences, As, Norwegia;
- Hochschule Offenburg, Offenburg University of Applied Sciences, Niemcy.

Na polecenie Dziekana Wydziału Nauki o Żywności, kiedy pełniłam funkcję Wydziałowego Koordynatora programu Erasmus, w ramach programu ERASMUS+ Staff Mobility for Teaching „Wyjazdy pracowników UWM w Olsztynie w celach dydaktycznych”, odbyłam wizytę do Hochschule Offenburg (*Uniwersytet Nauk Stosowanych w Offenburgu, Offenburg University of Applied Sciences*) w Niemczech. Wizyta odbyła się w terminie od 14.02.2017 r. do 17.02.2017 r. i miała na celu zapoznanie z zapleczem badawczo-dydaktycznym uczelni w Offenburgu, poznanie tamtejszej kadry akademickiej, przeprowadzenie wykładów oraz wymianę doświadczeń w ramach wspólnie prowadzonego kierunku studiów Food Engineering (Zał. 4. II. 6.11.).

W latach 2019-2020 pełniłam funkcję Opiekuna I roku studiów stacjonarnych II° na kierunku Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka. Obecnie, od 2024 r., pełnię funkcje Opiekuna I roku studiów stacjonarnych I° na kierunku Bezpieczeństwo i Certyfikacja Żywności.

Od 2009 r. jest członkiem Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności. W 2019 r. decyzją Dziekana Wydziału Nauki o Żywności UWM w Olsztynie zostałam powołana na członka Komisji ds. hospitacji zajęć dydaktycznych na kierunku Gastronomia – Sztuka Kulinarna. Do zadań komisji należało przeprowadzenie hospitacji zajęć na wspomnianym kierunku. Ponownie w zespole hospitującym (hospitacja zajęć w semestrze zimowym roku akademickiego 2023/2024) znalazłam się w 2023 r. Decyzją Dziekana Wydziału Nauki o Żywności UWM w Olsztynie od września 2024 r. zostałam członkiem Komisji ds. koordynacji specjalności anglojęzycznej Food Engineering na Wydziale Nauki o Żywności na kadencję 2024-2028.

6.3. Działalność popularyzująca naukę i sztukę

W celu popularyzacji mojej pracy naukowej, miałam przyjemność dzielić się wynikami swoich badań na wielu konferencjach zarówno o zasięgu krajowym, jak i międzynarodowym. Wyniki prezentowałam w formie referatów (6), a także w postaci posterów (39, w tym 5 posterów z prezentacją ustną) oraz komunikatów (45). Z ostatniego okresu szczególnie ważny jest dla mnie referat wygłoszony w ramach międzynarodowej konferencji: “Innovative Food of High Quality for Human Health and Sustainability - an integrated program of innovation and research development in agricultural and veterinary science” organizowanej przez UWM w Olsztynie (07-08.09.2023 r.). Referat miałam przyjemność wygłosić jako laureatka Nagrody Rady Naukowej projektu Regionalna Inicjatywa Doskonałości dla wyróżniających zespołów badawczych za badania naukowe i prace rozwojowe w 2022 r. w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Swoją wiedzą i doświadczeniem chętnie dzieliłam się podczas wykładów na zaproszenie (szczegółowy opis Zał. 4. II. 2.30.-2.32.). W 2012 i 2013 r., na zaproszenie prof. Willema Gerritsena, wzięłam udział w międzynarodowych modułach nauczania pt.: „Creating Food Concepts in Europe” w Amsterdam University of Applied Sciences w Holandii, podczas których wygłosiłam łącznie trzy wykłady. Dwukrotnie wygłaszałam wykłady w ramach II i VII edycji Dni Świadomości Żywnościowej (2021 r. i 2024 r.). Wydarzenie ma charakter międzynarodowy, a jego celem jest popularyzacja nauki w zakresie dietetyki, żywienia oraz technologii żywności zarówno wśród specjalistów z tych dziedzin jak i konsumentów. W latach 2022 i 2023 popularyzowałam wiedzę wśród dzieci i młodzieży z zakresu

analizy sensorycznej podczas 20. i 21. Olsztyńskich Dni Nauki i Sztuki. Prowadziłam także warsztaty tematyczne dla odwiedzających Katedrę Towaroznawstwa i Badań Żywności uczniów, m.in., z Zespołu Szkół Gastronomiczno-Spożywczych w Olsztynie, Zespołu Szkół Zawodowych im. Sandora Petöfi w Ostródzie, Zespołu Placówek Edukacyjnych w Olsztynie, a także warsztaty wyjazdowe, połączone z promocją Wydziału Nauki o Żywności (dwukrotnie I LO im. Filomatów Ziemi Michałowskiej w Brodnicy).

Od 2023 r. w ofercie kształcenia UWM w Olsztynie znalazły się opracowane przeze mnie kursy dokształcające pt.: „Analiza sensoryczna - podstawy teoretyczne i warsztaty praktyczne”. Pełnię funkcje Kierownika tych kursów, są one skierowane zarówno do osób pracujących w branży spożywczej, chcących zwiększyć swoje kwalifikacje zawodowe, jak i absolwentów Wydziału Nauki o Żywności. W 2024 r. odbyła się pierwsza edycja kursu skierowana do pracowników przemysłu mleczarskiego. Uczestnicy ocenili kurs bardzo wysoko, przyznając maksymalną ocenę 5.0 w badaniu satysfakcji.

7. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej

Pełny wykaz moich osiągnięć naukowych znajduje się w Zał. 4. do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej technologia żywności i żywienia. Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie **99 pozycji bibliograficznych**, w tym 54 opublikowanych (26 w czasopismach znajdujących się w bazie JCR). Mój całkowity dorobek naukowy według punktacji MNiSW/MEiN wynosi 2350 punktów, w tym 680 pkt za publikacje stanowiące Osiągnięcie Naukowe. Sumaryczny Impact Factor (IF) opublikowanych prac wynosi 88,93. Liczba cytowań według bazy Web of Science na dzień 14 kwietnia 2025 r. wyniosła 360, z pominięciem autocytowań 331, natomiast Index Hirscha 13 (JCR). Zestawienie dorobku naukowego wg liczby pozycji bibliograficznych, wartości współczynnika wpływu (IF) i punktów MNiSW/MEiN, przed i po uzyskaniu stopnia doktora przedstawiłam w Tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie dorobku naukowego

Kategoria dorobku naukowego	Przed uzyskaniem stopnia doktora		Po uzyskaniu stopnia doktora				Ogółem	
			Wchodzące w skład Osiągnięcia Naukowego		Pozostałe publikacje			
	IF	Pkt. wg MNiSW/ MEiN	IF	Pkt. wg MNiSW/ MEiN	IF	Pkt. wg MNiSW/ MEiN	IF	Pkt. wg MNiSW/ MEiN
Oryginalne prace twórcze w czasopismach z bazy JCR	2,158 (3)	62 (3)	34,027 (6)	680 (6)	54,903 (17)	1425 (17)	88,93 (26)	2167 (26)
Oryginalne prace twórcze w czasopismach spoza bazy JCR	-	-	-	-	-	90 (9)	-	90 (9)
Artykuły opublikowane w recenzowanych mat. z konferencji naukowych	-	-	-	-	-	- (11)	-	- (11)
Rozdziały w monografiach	-	-	-	-	-	93 (8)	-	93 (8)
Referaty, doniesienia i komunikaty naukowe	-	- (4)	-	-	-	- (41)	-	- (45)

Ogółem	2,158 (3)	62 (7)	34,027 (6)	680 (6)	54,903 (17)	1608 (86)	88,93 (26)	2350 (99)
--------	--------------	-----------	---------------	------------	----------------	--------------	---------------	--------------

Impact Factor według listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania (dla publikacji z 2024 r., dla której IF nie został obliczony podano ostatni aktualny).

Pkt. wg MNiSW/MEiN – liczba punktów na podstawie Komunikatu Ministra, zgodna z rokiem opublikowania pracy (na podstawie bazy EXPERTUS pracowników UWM w Olsztynie).

() w nawiasach podano liczbę publikacji.

W trakcie swojej działalności naukowej zostałam wyróżniona następującymi nagrodami:

- 2017 r. Nagroda Zespołowa II stopnia Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za osiągnięcia w dziedzinie naukowej.
- 2022 r. Nagroda Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za wyróżniające się publikacje naukowe w 2021 roku.
- 2023 r. Nagroda Rady Naukowej projektu Regionalna Inicjatywa Doskonałości dla wyróżniających zespołów badawczych za badania naukowe i prace rozwojowe w 2022 roku w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.
- 2023 r. Nagroda Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie za wyróżniającą się publikację naukową wydaną w 2022 roku.

Podczas kariery naukowej uczestniczyłam w pracach zespołów badawczych, które realizowały projekty finansowane w ramach konkursów. Szczegółowy opis moich doświadczeń znajduje się w Zał. 4. II. 4. W ramach wskazanych projektów pełniłam różne role, zarówno kierownika, wykonawcy, personelu pomocniczego, dotacjobiorcy. Od 2010 do 2012 r. realizowałam tzw. grant promotorski pt.: „Wpływ technologii zamrażania i warunki przechowywania na zawartość folianów w owocach i warzywach” o nr rej. N N312 128838 finansowany przez MNiSW. W projekcie pełniłam rolę wykonawcy. W latach 2017-2020 byłam kierownikiem projektu pt.: „Badania nad stabilnością folianów w pieczywie wzbogaconym wsadami roślinnymi” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki o nr rej. 2017/01/X/NZ9/01026 w ramach programu Miniatura 1. Efektem realizacji projektu jest publikacja wchodząca w skład osiągnięcia naukowego (Zał. 4. I. 1.4.). W 2024 r. byłam kierownikiem projektu pt.: „Zastosowanie naparu herbacianego kombucha i kultury symbiotycznej SCOBY do produkcji fermentowanych napojów o charakterze funkcjonalnym” realizowanego w ramach II. edycji "Naukowego Grantu Rektora". Dofinansowanie przeznaczone jest na prowadzenie badań naukowych mających służyć wspieraniu aktywności badawczo-rozwojowej pracowników Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. W opisanych projektach prowadziłam i koordynowałam prace badawcze związane z analizą składników o charakterze prozdrowotnym, w tym witamin, składników mineralnych, kwasów tłuszczowych, kwasów organicznych, związków fenolowych z wykorzystaniem warsztatu badawczego, który doskonaliłam na przestrzeni lat. Wykonywane zadania wymagały wykorzystania, m.in., metod chromatograficznych, spektrofotometrycznych, absorpcyjnej spektrometrii atomowej, a także metod analizy sensorycznej.

Dodatkowo byłam beneficjentką projektu pt.: „Innowacyjna żywność wysokiej jakości dla zdrowia społeczeństwa i zrównoważonego rozwoju – zintegrowany program rozwoju badań naukowych i innowacji w zakresie nauk rolniczych i nauk weterynaryjnych na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie”. Projekt finansowany był w ramach programu Ministra Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023. Kilkukrotnie przyznane mi dofinansowania przeznaczone były, m.in., na wsparcia procesu publikowania wyników badań w otwartym systemie

Open Access w czasopismach z listy MEiN w dyscyplinie technologia żywności i żywienia (Załącz. 4. I. 1.1., 1.2., 1.3., 1.4., 2.17., 2.18., 2.20., 2.23.). W 2024 r. korzystałam z finansowania w ramach projektu pt.: „Wspólne zdrowie ludzi i zwierząt: od zrównoważonej produkcji żywności po nowatorskie terapie”. Projekt finansowany jest w ramach programu Ministra Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2024-2027 w zakresie wsparcia procesu publikowania artykułów naukowych w renomowanych czasopismach w formule otwartego dostępu (Załącz. 4. I. 1.5., 1.6.).

Obecnie jestem także zaangażowana w prace w ramach projektu pt.: „SUP-RIM. Sieć badawcza uczelni przyrodniczych na rzecz rozwoju polskiego sektora mleczarskiego - projekt badawczy” finansowanego z dotacji celowej Ministra Edukacji i Nauki (okres realizacji: 2024-2028 r.). Pełnię rolę wykonawcy w obszarze I projektu: Panel nowatorskich badań do analizy surowca i wyrobu mleczarskiego w kierunku poprawy jego bezpieczeństwa, jakości, walorów prozdrowotnych (Załącz. 4. II. 2.29).

W trakcie mojej pracy zawodowej nawiązałam kontakt z Centrum Innowacji i Transferu Technologii UWM w Olsztynie, które łączyło świat nauki z branżą spożywczą oraz wspierało lokalnych przedsiębiorców w rozwiązywaniu problemów związanych z jakością produktów spożywczych. Dwukrotnie skorzystałam z oferty staży. Pierwszy staż, realizowany w ramach projektu "SiS WiM – STAŻE i SZKOLENIA praktyczne dla rozwoju innowacyjnych przedsiębiorstw WARMII i MAZUR" w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, trwał trzy miesiące (04.11.2013 r. - 31.01.2014 r.) i odbył się w „Chłodni Olsztyn” Spółka z o.o. Efektem mojej pracy było stworzenie metodologii oceny sensorycznej mrożonek warzywnych oraz analiza wpływu warunków przechowywania na ich jakość i zawartość witamin. Ostateczne rezultaty obejmowały, m.in., metodykę oceny jakości sensorycznej mrożonek oraz wyniki oceny preferencji lodów i musów owocowych, a także wskazanie innowacyjnych rozwiązań, które zwiększyłyby konkurencyjność produktów ekologicznych. Drugi staż, również trzymiesięczny (01.10.2014 r. - 31.12.2014 r.), realizowany w ramach projektu „REGIONALNY TRANSFER WIEDZY Z NAUKI DO BIZNESU”, odbyłam w piekarni Gminnej Spółdzielni "Samopomoc Chłopska" w Dźwierzutach. Efektem mojej pracy było innowacyjne rozwiązanie polegające na promocji pieczywa wieloziarnistego wzbogaconego kwasem foliowym. W ramach stażu przygotowałam broszurę promującą pieczywo jako źródło folianów oraz przeprowadziłam badania nad zawartością tych witamin w wybranych produktach piekarni. Efekty stażu zostały wyróżnione podczas seminarium pt. „Najlepsze przykłady innowacyjnych rozwiązań B+R w firmach”, zorganizowanego przez Centrum Innowacji i Transferu Technologii UWM w Olsztynie, jako najlepszy pomysł biznesowy wypracowany w ramach projektu „REGIONALNY TRANSFER WIEDZY Z NAUKI DO BIZNESU”. W 2021 r. rozpoczęłam trwającą ponad rok współpracę z firmą J.S. Hamilton Poland Sp. z o.o. W tym czasie na zlecenie firmy zrealizowałam szkolenia dotyczące analizy sensorycznej dla ponad dziesięciu różnych firm z branży spożywczej, które spotkały się z bardzo pozytywnym odbiorem. Szkolenia były kompleksowe i obejmowały zarówno teoretyczne podstawy analizy sensorycznej, jak i praktyczne warsztaty. Współpraca z sektorem gospodarczym pozwoliła mi rozwijać umiejętności interpersonalne, gromadzić praktyczną wiedzę oraz wskazywać innowacyjne zmiany w przedsiębiorstwach. Dzięki tym doświadczeniom zyskałam nie tylko cenne umiejętności, ale także nawiązałam trwałe relacje w branży.

Marta Czarnowska-Kujawska

(podpis wnioskodawcy)

WYKAZ
OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH
stanowiących znaczący wkład
w rozwój dyscypliny technologia żywności i żywienia

Spis treści

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY	4
1. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy 4	
2. Inne osiągnięcia naukowe lub artystyczne.....	6
A. Wykaz opublikowanych artykułów w recenzowanych czasopismach znajdujących się w wykazie MNiSW/MEiN (z wyłączeniem pozycji wymienionych w punkcie I.1.)	6
B. Artykuły opublikowane w recenzowanych materiałach z konferencji naukowych..	9
C. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych	10
II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ	12
1. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.....	12
2. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.....	12
3. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji	17
4. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów	17
5. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.....	19
6. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.....	19
7. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.)	21
8. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.....	22
9. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych	22
10. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.4.	23
11. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.....	23
III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM.....	24
1. Wykaz dorobku technologicznego.....	24
2. Współpraca z sektorem gospodarczym.....	24
3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.....	26

4.	Wykaz wdrożonych technologii	26
5.	Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców	26
6.	Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych	26
7.	Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi	26
IV. DANE NAUKOMETRYCZNE		27
1.	Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny)	27
2.	Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań	27
3.	Indeks Hirscha	27

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY**1. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy**

- 1.1. Czarnowska-Kujawska M., Paszczyk B.** 2021. Changes in the folate content and fatty acid profile in fermented milk produced with different starter cultures during storage. *Molecules*, 26 (19), s. 1-13. DOI: 10.3390/molecules26196063.

MEiN¹ = 140 pkt; IF² = 4.927

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na udziale w opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu; w zakresie oznaczania folianów udział w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego z projektu finansowanego w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

- 1.2. Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Zielińska O., de Lourdes Samaniego-Vaesken M.** 2022. Characteristics of dietary supplements with folic acid available on the Polish market. *Nutrients*, 14 (17), s. 1-11. DOI: 10.3390/nu14173500.

MEiN¹ = 140 pkt.; IF² = 5.900

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, udziale w wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego z projektu finansowanego w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

- 1.3. Czarnowska-Kujawska M., Draszanowska A., Starowicz M.** 2022. Effect of different cooking methods on the folate content, organoleptic and functional properties of broccoli and spinach. *LWT - Food Science and Technology*, 167, s. 1-7. DOI: 10.1016/j.lwt.2022.1138.

MEiN¹ = 100 pkt.; IF² = 6.000

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, udziale w zaplanowaniu eksperymentu, przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego z projektu finansowanego w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

- 1.4. Czarnowska-Kujawska M.,** Starowicz M., Barisić V., Kujawski W. 2022. Health-promoting nutrients and potential bioaccessibility of breads enriched with fresh kale and spinach. *Foods*, 11 (21), s. 1-14. DOI: 10.3390/foods11213414.

MEiN¹ = 100 pkt.; IF² = 5.200

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, udziale w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Praca powstała w wyniku realizacji projektu badawczego Miniatura nr 2017/01/X/NZ9/01026 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

- 1.5. Czarnowska-Kujawska M.,** Starowicz M., Paszczyk B., Klepacka J., Popielarczyk M., Tońska E. 2024. The chemical, antioxidant and sensorial properties of milk and plant based kombucha analogues. *LWT – Food Science and Technology*, 206, s. 1-9, nr art. 116610. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116610.

MEiN³ = 100 pkt.; IF² = 6.000

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, udziale w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego ze środków Ministra Nauki w ramach Programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości 2024-2027 „Wspólne zdrowie ludzi i zwierząt: od zrównoważonej produkcji żywności po nowatorskie terapie”. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

- 1.6. Czarnowska-Kujawska M.,** Klepacka J., Starowicz M., Lesińska P. 2024. Functional properties and sensory quality of kombucha analogs based on herbal infusions. *Antioxidants*, 13 (10), s. 1-18. DOI: 10.3390/antiox13101191.

MEiN³ = 100 pkt.; IF² = 6.000

Mój wkład w przygotowanie artykułu polegał na opracowaniu koncepcji badań, sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu eksperymentu, udziale w przygotowaniu materiału badawczego do przeprowadzenia analiz fizykochemicznych, opracowaniu metodyki badań, wykonywaniu analiz, omówieniu wyników doświadczeń, wykonaniu analizy statystycznej, interpretacji i dyskusji wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu artykułu oraz korekty artykułu po jego recenzji. Mój wkład objął także pozyskanie wsparcia finansowego ze środków Ministra Nauki w ramach Programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości 2024-2027 „Wspólne zdrowie ludzi i zwierząt: od zrównoważonej produkcji żywności po nowatorskie terapie”. Pełnię rolę autora korespondencyjnego.

¹ Punkty MEiN przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

² Impact Factor według listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania (dla publikacji z 2024 r., dla której IF nie został obliczony podano ostatni aktualny).

³ Punkty MEiN przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r., w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

2. Inne osiągnięcia naukowe lub artystyczne

A. Wykaz opublikowanych artykułów w recenzowanych czasopismach znajdujących się w wykazie MNiSW/MEiN (z wyłączeniem pozycji wymienionych w punkcie I.1.)

Przed otrzymaniem stopnia doktora (do 2011 r.), chronologicznie:

- 2.1. Van Hoed V., Ayala J.V., **Czarnowska M.**, De Greyt W., Verhé R. 2010. Optimization of Physical Refining to Produce Rice Bran Oil with Light Color and High Oryzanol Content. *Journal of American Oil Chemist's Society* 87, s. 1227-1234. DOI: 10.1007/s11746-010-1606-x.

MNiSW¹ = 27; IF² = 1,587

- 2.2. Gujska E., Michalak J., **Czarnowska M.** 2010. Determination of folates in some commercial milk and fermented dairy beverages using high-performance liquid chromatography. *Milchwissenschaft-Milk Science International* 65 (4), s. 425-428.

MNiSW¹ = 20; IF² = 0,416

- 2.3. Gujska E., **Czarnowska M.** 2011. Wpływ warunków ekstrakcji i hydrolizy na wynik oznaczenia zawartości kwasu foliowego i folianów w soku jabłkowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 18 (2), s. 77-88. DOI: 10.15193/zntj/2011/75/077-088.

MNiSW³ = 15; IF² = 0,155

¹ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 29 grudnia 2010 r. w sprawie uzupełnienia wykazu czasopism naukowych.

² Impact Factor według listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania.

³ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego 20 grudnia 2012 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach.

Po otrzymaniu stopnia doktora (po 2011 r.), chronologicznie:

- 2.4. **Czarnowska M.**, Gujska, E. 2012. Effect of Freezing Technology and Storage Conditions on Folate Content in Selected Vegetables. *Plant Foods Human Nutrition* 67, 401–406 (2012). DOI: 10.1007/s11130-012-0312-2.

MNiSW¹ = 35; IF² = 2.358

- 2.5. Gujska E., Michalak J., **Czarnowska M.** 2013. Wpływ czasu i temperatury przechowywania na stabilność kwasu foliowego i folianów w wybranych sokach owocowych i owocowo-warzywnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 20 (6), s. 130-138. DOI: 10.15193/zntj/2013/91/130-138.

MNiSW¹ = 15; IF² = 0,311

- 2.6. Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J. 2013. Ocena metod oznaczania zawartości kwasu foliowego i folianów w sokach owocowych. *Nauki Inżynierskie i Technologie* (3), s. 62-69.

MNiSW¹ = 4

- 2.7. Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J. 2014. Zawartość folianów w kefirach i jogurtach świeżych oraz chłodniczo przechowywanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 21 (5), s. 124-133. DOI: 10.15193/ZNTJ/2014/96/124-133.

MNiSW³ = 15

- 2.8. Michalak J., Gujska E., **Czarnowska M.**, Nowak F. 2014. Wpływ przechowywania produktów mleczno-zbożowych dla dzieci na zawartość akrylamidu. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni* (86), s. 218-224.

MNiSW³ = 5

- 2.9. Michalak J., Gujska E., **Czarnowska M.**, Nowak F.. 2014. Badania zawartości akrylamidu w wybranych grupach produktów spożywczych. *Towaroznawcze Problemy Jakości* (4), s. 60-66.

MNiSW³ = 7

- 2.10. Gujska E., Czarnowska M., Michalak J. 2014. Zawartość kwasu foliowego i naturalnych folianów w sokach owocowych, owocowo-warzywnych i nektarach fortyfikowanych kwasem foliowym. *Towaroznawcze Problemy Jakości* (1), s. 111-117.

MNiSW³ = 7

- 2.11. Czarnowska M., Nowotka A., Jakubowska D., Gujska E., Michalak J. 2015. Wiedza studentek nauki o żywności na temat suplementacji diety kwasem foliowym. *Towaroznawcze Problemy Jakości* (4), s. 116-124.

MNiSW⁴ = 9

- 2.12. Michalak J., **Czarnowska M.**, Gujska E., Nowak F., Kmiec P. 2015. Ocena zawartości akrylamidu w żywności w Polsce w świetle zaleceń Unii Europejskiej. *Towaroznawcze Problemy Jakości* (4), s. 51-59.

MNiSW⁴ = 9

- 2.13. Michalak J., Gujska E., **Czarnowska M.**, Klepacka J., Nowak F. 2016. Effect of storage on acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural contents in selected processed plant products with long shelf-life. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71 (1), s. 115-122. DOI: 10.1007/s11130-015-0523-4.

MNiSW⁵ = 35; IF² = 2,368

- 2.14. **Czarnowska-Kujawska M.**, Urbaniak M., Michalak J., Gujska E. 2017. The effect of storage conditions on selected quality markers of frozen vegetables. *Polish Journal of Natural Sciences*, 32 (3), s. 527-536.

MNiSW⁶ = 14

- 2.15. **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Michalak J. 2017. Testing different extraction procedures for folate HPLC determination in fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 57, s. 64-72. DOI: 10.1016/j.jfca.2016.12.019.

MNiSW⁶ = 35; IF² = 2,956

- 2.16. Michalak J., Gujska E., **Czarnowska-Kujawska M.**, Nowak F. 2017. Effect of different home-cooking methods on acrylamide formation in pre-prepared croquettes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 56, s. 134-139. DOI: 10.1016/j.jfca.2016.12.006.

MNiSW⁶ = 35; IF² = 2,956

- 2.17. Michalak J., **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E. 2019. Acrylamide and thermal-processing indexes in market-purchased food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (23). DOI: 10.3390/ijerph16234724.

MNiSW⁷ = 140; IF² = 2,849

- 2.18. **Czarnowska-Kujawska M.**, Draszanowska A., Gujska E. 2020. Effect of different cooking methods on folate content in chicken liver. *Foods* (9), s. 1-10. DOI: 10.3390/foods9101431.

MNiSW⁷ = 100; IF² = 4,350

- 2.19. Michalak J., Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Gujska E. 2020. Effect of microwave heating on the acrylamide formation in foods. *Molecules*, 25 (18), s. 1-21. DOI: 10.3390/molecules25184140.

MNiSW⁷ = 140; IF² = 4,412

- 2.20. **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Michalak J. 2020. Folate determination in livers of different animal species. *Czech Journal of Food Sciences*, 38 (1), s. 43-48. DOI: 10.17221/78/2019-CJFS.

MNiSW⁷ = 40; IF² = 1,279

- 2.21. Kowalska A., Kamaszewski M., **Czarnowska-Kujawska M.**, Podlasz P., Kowalski R. K. 2020. Dietary ARA improves COX activity in broodstock and offspring survival fitness of a model organism (*medaka Oryzias latipes*). *Animals*, 10 (11), s. 1-14. DOI: 10.3390/ani10112174, IF: 2.752.

MNiSW⁷ = 100; IF² = 2,752

- 2.22. Klepacka J., Tońska E., Rafałowski R., **Czarnowska-Kujawska M.**, Opara B. 2021. Tea as a source of biologically active compounds in the human diet. *Molecules*, 26 (5), s. 1-14. DOI: 10.3390/molecules26051487.

MEiN⁸ = 140; IF² = 4,927

- 2.23. **Czarnowska-Kujawska M.**, Draszanowska A., Gujska E., Klepacka J., Kasińska M. 2021. Folate content and yolk color of hen eggs from different farming systems. *Molecules*, 26 (4), s. 1-14. DOI: 10.3390/molecules26041034.

MEiN⁸ = 140; IF² = 4,927

- 2.24. Paszczyk B., **Czarnowska-Kujawska M.** 2022. Fatty acid profile, conjugated linoleic acid content, and lipid quality indices in selected yogurts available on the Polish market. *Animals*, 12 (1), s. 1-11. DOI: 10.3390/ani12010096.

MEiN⁸ = 100; IF² = 3,000

- 2.25. **Czarnowska-Kujawska M.**, Draszanowska A., Chróst M., Starowicz M. 2023. The effect of sous-vide processing time on chemical and sensory properties of broccoli, green beans and beetroots. *Applied Sciences-Basel*, 13 (7), s. 1-14. DOI: 10.3390/app13074086.

MEiN⁹ = 100; IF² = 2,500

- 2.26. Paszczyk B., **Czarnowska-Kujawska M.**, Klepacka J., Tońska E. 2023. Health-promoting ingredients in goats milk and fermented goats milk drinks. *Animals*, 13 (5), s. 1-16. DOI: 10.3390/ani13050907.

MEiN⁹ = 100; IF² = 3,000

- 2.27. Draszanowska A., Kurp L., Starowicz M., Paszczyk B., **Czarnowska-Kujawska M.**, Olszewska M. A. 2024, Effect of the Addition of Yellow Mealworm (*Tenebrio molitor*) on the Physicochemical, Antioxidative, and Sensory Properties of Oatmeal Cookies. *Foods*, 13 (19), s. 1-16. DOI: 10.3390/foods13193166.

MEiN¹⁰ = 100; IF² = 5,200

- 2.28. Draszanowska A., Starowicz M., **Czarnowska-Kujawska M.**, Olszewska M.A. 2024. Effects of different spices on the bioactive compounds, antioxidant activity, and sensory qualities of kale crisps. *International Journal of Food Science and Technology*, 59 (6), s. 3851-3859. DOI: 10.1111/ijfs.17132.

MEiN¹⁰ = 70; IF² = 2,600

- 2.29. Popielarczyk M., **Czarnowska-Kujawska M.**, Paszczyk B., Starowicz M. 2024. Właściwości chemiczne, przeciwutleniające i sensoryczne napoju sojowego typu kombucha. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 31, 3 (140), s. 134 – 147. DOI: 10.15193/zntj/2024/140/514.

MEiN¹⁰ = 20

¹ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych.

² Impact Factor według listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania.

³ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 grudnia 2014 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych.

⁴ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 18 grudnia 2015 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach.

⁵ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 9 grudnia 2016 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych.

⁶ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 stycznia 2017 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznanych za publikacje naukowe w tych czasopismach, ustalonego na podstawie wykazów ogłoszonych w latach 2013-2016.

⁷ Punkty MNiSW przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 18 grudnia 2019 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

⁸ Punkty MEiN przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

⁹ Punkty MEiN przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r., w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

¹⁰ Punkty MEiN przypisano zgodnie z Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r., w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych (dla publikacji z 2024 r., dla której IF nie został obliczony podano ostatni aktualny).

B. Artykuły opublikowane w recenzowanych materiałach z konferencji naukowych

Przed otrzymaniem stopnia doktora (do 2011 r.) – brak.

Po otrzymaniu stopnia doktora (po 2011 r.), chronologicznie:

- 2.30. Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J. 2013. Folate content in different brands of beer. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 63 (Suppl. 1), s. 1633. DOI: 10.1159/000354245.

- 2.31. Gujska E., Michalak J., **Czarnowska M.** 2013. Synthesis of folate by kefir starter culture. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 63 (Suppl. 1), s. 1633. DOI: 10.1159/000354245.
- 2.32. Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J., Wasilewska I. 2015. The effect of storage conditions on folate content in frozen vegetables. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 67 (Suppl. 1), s. 483-483. DOI: 10.1159/000440895.
- 2.33. Michalak J., **Czarnowska M.**, Gujska E. 2015. The effect of heating treatment on acrylamide content in some home-prepared foods. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 67 (Suppl. 1), s. 480-481. DOI: 10.1159/000440895.
- 2.34. Gujska E., **Czarnowska M.**, Więcek P. 2015. The effect of frying on folate content in chicken liver. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 67 (Suppl. 1), s. 487-488. DOI: 10.1159/000440895.
- 2.35. Michalak J., **Czarnowska M.**, Nowak F., Banach J. K. 2015. Color development in toasted bread as a parameter of acrylamide content. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 67 (Suppl. 1), s. 480-480. DOI: 10.1159/000440895.
- 2.36. Nowak F., Michalak J., **Czarnowska M.** 2015. Acrylamide in bread - The study on the exposure risk,. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 67 (Suppl. 1), s. 497-498. DOI: 10.1159/000440895.
- 2.37. Gujska E., **Czarnowska-Kujawska M.**, Michalak J. 2017. Folate and Vitamine C content in commercial fruit/vegetables - based smoothie. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 71 (Suppl. 2), s. 1178-1178. DOI: 10.1159/000480486.
- 2.38. **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Michalak J. 2017. Folate content in red raspberries. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 71 (Suppl. 2), s. 1180-1180. DOI: 10.1159/000480486.
- 2.39. **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Michalak J., Leończuk D. 2020. The folic acid and folates content in fortified fruit juices. *Proceedings of the Nutrition Society*, 79, s. 1-1. DOI: 10.1017/S0029665120002396.
- 2.40. Michalak J., **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Klepacka J., Tońska E. 2020. Effect of the brewing process on the acrylamide content in coffee beverages. *Proceedings of the Nutrition Society*, 79, s. 1-1. DOI: 10.1017/S0029665120002414.

C. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych

Przed otrzymaniem stopnia doktora (do 2011 r.) – brak.

Po otrzymaniu stopnia doktora (po 2011 r.), chronologicznie:

- 2.41. **Czarnowska M.**, Kemska S., Michalak J., Urbaniak M., Gujska E. 2014. The apple juices market - consumers behaviour and sensory acceptance. „Consumer protection and satisfaction” edited by Andrzej Chochół. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, p-ISBN: 978-83-938909-8-9, s. 17-28.

MNiSW¹ = 5

2.42. Michalak J., Gujska E., **Czarnowska M.**, Nowak F. 2014. Factors that influence acrylamide content in cereal-based baby foods. „Future trends and challenges in the food sector” ed. by Małgorzata Miśniakiewicz, Stanisław Popek. Wydawnictwo Polish Society of Commodity Science, Kraków, p-ISBN: 978-83-940189-0-0, s. 101-119.

2.43. Rafałowski R., Klepacka J., **Czarnowska M.**, Paszczyk B., Banul M. 2015. Oznaczanie tłuszczu obcego w tłuszczu mlekowym. „Przeciwdziałanie patologiom na rynku żywności” pod redakcją naukową Agaty Lewkowicz, Wiesława Pływaczewskiego. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, p-ISBN: 978-83-7462-474-9, s. 89-102.

MNiSW¹ = 4

2.44. **Czarnowska M.**, Rafałowski R., Gujska E., Stocka J. 2015. Zafałszowania przetworów owocowo-warzywnych na przykładzie soków owocowych. „Przeciwdziałanie patologiom na rynku żywności” pod redakcją naukową Agaty Lewkowicz, Wiesława Pływaczewskiego. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, p-ISBN: 978-83-7462-474-9, s. 79-88.

MNiSW¹ = 4

2.45. **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Klepacka J., Staniewska K. 2020. Processed vegetables as a source of folate in human diet/ Warzywa przetworzone jako źródło folianów w diecie człowieka. „Bezpieczeństwo żywności = Food Safety” pod redakcją Anety Ociecek, Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, p-ISBN 978-83-7421-343-1, s. 17-27.

MNiSW² = 20

2.46. Klepacka J., Gujska E., **Czarnowska-Kujawska M.**, Staniewska K. 2020. Wpływ sposobu przemysłowego przetwarzania nasion gryki na właściwości przeciwutleniające uzyskanych kasz. „Kształtowanie jakości żywności = Food Quality Development” pod redakcją Agnieszki Palki. Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, p-ISBN: 978-83-7421-344-8, s. 129-142.

MNiSW² = 20

2.47. Staniewska K., **Czarnowska-Kujawska M.**, Klepacka J. 2020. Produkty owocowo-warzywne dla dzieci i ich marki w opinii rodziców. Fruit and vegetable products for children and their brands in the opinion of parents. „Zarządzanie w towaroznawstwie - aspekty teoretyczne i praktyczne = Management in commodity science - theoretical and practical aspects” pod redakcją Aleksandry Wilczyńskiej. Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, p-ISBN: 978-83-7421-348-6, s. 184-198.

MNiSW² = 20

2.48. Klepacka J., Tońska E., Rafałowski R., **Czarnowska-Kujawska M.**, Najda A. 2023. Ocena wartości odżywczej herbaty uprawianej i przetwarzanej w różnych warunkach. „Food quality. Jakość żywności” pod redakcją Agnieszki Palki. Wydawnictwo Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, p-ISBN 978-83-7421-433-9, s. 38-56.

MNiSW² = 20

¹ Rozporządzenie MNiSW z dnia 7 lutego 2013 r. (Dz.U.2013.0.191).

² Rozporządzenie MNiSW z dnia 31 lipca 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej (Dz.U. 2020 poz. 1352).

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ**1. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii**

Brak

2. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych

Wyniki mojej pracy naukowo-badawczej zaprezentowałam na licznych konferencjach krajowych i zagranicznych. Uczestnictwo w konferencjach finansowane było ze środków pochodzących z tematu statutowego Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności (17.610.008-110), projektu "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023 (010/RID/2018/19) oraz projektu SUP-RIM (MEiN/2023/DPI/2875).

Przed otrzymaniem stopnia doktora (do 2011 r.):

2.1. XXXIX Sesja Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk. Postęp w wytwarzaniu i ocenie żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 29.06- 01.07. 2009 – *poster*.

Gujska E., Czuper L., **Czarnowska M.** 2009. Kwas foliowy w fortyfikowanych sokach handlowych - poziom rzeczywisty i deklarowany.

2.2. The Institute of Food Technologists (IFT) 11th annual meeting + Food Expo, Nowy Orlean Luisiana, USA, 11-14.06.2011 r. – *poster*.

Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J. 2011. Stability of folic acid and folate under different extraction conditions prior to analysis by HPLC.

2.3. XL Sesja Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk „Tradycja i nowoczesność w żywności i żywieniu” połączona z obchodami Jubileuszu 50-lecia Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie, 29.06.-01.07.2011 r. – *poster*.

Gujska E., **Czarnowska M.**, Szczepkowski R. 2011. Ocena zawartości kwasu foliowego w fortyfikowanych sokach owocowo-warzywnych.

2.4. Konferencja Naukowa z okazji 50-lecia Zakładu/Katedry Towaroznawstwa Żywności Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu: „Towaroznawstwo w zapewnieniu jakości żywności i bezpieczeństwa konsumenta”. Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, 17.05.2011 r. – *poster*.

Gujska E., **Czarnowska M.** 2011. Badanie kwasu foliowego i folianów w przecierowych sokach wielowarzywnych i owocowo-warzywnych.

Po otrzymaniu stopnia doktora (po 2011 r.), chronologicznie:

2.5. Konferencja Naukowa Studenckie Dni Jakości nt.: „Towaroznawstwo w XXI wieku – Szanse i Zagrożenia”. Akademia Morska w Gdyni. Gdynia, 23-24.02.2012. – *referat*.

Czarnowska M. 2012. Wpływ procesu zamrażania i czasu zamrażalniczego przechowywania na zawartość folianów w wybranych warzywach.

2.6. 1st North European Congress on Food, NEFood. Sankt Petersburg, Rosja, 22– 24.04.2012 r. – *poster*.

Gujska E., **Czarnowska M.** 2012. Stability of folic acid and folate in fruit and vegetable juices under different extraction conditions prior to analysis by HPLC.

2.7. 17th Conference of young researchers section of Polish Society of Food Technologists- 1st international conference: „Food diversity”. Kraków, 10-11.05.2012 r. – *referat*.

Czarnowska M., Gujska E. 2012. Wpływ zamrażania i czasu zamrażalniczego przechowywania na zawartość folianów w wybranych owocach.

2.8. VI International conference: Role of science of commodities in quality management in knowledge based economy. Commodity science in XXI century – development and barriers. Radom, 12-14.09.2012 r. – *poster*.

Gujska E., **Czarnowska M.** 2012. Evaluation of methods of folic acid determination in fortified juices.

2.9. 18th IGWT Symposium Technology and Innovation for a Sustainable Future: a Commodity Science Perspective. Rzym, Włochy, 24-28.09.2012 – *poster*.

Michalak J., Polak M., Kuncewicz A., Gujska E., **Czarnowska M.** 2012. Determination of 5-hydroxymethylfurfural content in selected food products.

2.10. 18th Conference of Young Researchers Section of Polish Society of Food Technologist 2nd International Session. Puszczykowo k. Poznania, 14-16.05.2013 r. – *poster*.

Czarnowska M., Gujska E. 2013. The evaluation of folate content in yoghurt with the use of high performance liquid chromatography method.

2.11. Ogólnopolska Konferencja Naukowa. Towaroznawstwo XXI wieku podstawą innowacji, jakości oraz satysfakcji konsumentów. Olsztyn, 22 – 24.05.2013 r. – *postery*.

Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J. 2013. Ocena zawartości folianów w kefirach z zastosowaniem techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej.

Michalak J., Kuncewicz A., Gujska E., **Czarnowska M.**, Olszewski M. 2013. Ocena zawartości 5-hydroksymetylofurfural (HMF) w napojach typu cola.

2.12. XLI Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN: „Innowacyjność w nauce o żywności i żywieniu”, Kraków, 2-3.07.2013 r. – *poster*.

Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J. 2013. Wpływ przechowywania na stabilność kwasu foliowego i folianów w sokach owocowych i owocowo-warzywnych.

2.13. 20th International Congress of Nutrition: Grenada, Hiszpania, 15-20.09. 2013 r. – *postery*.

Gujska E., Michalak J., **Czarnowska M.** 2013. Synthesis of folate by kefir starter culture.

Gujska E., **Czarnowska M.**, Michalak J. 2013. Folate content in different brands of beer.

2.14. XII Scientific Conference with international participation. Commodity Science-tradition and relevance. University of Economics, Warna, Bułgaria, 24-25.10. 2013 r. – *referaty*.

Kuncewicz A., Michalak J., Gujska E., **Czarnowska M.** 2013. Furan compounds in selected convenience food products.

Michalak J., Gujska E., Kuncewicz A., **Czarnowska M.** 2013. Acrylamid content in commercial baby food in Poland in respect of European Union recommendations and an assessment of infant dietary exposure.

2.15. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Jakość towarów i usług w innowacyjnej gospodarce” Gdynia, 11-13.05.2014 r. – *postery*.

Michalak J., Gujska E., **Czarnowska M.**, Nowak F. 2014. Wpływ przechowywania produktów mleczno-zbożowych dla dzieci na zawartość akrylamidu.

Czarnowska M., Gujska E., Stocka J., Michalak J., Urbaniak M. 2014. Ocena wybranych wyróżników autentyczności soków i napojów typu multiwitamina.

2.16. VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Technologów Przetwórstwa Owoców i Warzyw. Przetwórstwo Owoców, Warzyw i Grzybów- Nauka i Przemysł, Olsztyn, 9-10.06. 2014. – *poster*.

Czarnowska M. 2014. Wpływ warunków przechowywania na wybrane wyróżniki jakości mrożonek warzywnych.

2.17. 19th IGWT Symposium “Commodity Science in Research and Practise - Current Achievements and Future Challenges”, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków, 15-19.09.2014 r. – *postery*.

Czarnowska M., Gujska E., Kemska S., Michalak J., Urbaniak M. 2014. The apple juices market – consumers behavior and sensory acceptance.

Michalak J., Gujska E., **Czarnowska M.**, Nowak F. 2014. Factors that influence acrylamide content in cereal-based baby foods.

2.18. Konferencja pt. „Identyfikacja i ocena żywności o gwarantowanej wysokiej jakości”, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań, 18.11.2014 r. – *poster*.

Czarnowska M., Tońska E. Oznaczanie zawartości folianów w podrobach drobiowych z zastosowaniem techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej.

2.19. XLIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN: „Żywność dla przyszłości”.

Wrocław, 4-5.07.2017 r. – *postery*.

Rafałowski R., **Czarnowska-Kujawska M.**, Klepacka J., Paszczyk B. 2017. Szacowanie dodatku tłuszczu obcego w tłuszczu mlekowym na podstawie składu kwasów tłuszczowych.

Michalak J., **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Nowak F., Herzyk F. 2017. Ocena wpływu ogrzewania mikrofalowego na zawartość wybranych związków reakcji Maillarda w żywności.

Czarnowska-Kujawska M., Gujska E., Michalak J. 2017. Zawartość folianów w świeżych malinach – *poster z prezentacją ustną*.

2.20. 4th North and East European Congress on Food, Kowno, Litwa, 10 – 13.09. 2017 r. – *referat*.

Czarnowska M., Michalak J., Gujska E. 2017. Folate losses in canned beans during processing.

2.21. IUNS 21st International Congress of Nutrition Buenos Aires, Argentyna, 15-20.10. 2017 r. – *postery*.

Czarnowska-Kujawska M., Gujska E., Michalak J. 2017. Folate content in red raspberries.

Gujska E., **Czarnowska-Kujawska M.**, Michalak J. 2017. Folate and Vitamin C content in commercial fruit/vegetables - based smoothie.

2.22. Nauka, Technologia i Innowacje w Żywności i Żywieniu: XLIV Konferencja Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN, Łódź, 3-4.07. 2019 r.

Czarnowska-Kujawska M., Gujska E., Michalak J. 2019. Ocena zawartości folianów w świeżych pakowanych warzywach dostępnych na rynku – *poster z prezentacją ustną*.

Michalak J., **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Rafałowski R., Tańska M. 2019. Wpływ receptury przygotowania pieczywa cukierniczego na zawartość akrylamidu i HMF w gotowym produkcie – *poster*.

2.23. The 13th European Nutrition Conference, FENS 2019, Dublin Convention Centre, Irlandia, 15-18.10.2019 r. – *postery z prezentacją ustną*.

Michalak J., **Czarnowska-Kujawska M.**, Gujska E., Klepacka J., Tońska E. 2019. Effect of the brewing process on the acrylamide content in coffee beverages.

Czarnowska-Kujawska M., Gujska E., Michalak J., Leończuk D. 2019. The folic acid and folates content in fortified fruit juices.

2.24. 64. Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Lublin, 11-16 września 2022 r. – *poster*.

Czarnowska-Kujawska M., Draszanowska A., Starowicz M. 2022. Wpływ metod gotowania na zawartość kwasu foliowego, właściwości organoleptyczne i funkcjonalne szpinaku i brokułu.

2.25. Konferencja naukowa: Hodowla owadów na cele paszowe i żywieniowe, Olsztyn, 14-15.06.2023 r. – *poster*.

Draszanowska A., Kurp L., Zimińska A., **Czarnowska-Kujawska M.**, Olszewska M. A. 2023. Wykorzystanie mąki z owadów *Hermetia illucens* w produkcji chleba i ciastek owsianych.

2.26. Międzynarodowa konferencja: “Innovative Food of High Quality for Human Health and Sustainability - an integrated program of innovation and research development in agricultural and veterinary science”, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, 07-08.09.2023 r.

Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J. 2023. Optimization of food composition in terms of improving the health and quality of consumers' life – *referat*.

Klepacka J., **Czarnowska-Kujawska M.**, Paszczyk B. 2023. Effect of buckwheat hull addition on the nutritional value of tea infusions – *poster*.

2.27. The 14th European Nutrition Conference FENS 2023, Belgrad, Serbia, 14–17.11.2023 r.

Czarnowska-Kujawska M., Starowicz M., Klepacka J. 2023. The selected nutritional properties of breads enriched with fresh kale and spinach – *poster z prezentacją ustną*.

Klepacka J., **Czarnowska-Kujawska M.** 2023. An Evaluation of the Possibility of Using Buckwheat Hulls as an Addition to Bread – *poster*.

2.28. Proceedings of the 10th International Conference on the Quality and Safety in Food Production Chain, Wrocław, 12-13.09.2024 r. – *poster*.

Mumtaz W., **Czarnowska-Kujawska M.**, Klepacka J. 2024. Comparative analysis of antioxidant properties in whole-meal and toasted bread enriched with buckwheat hulls.

2.29. 11th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis, Praga, Czechy, 5-8.11.2024 r. – *postery*.

Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Paszczyk B. 2024. Changes in the folate content of kombuchas derived from milk and plant drinks.

Paszczyk B., Klepacka J., **Czarnowska-Kujawska M.** 2024. The effect of selected additions on the composition of fatty acids in cottage cheese made from goat's milk.

Mumtaz W., **Czarnowska-Kujawska M.**, Klepacka J. 2024. Effect of buckwheat husk addition on sensory properties of bread.

Klepacka J., Mumtaz W., **Czarnowska-Kujawska M.** 2024. The influence of buckwheat husk addition on the antioxidant properties of bread.

Klepacka J., **Czarnowska-Kujawska M.**, Paszczyk B. 2024. The impact of industrial roasting of coffee beans on the level of phenolic compounds.

Wykłady na zaproszenie:

2.30. Wykłady na zaproszenie prof. Willema Gerritsena w ramach międzynarodowego modułu nauczania pt.: "Creating Food Concepts in Europe", finansowanego z programu Erasmus "Uczenie się przez całe życie"; Holandia, Amsterdam University of Applied Sciences in the Netherlands (Hogeschool van Amsterdam, Schools of Sport and Nutrition):

Wykład 1. pt: „Folate in the human diet” (12.09.2012 r.).

Wykład 2. pt: „The effect of freezing technology and storage conditions on folate content in vegetables” (14.09.2012 r.).

Wykład 3. pt: „Folate in the human diet” (11.09.2013 r.).

2.31. II Dni Świadomości Żywieniowej, 18-25.04.2021 r. (Projekt realizowany przez UWM* w Olsztynie, finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19). Tytuł zaprezentowanego wykładu: „Suplementy diety – co warto o nich wiedzieć”.

2.32. VII Dni Świadomości Żywieniowej, 22-24.11.2024 r. (Projekt realizowany przez UWM w Olsztynie, dofinansowany ze środków Ministra Nauki w ramach Programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości na lata 2024-2027, nr projektu RID/SP/0025/2024/01). Tytuł zaprezentowanego wykładu: „Kombucha - co to jest, i jaki ma potencjał?”.

* Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

3. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji

- Udział w Komitecie Naukowym podczas XLVI Międzynarodowego Seminarium Kół Naukowych „Koła Naukowe – szkołą twórczego działania”, 24-25.04.2017 r., Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.

4. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów

Projekty, których realizacja rozpoczęła się przed otrzymaniem stopnia doktora, chronologicznie:

4.1. Projekt pt.: „Badanie zawartości kwasu foliowego i folianów w przecierowych i klarowanych sokach owocowych i owocowo-warzywnych fortyfikowanych kwasem foliowym” o nr rej. N N312 213536 finansowany przez MNiSW; okres realizacji: **2009-2012**. Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Elżbieta Gujska. Pełniona funkcja: **personel pomocniczy**. Publikacje i upowszechnianie wyników projektu: **Zał. 4. I. 2.5., 2.6., 2.10., 2.44.; Zał. 4. II. 2.2., 2.3., 2.4., 2.6., 2.8., 2.12.**

4.2. Projekt pt.: „Wpływ technologii zamrażania i warunki przechowywania na zawartość folianów w owocach i warzywach” o nr rej. N N312 128838 finansowany przez MNiSW; Grant promotorski;

okres realizacji: **2010-2012**. Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Elżbieta Gujska. Pełniona funkcja: **wykonawca**. Publikacje i upowszechnianie wyników projektu: **Zał. 4. I. 2.15., 2.32.; Zał. 4. II. 2.5., 2.7.**

Projekty, których realizacja rozpoczęła się po otrzymaniu stopnia doktora (od 2012 r.), chronologicznie:

4.3. Projekt pt.: „Wpływ procesów stosowanych podczas przygotowywania żywności do spożycia na zawartość w niej folianów” w ramach dotacji celowej Ministra Nauki na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców (grant wewnętrzny Wydziału Nauki o Żywności UWM w Olsztynie); okres realizacji: **2012**. Pełniona funkcja: **dotacjobiorca**.

4.4. Projekt pt.: „Wpływ procesów stosowanych podczas przetwarzania warzyw i owoców na zawartość w niej folianów” w ramach dotacji celowej Ministra Nauki na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców (grant wewnętrzny Wydziału Nauki o Żywności UWM w Olsztynie); okres realizacji: **2013**. Pełniona funkcja: **dotacjobiorca**.

4.5. Projekt pt.: „Badania nad stabilnością folianów w pieczywie wzbogaconym wsadami roślinnymi” finansowany przez Narodowe Centrum Nauki o nr rej. 2017/01/X/NZ9/01026 w ramach programu Miniatura 1; okres realizacji: **2017-2020**. Pełniona funkcja: **kierownik**. Publikacje i upowszechnianie wyników projektu: **Zał. 4. I. 1.4.; Zał. 4. II. 2.27.**

4.6. Projekt pt.: „Innowacyjna żywność wysokiej jakości dla zdrowia społeczeństwa i zrównoważonego rozwoju – zintegrowany program rozwoju badań naukowych i innowacji w zakresie nauk rolniczych i nauk weterynaryjnych na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie”. Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach **2019-2023**, nr projektu 010/RID/2018/19. Kierownik projektu: prof. dr hab. Małgorzata Darewicz. Pełniona funkcja: **dotacjobiorca** w zakresie:

- kontynuacji zadań badawczych przyczyniających się do upowszechnienia wyników w publikacjach z listy MEiN w dyscyplinie: technologia żywności i żywienia;
- wsparcia procesu publikowania wyników badań w otwartym systemie Open Access w czasopiśmie z listy MEiN w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Publikacje i upowszechnianie wyników projektu: **Zał. 4. I. 1.1., 1.2., 1.3., 2.17., 2.18., 2.20., 2.23., Zał. 4. II. 2.23.**

 *Nagroda Rady Naukowej projektu Regionalna Inicjatywa Doskonałości dla wyróżniających zespołów badawczych za badania naukowe i prace rozwojowe w 2022 roku w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.*

4.7. Projekt pt.: „Wspólne zdrowie ludzi i zwierząt: od zrównoważonej produkcji żywności po nowatorskie terapie”. Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach **2024-2027**, nr projektu RID/SP/0025/2024/01. Kierownik projektu: mgr inż. Anna Smoczyńska. Pełniona funkcja: **dotacjobiorca** w zakresie wsparcia procesu publikowania artykułów naukowych w renomowanych czasopiśmie w formule otwartego dostępu, w tym przygotowania edytorskiego publikacji. Publikacje i upowszechnianie wyników projektu: **Zał. 4. I. 1.5., 1.6.**

4.8. Projekt „SUP-RIM. Sieć badawcza uczelni przyrodniczych na rzecz rozwoju polskiego sektora mleczarskiego - projekt badawczy”. Zadanie finansowane z dotacji celowej Ministra Edukacji i Nauki na podstawie umowy nr MEiN/2023/DPI/2875 z dnia 3 października 2023 r.; okres realizacji: **2024-2028 r.** Kierownik projektu: dr hab. Justyna Żulewska, prof. UWM. Pełniona funkcja: **wykonawca**. Rola w obszarze I projektu: Panel nowatorskich badań do analizy surowca i wyrobu mleczarskiego w kierunku poprawy jego bezpieczeństwa, jakości, walorów prozdrowotnych. Upowszechnianie wyników projektu: **Zał. 4. II. 2.29.**

5. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach

Funkcja członka w Polskim Towarzystwie Technologów Żywności od 2009 r.

6. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru

Zarówno przed jak i po uzyskaniu stopnia doktora wielokrotnie wyjeżdżałam do renomowanych zagranicznych jednostek naukowych, aby zdobyć doświadczenia zawodowe i nawiązać międzynarodowe kontakty. Wyjazdy te rozwijały moje kompetencje dydaktyczne, pozwoliły poznać różnorodne metody nauczania oraz systemy edukacyjne. Dzięki tym doświadczeniom wprowadziłam innowacyjne rozwiązania na prowadzonych przez mnie zajęciach, wzbogacając tym samym współpracę ze studentami. W trakcie staży nawiązałam wartościowe kontakty z naukowcami specjalizującymi się w obszarze nauki o żywności oraz metodach analizy składników żywności. Te spotkania pozwoliły mi na wymianę doświadczeń oraz wiedzy, a także zapoznanie się z najnowszymi osiągnięciami oraz trendami w badaniach nad żywnością, co miało pozytywny wpływ zarówno na moją pracę badawczą jak i edukacyjną.

Staża naukowe, chronologicznie:

6.1. Belgia, Ghent University (Department of Organic Chemistry, Faculty of Bioscience Engineering).

Pięciomiesięczny staż w wiodącym zagranicznym ośrodku akademickim i naukowo-badawczym w ramach programu Erasmus "Uczenie się przez całe życie" (The Lifelong Learning Programme – LLP 2007-2013). Celem stażu był udział w realizowanym przez prof. Rolanda Verhé projekcie badawczym pt.: „Wpływ rafinacji fizycznej na jakość oleju z otrębów ryżowych”. Stypendium przyznano mi w terminie od **18.09.2008 r.** do **07.02.2009 r.** Staż umożliwił mi poznanie i udoskonalenie metod badawczych służących precyzyjnemu oznaczaniu związków bioaktywnych w żywności, z zastosowaniem nowoczesnych technik instrumentalnych. Efektem stażu była publikacja naukowa (**Zał. 4. I. 2.1.**).

6.2. Finlandia, Agrifood Research Jokioinen (MTT Biotechnology and Food Research).

Trzymiesięczny staż w zagranicznym ośrodku naukowo-badawczym w ramach programu Erasmus "Uczenie się przez całe życie". Celem stażu był udział w realizowanym przez prof. Raiję Tahvonen projekcie badawczym pt.: „Produkcja fermentowanych produktów z roślin strączkowych w skali pilotażowej, analiza witaminy K w fermentowanych produktach z roślin strączkowych”. Staż był kolejną okazją doskonalenia warsztatu badawczego z wykorzystaniem nowoczesnych technik instrumentalnych oraz analizy sensorycznej, a także do poznania niekonwencjonalnych metod

przetwarzania żywności (efekt: **Zał. 4. I. 2.4.**). Stypendium przyznano mi w terminie od **01.06.2010 r.** do **31.08.2010 r.**

6.3. Polska Akademia Nauk w Olsztynie. Trzymiesięczny staż naukowy zrealizowany w Zakładzie Chemii i Biodynamiki Żywności Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie w terminie od **15.11.2022 r.** do **15.02.2023 r.** Staż odbył się pod opieką prof. dr hab. Henryka Zielińskiego oraz dr Małgorzaty Starowicz (kierownik Zakładu) i miał na celu doskonalenie warsztatu badawczego oznaczania składników o działaniu przeciwutleniającym w żywności z wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych. Efektem współpracy w ramach stażu są, m.in., publikacje naukowe (**Zał. 4. I. 1.5., 1.6., 2.25., 2.29.**).

Kopie dokumentów potwierdzających odbycie staży naukowych przedstawiono w Zał. 6.

Inne aktywności wiążące się z pobytami w jednostkach naukowych, w tym zagranicznych, chronologicznie:

6.4. Węgry, Corvinus University in Budapest. Udział w intensywnych warsztatach przeznaczonych dla młodych naukowców pod wspólnym tytułem: „Safe and Healthy Food”. Wyjazd w ramach programu Erasmus "Uczenie się przez całe życie". Czas realizacji warsztatów od **08.11.2010 r.** do **19.11.2010 r.** Warsztaty pozwoliły na zdobycie wiedzy z zakresu analizy ryzyka mikrobiologicznego i zarządzania ryzykiem oraz identyfikacji zagrożeń związanych z bezpieczeństwem żywności. Dodatkowo, warsztaty obejmowały studia przypadków, które umożliwiły praktyczne zastosowanie nabytej wiedzy w rzeczywistych scenariuszach.

6.5. Finlandia, University in Helsinki (Department of Food and Environmental Sciences/ Food Chemistry). Wyjazd w ramach programu Erasmus "Uczenie się przez całe życie", wyjazdy dla kadry dydaktycznej w roku akademickim 2011/2012. Stypendium przyznane na okres od **22.04.2012 r.** do **29.04.2012 r.** Wyjazd miał na celu przeprowadzenie wykładów na temat metod oznaczania witamin w żywności. Ponadto zapoznanie się z zapleczem badawczo-dydaktycznym uczelni oraz konsultacje z zespołem badawczym prof. Vieno Piironen w zakresie nowoczesnych metod analizowania witamin z grupy B w żywności.

6.6. Holandia, Amsterdam University of Applied Sciences in the Netherlands (Hogeschool van Amsterdam, Schools of Sport and Nutrition). Wyjazd na zaproszenie prof. Willema Gerritsena celem przeprowadzenia wykładów (**Zał. 4. II. 2.30.**) i warsztatów w ramach międzynarodowego modułu nauczania pt.: „Creating Food Concepts in Europe”. Moduł stanowił część programu edukacyjnego dla studentów realizujących program Erasmus z zakresu nauki o żywności i żywieniu. Wyjazd realizowany był w terminie od **11.09.2012 r.** do **15.09.2012 r.** i finansowany ze środków z programu Erasmus "Uczenie się przez całe życie", wyjazdy dla kadry dydaktycznej w roku akademickim 2011/2012.

6.7. Norwegia, University of Life Science in Ås (Department of Biotechnology and Food Science). Trzytygodniowy staż w ośrodku akademickim i naukowo-badawczym realizowany w ramach projektu: „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego UWM w Olsztynie”. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską (EU) w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Stypendium przyznano mi w terminie od **15.10.2012 r.** do **05.11.2012 r.** Celem wyjazdu było poznanie metod

nauczania, oferty edukacyjnej oraz konsultacje z zespołem badawczym prof. Trude Wicklund w zakresie technik analizowania składników żywności i jej przetwarzania.

6.8. Norwegia, *University of Life Science in Ås* (Department of Biotechnology and Food Science). Realizacja Wizyty Przygotowawczej Funduszu Stypendialnego i Szkoleniowego finansowanej ze środków Mechanizmu Finansowego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2009-2014. Dofinansowanie przyznała mi Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji w terminie od **17.06.2013 r.** do **21.06.2013 r.** na realizację działań związanych z rozwinięciem warsztatu badawczego oceny konsumenckiej, konsultacje z zespołem badawczym dr Marije Oostindjer (efekt: **Zał. 4. I. 2.11.**).

6.9. Holandia, *Amsterdam University of Applied Sciences in the Netherlands* (Hogeschool van Amsterdam, Schools of Sport and Nutrition). Wyjazd na zaproszenie prof. Willema Gerritsena celem przeprowadzenia wykładów (**Zał. 4. II. 2.30.**) i warsztatów w ramach kolejnej edycji międzynarodowego modułu nauczania pt.: „Creating Food Concepts in Europe”. Wyjazd realizowany był w terminie od **10.09.2013 r.** do **13.09.2013 r.** i finansowany ze środków z programu Erasmus "Uczenie się przez całe życie", wyjazdy dla kadry dydaktycznej w roku akademickim 2012/2013.

6.10. Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości PWSiP w Łomży (Wydział Nauk Informatyczno-Technologicznych). Dwutygodniowy staż w krajowym ośrodku akademickim i naukowo-badawczym realizowany w ramach projektu: „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego UWM w Olsztynie”. Projekt współfinansowany przez EU w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Stypendium przyznano mi w terminie od **24.02.2014 r.** do **07.03.2014 r.** Staż miał na celu zapoznanie mnie z zapleczem dydaktycznym jednostki a także infrastrukturą badawczą nowocześnie wyposażonej pracowni chromatograficznej.

6.11. Niemcy, *Hochschule Offenburg* (Offenburg University of Applied Sciences). Wizyta odbyła się w ramach programu ERASMUS+ Staff Mobility for Teaching „Wyjazdy pracowników UWM w Olsztynie w celach dydaktycznych”. Wizyta odbyła się na polecenie Dziekana Wydziału Nauki o Żywności, kiedy pełniłam funkcję Wydziałowego Koordynatora programu Erasmus. Dofinansowanie zostało przyznane w terminie od **14.02.2017 r.** do **17.02.2017 r.** Wyjazd miał na celu zapoznanie się z zapleczem badawczo-dydaktycznym uczelni w Offenburgu, poznanie tamtejszej kadry akademickiej, przeprowadzeniu wykładów oraz wymianę doświadczeń w ramach wspólnie prowadzonych kierunków studiów.

7. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.)

2022-2023 r. – czasopismo *Applied Sciences* (IF=2,5); pełniona funkcja: gościnny redaktor wydania specjalnego zatytułowanego: „*Thermal and Non-thermal Processes in the Food Industry*”; moja rola polegała na wstępnej recenzji nadesłanych artykułów, koordynowaniu procesu recenzji, podejmowaniu decyzji o zakwalifikowaniu artykułu do opublikowania;

2024 r. – czasopismo *Applied Sciences* (IF=2,5); pełniona funkcja: gościnny redaktor wydania specjalnego zatytułowanego: „*Advances in Food Analysis and Processing*”; moja rola polegała na wstępnej recenzji nadesłanych artykułów, koordynowaniu procesu recenzji, podejmowaniu decyzji o zakwalifikowaniu artykułu do opublikowania.

8. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych

W ciągu ostatnich lat recenzowałam publikacje naukowe w międzynarodowych czasopismach krajowych i międzynarodowych: *Journal of Food Composition and Analysis* (IF=4,0), *Journal of the Science of Food and Agriculture* (IF=4,1), *Applied Sciences* (IF=2,5), *Zeszyty naukowe Akademii Morskiej w Gdyni*, *Żywność-Nauka Technologia Jakość*.

Dodatkowo recenzowałam prace na potrzeby Ośrodka Doradztwa Rolniczego (kwartalnik „Zagadnienia Doradztwa Rolniczego”). Co roku recenzuję prace (streszczenie i rozdziały w monografii) w ramach Międzynarodowego Seminarium Kół Naukowych organizowanych na UWM w Olsztynie (Sekcja Nauki o Żywności).

9. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych

W trakcie mojej kariery naukowej byłam beneficjentką:

9.1. Sześciokrotnie programu Erasmus „Uczenie się przez całe życie” (The Lifelong Learning Programme – LLP 2007-2013):

- Belgia, *Ghent University* (2008/2009 r.);
- Finlandia, *Agrifood Research Jokioinen* (2010 r.);
- Węgry, *Corvinus University in Budapest* (2010 r.);
- Finlandia, *University in Helsinki* (2012 r.);
- Holandia, *Amsterdam University of Applied Sciences in the Netherlands* (dwukrotnie, 2012 i 2013 r.); **Zał. 4. II. 6.1., 6.2., 6.4.-6.6.**

9.2. Programu ERASMUS+ Staff Mobility for Teaching „Wjazdy pracowników UWM w Olsztynie w celach dydaktycznych”; Niemcy, *Hochschule Offenburg (Offenburg University of Applied Sciences)*, 2017 r. (**Zał. 4. II. 6.11.**)

9.3. Dwukrotnie projektu pt.: „Wzmocnienie potencjału dydaktycznego UWM w Olsztynie” współfinansowanego przez EU w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego (**Zał. 4. II. 6.7., 6.10.**):

- Norwegia, *University of Life Science in Ås* (Department of Biotechnology and Food Science), 2012 r.;
- Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości PWSiP w Łomży (Wydział Nauk Informatyczno-Technologicznych), 2014 r.

9.4. Programu pt.: „Fundusz Stypendialny i Szkoleniowy finansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego – Wizyta przygotowawcza”; Norwegia, *University of Life Science in Ås* (Department of Biotechnology and Food Science), 2013 r. (**Zał. 4. II. 6.8.**)

9.5. Projektu pn.: „SiS WiM – STAŻE i SZKOLENIA praktyczne dla rozwoju innowacyjnych przedsiębiorstw WARMII i MAZUR” realizowanego przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (biuro projektu: Centrum Innowacji i Transferu Technologii UWM w Olsztynie) w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytetu VIII Regionalne kadry gospodarki,

Działania 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałania 8.2.1 Wsparcie współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw; **trzymiesięczny staż** w przedsiębiorstwie „Chłodnia Olsztyn” Spółka z o.o. (2013/2014 r.).

9.6. Projektu pn.: „REGIONALNY TRANSFER WIEDZY Z NAUKI DO BIZNESU – staże i szkolenia praktyczne naukowców w przedsiębiorstwach Warmii i Mazur” realizowanego przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (biuro projektu: Centrum Innowacji i Transferu Technologii UWM w Olsztynie) w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytetu VIII Regionalne kadry gospodarki, Działania 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałania 8.2.1 Wsparcie współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw, **trzymiesięczny staż** w piekarni Gminna Spółdzielnia "Samopomoc Chłopska" w Dźwierzutach (2014 r.).

9.7. Projektu pt.: „Rozwój systemu wsparcia komercjalizacji wiedzy i technologii oraz przedsiębiorczości akademickiej dla wzmocnienia innowacyjności gospodarki Warmii i Mazur” realizowanego przez Centrum Innowacji i Transferu Technologii UWM w Olsztynie, dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu pt. Kreator innowacyjności – wsparcie innowacyjnej przedsiębiorczości akademickiej – Szkole Ochrony i Komercjalizacji Własności Intelektualnej. Wizyta studyjna w Pomorskim Parku Naukowo-Technologicznym w Gdyni oraz Elbląskim Parku Technologicznym 2014 r. oraz udział w szkoleniu pt.: „Jesienna Szkoła Ochrony i Komercjalizacji Własności Intelektualnej UWM w Olsztynie”.

10. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.4.

10.1. Realizacja projektu badawczego: "**Naukowy Grant Rektora**" edycja II. Naukowy Grant Rektora przeznaczony jest na prowadzenie badań naukowych mających służyć wspieraniu aktywności badawczo-rozwojowej pracowników Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Tytuł projektu: „Zastosowanie naparu herbacianego kombucha i kultury symbiotycznej SCOBY do produkcji fermentowanych napojów o charakterze funkcjonalnym”; pełniona funkcja: **kierownik**; okres realizacji **01.01.2024 r. – 31.12.2024 r.**

11. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny

Brak

III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

1. Wykaz dorobku technologicznego

Brak

2. Współpraca z sektorem gospodarczym

Moja współpraca z sektorem gospodarczym zainicjowała się już podczas realizacji pracy doktorskiej. W tym czasie odwiedzałam zakłady przetwórstwa owocowo-warzywnego, w tym „Chłodnia Olsztyn Spółka z o.o.” oraz „Chłodnia UNIFREEZE Miesięczkowo”. Celem tych wizyt było zgłębienie technologii produkcji, analiza problematyki wytwarzania surowców o wysokiej jakości oraz pozyskanie materiałów do badań dotyczących wpływu procesu zamrażania na zawartość składników prozdrowotnych oraz jakość sensoryczną przetworów owocowych i warzywnych.

W trakcie mojej kariery naukowej nawiązałam kontakt z Centrum Innowacji i Transferu Technologii UWM w Olsztynie, które łączyło świat nauki z branżą spożywczą oraz wspierało lokalnych przedsiębiorców w rozwiązywaniu problemów związanych z jakością produktów spożywczych. Dwukrotnie skorzystałam z oferty staży. Pierwszy staż (**Zał. 4. II. 9.5.**) dotyczył projektu „SiS WiM – STAŻE i SZKOLENIA praktyczne dla rozwoju innowacyjnych przedsiębiorstw WARMII i MAZUR”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Trzymiesięczny staż (04.11.2013 r. - 31.01.2014 r.) zrealizowałam w „Chłodni Olsztyn” Spółka z o.o. Efektem mojej pracy było stworzenie metodologii oceny sensorycznej mrożonek warzywnych oraz analiza wpływu warunków przechowywania na ich jakość i zawartość witamin. Ostateczne rezultaty obejmowały, m.in., metodykę oceny jakości sensorycznej mrożonek oraz wyniki oceny preferencji lodów i musów owocowych, a także wskazanie innowacyjnych rozwiązań, które zwiększyłyby konkurencyjność produktów ekologicznych.

Drugi staż (**Zał. 4. II. 9.6.**), również trzymiesięczny (01.10.2014 r. - 31.12.2014 r.), zrealizowałam w piekarni Gminnej Spółdzielni "Samopomoc Chłopska" w Dźwierzutach w ramach projektu „REGIONALNY TRANSFER WIEDZY Z NAUKI DO BIZNESU”. W jego trakcie opracowałam innowacyjne rozwiązanie polegające na promocji pieczywa wieloziarnistego wzbogaconego kwasem foliowym. W ramach stażu przygotowałam broszurę promującą pieczywo jako źródło folianów oraz przeprowadziłam badania nad zawartością tych witamin w wybranych produktach piekarni. Efekty stażu zostały wyróżnione podczas seminarium pt. „Najlepsze przykłady innowacyjnych rozwiązań B+R w firmach”, zorganizowanego przez Centrum innowacji i transferu Technologii UWM w Olsztynie, jako najlepszy pomysł biznesowy wypracowany w ramach projektu „REGIONALNY TRANSFER WIEDZY Z NAUKI DO BIZNESU”.

Obydwa staże pozwoliły mi rozwijać umiejętności interpersonalne, gromadzić praktyczną wiedzę oraz wskazywać innowacyjne zmiany w przedsiębiorstwach, co przyczyniło się do rozwoju moich dalszych możliwości zawodowych. Dzięki tym doświadczeniom zyskałam nie tylko cenne umiejętności, ale także nawiązałam trwałe relacje w branży. Efektem staży były opublikowane prace naukowe: **Zał. 4. I. 2.14., 2.15., II. 2.16., 2.19.**

W 2021 r. rozpocząłam trwającą ponad rok współpracę z firmą J.S. Hamilton Poland Sp. z o.o. W tym czasie na zlecenie firmy zrealizowałam szkolenia dotyczące analizy sensorycznej dla ponad dziesięciu różnych firm z branży spożywczej, które spotkały się z bardzo pozytywnym odbiorem. Szkolenia były kompleksowe i obejmowały zarówno teoretyczne podstawy analizy sensorycznej, jak i praktyczne warsztaty. Uczestnicy mieli okazję rozwinąć swoje umiejętności sprawdzając swoją wrażliwość sensoryczną w testach praktycznych, a także zapoznać się ze standardowymi metodami

analizy sensorycznej. Intensywność szkoleń wymagała ode mnie nie tylko bardzo dobrego przygotowania merytorycznego, ale przede wszystkim wzorowej organizacji. Uczestnicy wysoko ocenili jakość przekazywanej wiedzy oraz korzyści płynące z udziału w szkoleniach. Prowadzone szkolenia stanowiły kolejną znakomitą okazję do nawiązywania kontaktów z pracownikami branży spożywczej oraz lepszego wsłuchiwania się w ich potrzeby. To doświadczenie zaszczerpiło we mnie pasję do organizowania kursów dla pracowników sektora żywnościowego. W 2023 r. opracowałam program dwudniowych kursów dokształcających pt.: „Analiza sensoryczna – podstawy teoretyczne i warsztaty praktyczne”. Kursy dostępne są w ofercie szkoleniowej Wydziału Nauki o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, a ja pełnię rolę ich kierownika.

W trakcie mojej kariery akademickiej nieprzerwanie poszerzam swoje kwalifikacje, uczestnicząc w kursach i szkoleniach o różnorodnej tematyce. Dzięki temu mogę rozwijać kompetencje niezbędne do efektywnego prowadzenia, promowania badań i pozyskiwania na nie funduszy, a także doskonalić umiejętności prezentowania wyników i współpracy w zespołach interdyscyplinarnych. Działania te nie tylko sprzyjają mojemu rozwojowi naukowemu, ale także umożliwiają nawiązywanie cennych kontaktów oraz pozwalają na budowanie lepszej współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym.

Przykłady odbytych szkoleń i kursów (chronologicznie):

- Szkolenie (16-30.11.2012 r.) pt.: „Jesienna Szkoła Ochrony i Komercjalizacji Własności Intelektualnej UWM w Olsztynie” zorganizowane w ramach projektu pt.: „Rozwój systemu wsparcia komercjalizacji wiedzy i technologii oraz przedsiębiorczości akademickiej dla wzmocnienia innowacyjności gospodarki Warmii i Mazur” dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu pt. „Kreator innowacyjności – wsparcie innowacyjnej przedsiębiorczości akademickiej – Szkole Ochrony i Komercjalizacji Własności Intelektualnej”;
- Szkolenie (16.01.2014 r.) pt.: „Jak z sukcesem przygotować wniosek o grant”. Jednostka kształcąca Polskie Wydawnictwo Naukowe;
- Szkolenie praktyczne (22-23.09.2014 r.) pt.: „Organizacja pracy oraz proces wytwarzania produktów w Piekarni w Dźwierzutach” zrealizowane w przedsiębiorstwie Gminna Spółdzielnia „Samopomoc Chłopska” w Dźwierzutach w ramach projektu „REGIONALNY TRANSFER WIEDZY Z NAUKI DO BIZNESU” realizowanego przez UWM w Olsztynie w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytetu VIII Regionalne kadry gospodarki, Działania 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałania 8.2.1. Wsparcie współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw;
- Seminarium LCMS i GCMS (21-22.10.2014 r.) organizowane przez firmę Perlan Technologies poświęcone nowym rozwiązaniom analizowania składników żywności z użyciem technik chromatografii cieczowej i gazowej;
- Szkolenie (9-10.05.2016 r.) pt.: „Jak skutecznie promować własne wyniki badań, podczas wystąpień publicznych i poprzez media społecznościowe” zorganizowane przez Stowarzyszenie Rozwoju Karier Doktorantów i Doktorów PolDoc;
- Seminarium (25.05.2016 r.) zorganizowane przez przedstawicieli LECO Polska sp. z o.o. dotyczącym prezentacji nowych rozwiązań w dziedzinie analityki chemicznej;
- Webinarium (7.04.2021 r.) zorganizowane przez firmę LECO Polska sp. z o.o. i Food Fakty, pt.: „Problem wyników fałszywie pozytywnych w chromatograficznych badaniach żywności. Jak świadomie unikać nieprawidłowych rezultatów?”;
- Szkolenie (25.10.2021 r.) zorganizowane przez J.S. Hamilton Poland sp. z o.o. pt.: „Badania konsumenckie jako narzędzie w kształtowaniu sukcesu produktu na rynku z uwzględnieniem wymagań przewoźnika ISO 11136:2014”;
- Szkolenie (5.04.2023 r.) zorganizowane przez portal laboratoryjnie.pl pt.: „Opracowanie metody chromatograficznej i jej walidacja – krok po kroku”;

- Webinar (20-21.04.2023 r.) organizowany przez portal Food Fakty pt.: „eFORUM Szkolenie – zmiany w prawie żywnościowym i opakowaniowym w 2022 i I kw. 2023.

Kilkukrotnie brałam udział w wydarzeniach współorganizowanych przez Krajową Unię Producentów Soków (KUPS):

- Konferencja Naukowa „Warzywa, owoce i soki w prewencji przewlekłych chorób zakaźnych” (6.03.2015) organizowana we współpracy z Instytutem Żywności i Żywienia w Warszawie;
- Akademia Sokowa III (29.11.2016 r.) na temat: „Warzywa, owoce i soki – aspekty żywieniowe, rynkowe i technologiczne” organizowana we współpracy z Wydziałem Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie;
- Konferencja z cyklu Akademia Sokowa (21.11.2019 r.) pt.: „Produkty sokownicze – od roślin po korzyści zdrowotne” w Gdańsku.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych

Brak

4. Wykaz wdrożonych technologii

Brak

5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców

- Ekspertyza wykonana na zlecenie firmy ŻABKA Polska Spółka z o.o., 2021 r. dotycząca porównania jakości produktów piekarniczych wzbogaconych szpinakiem;
- Opracowanie materiałów szkoleniowych, treści wykładowych, podsumowań, organizacja części praktycznej szkoleń zleconych przez firmę Hamilton (**Zał. 4. III. 2.**) w okresie marzec-grudzień 2021 r.

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych

Brak

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi

Nie dotyczy

IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

- 1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny)**

Impact Factor – **88,93** (Journal Citation Reports)

- 2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań**

Liczba cytowań – 360, z pominięciem autocytowań – 331 (Web of Science), na dzień 14 kwietnia 2025 r.

- 3. Indeks Hirscha**

Indeks Hirscha – **13** (Web of Science)

Liczba punktów MNiSW/MEiN – **2350**

Marta Czarnowska-Kujawska

.....
(podpis wnioskodawcy)