**Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka**
**Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego**
**w Warszawie**
ul. Nowoursynowska 159c, (budynek nr 32)
02-776 Warszawa
za pośrednictwem:
**Rady Doskonałości Naukowej**
pl. Defilad 1
00-901 Warszawa
(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

**Katarzyna Najman**
(imię i nazwisko wnioskodawcy)

**Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka**
**Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**
(miejsce pracy/jednostka naukowa)

# Wniosek

z dnia 17 października 2022r.
o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie **nauk rolniczych** w dyscyplinie[1] **technologia żywności i żywienia**

Osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

**„Wpływ zróżnicowanej obróbki cieplnej na właściwości fizykochemiczne, bioaktywne i prozdrowotne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*), na przykładzie czosnku (*Allium sativum* L.) – badania *in vitro* i *in vivo*"**

Wnioskuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu ~~**tajnym**~~**/jawnym***[2]

*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 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 przeprowadzenie 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*

Katarzyna Najman
.....
(podpis wnioskodawcy)

---

[1] Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).
[2] * Niepotrzebne skreślić.

Załączniki:

1. Wniosek przewodni
2. Dane wnioskodawcy
3. Autoreferat
4. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny technologia żywności i żywienia
5. Cykl pięciu monotematycznych publikacji naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe
6. Oświadczenia współautorów pięciu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe
7. Cykl publikacji naukowych stanowiących potwierdzenie wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej
8. Kopia dyplomu uzyskania stopnia naukowego doktora
9. Kopie dokumentów potwierdzających posiadane kwalifikacje zawodowe
10. Kopie dokumentów potwierdzających odbyte staże naukowo-badawcze
11. Dwa nośniki danych (pendrive) zawierające elektroniczną wersję wniosku i załączników

**Załącznik 3**

# Autoreferat

**Dr inż. Katarzyna Najman**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej

Warszawa, 2022

**Spis treści**

1. Imię i nazwisko ... 3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe ... 3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych ... 4
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 2018 r. poz. 1668 ze zm.) ... 5
   4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego ... 5
   4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego ... 5
   4.3. Omówienie celu naukowego publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania ... 7
      4.3.1. Wstęp ... 7
      4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia oraz omówienie wyników badań: ... 11
      4.3.3. Podsumowanie osiągnięcia naukowego ... 39
      4.3.4. Spis literatury ... 42
5. Informacja o wykazaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej ... 47
   5.1. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych surowców i produktów pochodzenia roślinnego ... 52
      5.1.1. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych roślin z rodziny czosnkowatych (*Alliaceae*) ... 52
      5.1.2. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych owoców roślin z rodziny aktinidiowatych (*Actinidiaceae*) ... 57
      5.1.3. Ocena zawartości składników bioaktywnych i właściwości funkcjonalnych roślin leczniczych z rodzaju wierzbówka (*Chamerion*) ... 60
      5.1.4. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości antyoksydacyjnych i alergennych owoców roślin z rodziny przewiertniowatych (*Caprifoliaceae*) ... 62
   5.2. Składniki biologicznie czynne w żywności funkcjonalnej ... 64
      5.2.1. Nanoemulsje jako nośniki i systemy zabezpieczające naturalne barwniki o właściwościach funkcjonalnych ... 64
      5.2.2. Projektowanie i ocena właściwości przekąsek zbożowo-warzywnych ... 66
   5.3. Inna działalność naukowa (publikacje niewchodzące w skład osiągnięcia i nie realizowane we współpracy z innymi ośrodkami naukowymi) ... 67
      5.3.1. Ocena możliwości zastosowania różnych metod analitycznych do oznaczenia zawartości tokoferoli w mięsie ... 67
      5.3.2. Ocena cech jakościowych mięsa wołowego ... 68
      5.3.3. Ocena właściwości funkcjonalnych kiełków warzywnych ... 69
      5.3.4. Ocena właściwości funkcjonalnych nasion owoców egzotycznych ... 70
      5.3.5. Ocena właściwości funkcjonalnych mikronizowanych błonników owocowych i możliwości ich zastosowania w produkcji pieczywa pszennego ... 72
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę ... 73
   6.1. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych ... 73
   6.2. Informacja o osiągnięciach organizacyjnych i popularyzujących naukę ... 79
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej ... 82
   7.1. Wskaźniki dokonań naukowych ... 82
   7.2. Udział w konferencjach naukowych ... 83
   7.3. Wyróżnienia, stypendia, nagrody ... 84
   7.4. Inne istotne informacje dotyczące kariery naukowej ... 85

**1. Imię i nazwisko**

Katarzyna Najman

**2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe**

**2011** **Doktor nauk weterynaryjnych**, Katedra Nauk Fizjologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Rozprawa doktorska pt.: „Prozdrowotne oddziaływanie surowych i traktowanych termicznie warzyw z rodziny *Alliaceae* u szczurów obciążanych cholesterolem", wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Hanny Leontowicz, Rozprawa doktorska wyróżniona uchwałą Rady Wydziału Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie z dnia 26. 10. 2011r.

**2006** **Magister inżynier zootechniki**, Specjalność: Organizacja Produkcji Zwierzęcej, Kierunek: Zootechnika, Wydział Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Praca magisterska pt.: „Wpływ czosnku (*Allium Sativum* L.) gotowanego w różnym czasie na profil lipidowy i potencjał antyoksydacyjny u szczurów", praca wykonana w Katedrze Nauk Fizjologicznych, Wydział MedycynyWeterynaryjnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pod kierunkiem prof. dr hab. Hanny Leontowicz

**Wykształcenie uzupełniające**

**2019** 3-semetralne Studia Podyplomowe „Chemia w Szkole",
Instytut Studiów Podyplomowych, Wyższa Szkoła Nauk Pedagogicznych w Warszawie

**2011** 3-semestralne Studia Podyplomowe „Biologia"
Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski w Warszawie

**2010** 3-semestralne Studia Podyplomowe „Organizacja i Zarządzanie Oświatą",
Praca dyplomowa: „Kompetencje dyrektora współczesnej szkoły"
Akademia Humanistyczno – Ekonomiczna w Łodzi

**2007** XIX Szkoła Letnia „Postępy Biologii Molekularnej"
Instytut Genetyki Człowieka, Akademia Rolnicza w Poznaniu

**2005** 2-semestralne Równoległe Studium Przygotowania Pedagogicznego,
Wydział Ekonomiczno – Rolniczy,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**2016** Akt Nadania Stopnia Awansu Zawodowego Nauczyciela Dyplomowanego
Mazowiecki Kurator Oświaty, Warszawa

**2012** Akt Nadania Stopnia Awansu Zawodowego Nauczyciela Mianowanego
Wójt Gminy Nadarzyn

**2007** Akt Nadania Stopnia Awansu Zawodowego Nauczyciela Kontraktowego
Zespół Szkół Publicznych w Jaktorowie

## 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

**15. 12. 2016 – obecnie** **Adiunkt, pracownik naukowo – dydaktyczny,**
Zakład Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych,
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej,
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**15. 12. 2014 – 14. 12. 2016** **Adiunkt, pracownik naukowo – dydaktyczny**
Zakład Żywności Funkcjonalnej,
Katedra Żywnośi Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa,
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**15. 12. 2012 – 14. 12. 2014** **Asystent, pracownik naukowo – dydaktyczny**
Zakład Żywności Funkcjonalnej,
Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstawa,
Wydził Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Zatrudnienie dodatkowe:**

**11. 2017 – obecnie** **Nauczyciel biologii i chemii**
Zespół Szkół nr 1 (Liceum Ogólnokształcące) w Milanówku

**10. 2011 – 08. 2019** **Nauczyciel biologii**
Gimnazjum im. św. Jana Pawła II w Nadarzynie
Liceum Ogólnokształcące w Nadarzynie

| | |
|---|---|
| **09. 2011 – 06. 2012** | **Nauczyciel przyrody** |
| | Zespół Szkolno – Przedszkolny nr 2 w Grodzisku Mazowieckim |
| **01. 2005 – 08. 2011** | **Nauczyciel chemii, biologii, przyrody** |
| | Zespół Szkolno – Przedszkolny w Jaktorowie |

## 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 2018 r. poz. 1668 ze zm.)

Osiągnięciem naukowym, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) jest monotematyczny cykl **pięciu** publikacji naukowych.

### 4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Wpływ zróżnicowanej obróbki cieplnej na właściwości fizykochemiczne, bioaktywne i prozdrowotne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*), na przykładzie czosnku (*Allium sativum* L.) – badania *in vitro* i *in vivo*.

### 4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

**O.1. Najman K.,** Sadowska A., Hallmann E.: Influence of thermal processing on the bioactive, antioxidant, and physicochemical properties of conventional and organic agriculture black garlic (*Allium sativum* L.). Applied Sciences-Basel, **2020**, 10(23), 1-17.

[Punkty MEiN[1]: 100; $IF^{2}_{2020}$: 2,679; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,736]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej czarnego czosnku, wykonaniu większości badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji, napisaniu tekstu manuskryptu, a także prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

[1] Punkty MEiN według: komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019r. i 18 grudnia 2019r., komunikatu Ministwa Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych oraz komunikatu z dn. 21.12.2021r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zasady obowiązujące za lata 2019-2021

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

**O.2. Najman K.,** Sadowska A., Hallmann E.: Evaluation of bioactive and physicochemical properties of white and black garlic (*Allium sativum* L.) from conventional and organic cultivation. Applied Sciences-Basel, **2021**, 11(2), 1-23.

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2021}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej czarnego czosnku, wykonaniu większości badań laboratoryjnych oraz wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji, napisaniu tekstu manuskryptu, a także na prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

**O.3. Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M.: The influence of plants from *Alliaceae* family on morphological parameters in atherogenic rats. Nutrients, **2021**, 13(11), 3876.

[Punkty MEiN:140; $IF_{2021}$: 6,706; $IF_{5\text{-letni}}$: 7,185]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu badań na zwierzętach i sekcji zwierząt, pobieraniu tkanek do badań podczas sekcji i wykonaniu badań histometrycznych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników badań in vitro i in vivo i ich dyskusji, a także na prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

**O.4. Najman K.,** Sadowska A., Buczak K., Leontowicz H., Leontowicz M.: Effect of heat treated garlic (*Allium sativum* L.) on growth parameters, plasma lipid profile and histological changes in the ileum of atherogenic rats. Nutrients, **2022**, 14(2), 336.

[Punkty MEiN:140; $IF_{2022}$: 6,706; $IF_{5\text{-letni}}$: 7,185]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, badań na zwierzętach i sekcji zwierząt (pobieranie tkanek do badań) i wykonaniu badań histometrycznych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników badań i ich dyskusji i prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 80%.*

**O.5.** Najman K., Król K., Sadowska A.: The physicochemical properties, volatile compounds and taste profile of black garlic (*Allium sativum* L.) cloves, paste and powder. Applied Sciences-Basel, **2022**, 12(9), 4215.

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2022}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej czarnego czosnku, wykonaniu większości badań laboratoryjnych oraz wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu i dyskusji wyników, napisaniu tekstu manuskryptu, a także poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

Sumaryczny Impact Factor (IF) dla **pięciu** publikacji naukowych, stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, wynosi: **21,767** ($IF_{5\text{-letni}}$ **22,948**).
Suma punktów według punktacji MEiN wynosi: **580**.
We wszystkich pięciu pracach jestem pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. Kopie prac wchodzących w skład monotematycznego cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe wraz z oświadczeniami współautorów określających ich wkład w powstanie każdej publikacji stanowią Załącznik 5.

## 4.3. Omówienie celu naukowego publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

### 4.3.1. Wstęp

Rośliny z rodziny (*Alliaceae*) t.j. czosnek (*Allium sativum* L.), cebula (*Allium cepa* L.) biała i czerwona, ze względu na duże walory smakowo-zapachowe są cenionymi od tysięcy lat roślinami z pogranicza przypraw i warzyw. Stosuje się je w postaci surowych, jak też w formie przetworzonych dodatków do potraw [1,2]. Prekursorem związków smakowo-zapachowych tych roślin, zapewniających potrawom z ich udziałem charakterystyczny, ostry smak i aromat są związki siarkoorganiczne [3-6]. Do naturalnie gromadzonych w czosnku związków siarkowych należą m.in. bezbarwna i bezwonna alliina (sulfotlenek S-allilo-L-cysteiny), czy γ-glutamylo-S-allilo-cysteina i ich pochodne. Podczas cięcia, miażdżenia, siekania, gryzienia, jak też obróbki cieplnej, pod wpływem uwolnionego wówczas wakuolarnego enzymu (allinazy), powstają różne metabolity alliiny (zhydrolizowanej wówczas do allicyny). Należą do nich m.in. siarczki, disiarczki, trisiarczki diallilu czy ajoeny. To właśnie one decydują o właściwościach bioaktywnych, czy sensorycznych czosnku, w tym o jego ostrym i niepożądanym przez konsumentów smaku i aromacie [7-10].

Większość spożywanych warzyw, także czosnkowatych (*Alliaceae*), poddawanych jest przed spożyciem różnorodnym procesom technologicznym, głównie cieplnym, m.in. takim, jak blanszowanie, gotowanie na parze lub w wodzie, smażenie w tłuszczu lub bez, pieczenie, duszenie i innym [11-13], w trakcie których produkty nabierają pożądanych walorów smakowo-zapachowych, wyglądu, czy konsystencji [13-15]. Obróbka cieplna, w zależności od rodzaju i czasu jej trwania, w zróżnicowany sposób wpływa na zmianę struktury ściany komórkowej, może prowadzić do rozkładu celulozy, uszkodzenia błon komórkowych i utraty

turgoru komórek, w efekcie czego surowce warzywne zmieniają konsystencję, zwiększa się strawność i przyswajalność ich składników [13,16]. Obróbka cieplna modyfikuje skład, proporcje czy dostępność m.in. witamin, włókna pokarmowego, związków siarkoorganicznych, czy polifenolowych. Niestety obróbka termiczna prowadzi przeważnie do strat tych składników [11,12], a tym samym może wpływać na obniżenie właściwości prozdrowotnych warzyw w organizmie [13,17]. Dlatego poszukuje się nowych sposobów przetwarzania warzyw, w tym również czosnkowatych, które z jednej strony pozwolą wyeliminować nieprzyjemny i drażniący zapach, z drugiej zaś poprawić smakowitość i właściwości funkcjonalne tych roślin. Przykładem takiego procesu jest długotrwała (60-90 dni) obróbka cieplna w warunkach wysokiej temperatury (60-90°C) i wilgotności względnej (70-90%), prowadząca do wytworzenia czarnego czosnku, cieszącego się coraz większym zainteresowaniem zarówno naukowców, jak i konsumentów [10,18-21].

Zachodzące w czasie produkcji czarnego czosnku reakcje enzymatycznego i nieenzymatycznego brązowienia zmieniają właściwości fizykochemiczne czosnku [22,23]. Obecne w surowym czosnku niestabilne związki siarkoorganiczne przekształcają się w stabilne, rozpuszczalne w wodzie, jak np. S-allilocysteina o bardzo wysokiej aktywności przeciwutleniającej [18-21]. Z tego powodu czarny czosnek wykazuje znacznie wyższy potencjał przeciwutleniający w porównaniu z surowym czosnkiem [22-24]. Wraz ze wzrostem temperatury rośnie intensywność reakcji brązowienia, w tym zawartość produktów pośrednich reakcji Maillarda, tj. związków Amadori i Heyns [22,23]. W wyniku reakcji glukozy lub fruktozy z aminokwasami dochodzi do zmian w profilu cukrów, zwiększa się zawartość fruktozy, a tym samym słodycz czarnego czosnku [21,25,26]. Wraz ze wzrostem zawartości produktów reakcji brązowienia spada pH czosnku, m.in. na skutek syntezy kwasów organicznych powstających w wyniku utleniania w aldozach grup aldehydowych [23,25]. Zawartość lotnych związków odpowiedzialnych za typowy smak i aromat czosnku również ulega obniżeniu, dodatkowo powstają nieobecne w surowym czosnku metabolity, m.in. pochodne furfuralu, jak np. 2-acetylfuran, czy 5-methylfurfural, nadające mu słodko-kwaśny, z nutą suszonej śliwki, wanilii, czy lukrecji smak [21-23,27]. W wyniku tych procesów czosnek traci swój ostry i drażniący smak i aromat, natomiast zyskuje nową, od karmelowo-brązowej do czernej barwę [18,19,24,28]. Zmianie ulega także tekstura czosnku, staje się bardziej gumowata, galaretowata, miękka, delikatna, przypominająca w konsystencji ser topiony. W efekcie, powstaje produkt o zupełnie innych niż surowy czosnek właściwościach fizykochemicznych [19,20].

Ostatnio na rynku pojawił się również ekologicznych czarny czosnek w postaci pasty i proszku. Produkty te, ze względu na łatwość ich zastosowania, cieszą się coraz większym zainteresowaniem konsumentów. Jednoczesnie, charakteryzują się większą trwałością (pasta utrwalana cieplnie, proszek o bardzo niskiej $a_w$). Właściwości bioaktywne gotowego produktu zależą od różnych czynników, począwszy od jakości surowca, warunków i systemu jego uprawy, warunków zbioru, przechowywania i obróbki wstępnej, na technologii przetwarzania kończąc [10,21,29].

Rośliny czosnkowate (*Alliaceae*) są stosowane w profilaktyce i leczeniu różnych chorób cywilizacyjnych, m.in. schorzeń układu krążenia, w tym miażdżycy [30-32]. Do czynników ryzyka powstawania i rozwoju miażdżycy należą m.in. wysokie stężenie lipidów, zwiększona aktywność agregacyjna płytek krwi, czy stres oksydacyjny [33,34]. Dlatego poprawa profilu lipidowego, w tym obniżenie zawartości trójglicerydów (TG), cholesterolu całkowitego (TC) oraz jego frakcji LDL-C (LDL – *low density lipoprotein-cholesterol*), a także zwiększenie potencjału przeciwutleniającego, chroniącego frakcję LDL-C przed utlenianiem, odgrywają kluczową rolę w prewencji miażdżycy i rozwijających się na jej tle innych chorób układu sercowo-naczyniowego [33].

Przeciwmiażdżycowe działanie roślin czosnkowatych przypisywane jest m.in. ich wysokiej zawartości składników biologicznie czynnych, właściwościom antyoksydacyjnym, hipolipidemicznym i bezpośredniemu antyaterogennemu działaniu w ścianach tętnic [17,35]. Związki siarkoorganiczne i polifenolowe zawarte w tych roślinach zapewniają ich wysoki potencjał przeciwutleniający, chroniący silnie aterogenną frakcję LDL-C przed utlenianiem [31,32, 36-39]. Spożywanie cebuli i czosnku obniża poziom lipidów (TC, TG, LDL-C) we krwi [33,38,40], a zawarte w roślinach czosnkowatych związki mogą hamować aktywność enzymów zaangażowanych w syntezę cholesterolu i tłuszczów [31,41-43]. W grupie enzymów, na które wpływają związki bioaktywne obecne w czosnku, poprawiające metabolizm lipidów [42,43], znajdują się m.in. enzymy wątrobowe, takie jak enzym jabłkowy, syntaza kwasu tłuszczowego, dehydrogenaza glukozo-6-fosforanu, czy reduktaza 3-hydroksy-3-metyloglutarylo-koenzymu A [43-46]. Zawarte w roślinach czosnkowatych sulfotlenki cysteiny (ajoeny w czosnku, czy kwercetyna w cebuli), działając jako inhibitory lipooksygenazy i cyklooksygenazy hamują metabolizm kwasu arachidonowego (inicjującego metabolizm eikozanoidów u ssaków) [43-45]. Jednocześnie, ograniczają w ten sposób syntezę tromboksanu A2 i 12-HETE (*12-hydroxyeicosatetraenoic acid*) [43-45,47] hamują agregację płytek krwi [48-51], a także aktywność powstających w płytkach fosfolipazy i lipooksygenazy [41].

Profilaktyczne i terapeutyczne działanie przeciwmiażdżycowe roślin *Alliaceae*, wiąże się zwykle z koniecznością długotrwałej suplementacji, która z kolei może wywierać działania niepożądane w organizmie, m.in. w przewodzie pokarmowym [7,52,53]. Rośliny te są m.in. bogate we fruktany, które mogą powodować niestrawność (wzdęcia, zgagę, gazy), nudności, wymioty, czy bóle żołądka [54]. Długotrwała podaż i/lub nadmierne spożycie warzyw *Alliaceae*, w szczególności surowego czosnku, może prowadzić do stanów zapalnych i erozji błony śluzowej żołądka [55]. Obserwuje się również wzrost stężenia i aktywności enzymów tkankowych, takich jak fosfataza kwaśna, fosfataza zasadowa, czy dehydrogenaza mleczanowa [52,56]. Taki stan może wywierać działanie hepatotoksyczne i cytotoksyczne nie tylko w komórkach wątroby [57,58] ale także płuc, serca, czy żołądka [59,60]. Badania nad toksycznym wpływem czosnku na żołądek, wątrobę, czy nerki dotyczą jedynie wysokich dawek surowego czosnku, jego ekstraktów, oleju czosnkowego czy izolowanych z czosnku związków [61], przy czym prowadzone są na różnych modelach badawczych, m.in. na szczurach [62-68], myszach [69], trzodzie chlewnej [70], brojlerach i kurczętach [71-74], z indukowanymi uszkodzeniami przewodu pokarmowego [62,64,66,68,69] i zarażanych mikroorganizmami chorobotwórczymi [69]. Podawany bezpośrednio do żołądka w dużych dawkach ekstrakt z surowego czosnku powoduje przekrwienie i przeciążenie narządów, a także zaburzenia wydzielania enzymów wątrobowych, natomiast podawany na „pusty" żołądek olej czosnkowy, może prowadzić nawet do śmierci zwierząt [59,60]. Wykazano również, że wysokie dawki sproszkowanego czosnku mogą prowadzić do zwyrodnień, stanów zapalnych i ognisk martwicy w ścianie żołądka [75,76], zaś duże dawki soku z surowego czosnku [7] oraz izolowanej z czosnku allicyny [8,61], do przekrwienia, owrzodzenia i krwawienia z błony śluzowej jelita. Toksyczny wpływ na przewód pokarmowy czosnku autorzy tłumaczą toksycznością allicyny [65,70,77].

W dostępnym piśmiennictwie brakuje danych dotyczących wpływu surowych roślin *Alliaceae*, tj. czosnku i cebuli białej i czerwonej oraz wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej tych warzyw na parametry morfologiczne jelita cienkiego hipercholesterolemicznych szczurów. Dlatego też w ramach niniejszego osiągnięcia naukowego oceniono wpływ dodatku zliofilizowanych surowych roślin *Alliaceae* oraz czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej (tj. blanszowanie, smażenie, gotowanie, ogrzewanie w kuchni mikrofalowej) na parametry wzrostowe, profil lipidowy, wskaźniki miażdżycowe i potencjał antyoksydacyjny w surowicy krwi oraz parametry morfometryczne (tj. długość kosmków jelitowych, głębokość krypt, grubość błony śluzowej i błony mięśniowej) jelita biodrowego szczurów żywionych dietą aterogenną.

Wykonane z moim udziałem badania dotyczące wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej na właściwości fizykochemiczne i prozdrowotne czosnku mają bardzo duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne. Pozwalają one wskazać optymalne metody obróbki cieplnej, które chronią związki bioaktywne i właściwości prozdrowotne czosnku i zapewniają osiągnięcie zrównoważonych korzyści płynących z długotrwałej podaży czosnku w diecie, tj. zachowują jego właściwości przeciwmiażdżycowe i jednocześnie ograniczają jego szkodliwy wpływ na przewód pokarmowy.

Znajomość właściwości funkcjonalnych surowego i poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej czosnku, w tym popularnego na rynku czarnego czosnku, jest kluczowa dla uzyskania produktu o jak najlepszych właściwościach bioaktywnych. Mając również na uwadze dynamiczny rozwój branży żywności ekologicznej w Polsce, w ramach niniejszego osiągnięcia porównano właściwości funkcjonalne białego i czarnego czosnku pochodzącego z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej oraz właściwości czarnego czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce technologicznej, tj. w postaci pasty, proszku i nierozdrobnionych ząbków. Przeprowadzone badania mogą stanowić wskazówki zarówno dla producentów żywności funkcjonalnej, jak też dla konsumentów, poszukujących produktów o wysokich walorach bioaktywnych.

**4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia oraz omówienie wyników badań:**

Cel osiągnięcia naukowego, będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego na podstawie art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) przedstawiono poniżej.

**Cel główny monotematycznego cyklu publikacji:**

Celem badań wchodzących w skład niniejszego osiągnięcia była ocena wpływu zróżnicowanej obróbki ciepnej na wybrane właściwości fizykochemiczne i bioaktywne czosnku (*Allium sativum* L.) oraz zbadanie wpływu surowych warzyw czosnkowatych (*Alliaceae*) oraz czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej na właściwości prozdrowotne w modelu hipercholesterolemicznych szczurów.

**W pracy postawiono następujące hipotezy:**

- **(H.1.)** zróżnicowana obróbka cieplna, tj. blanszowanie, gotowanie, smażenie, ogrzewanie w kuchni mikrofalowej i długotrwała (45 dni) obróbka cieplna w warunkach wysokiej

temperatury (70°C) i wilgotności względnej (80%) wpływa na zawartość składników bioaktywnych i potencjał przeciwutleniający czosnku (*Allium sativum* L.),

- **(H.2.)** surowy „biały" czosnek z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej, poddany długotrwałej obróbce cieplnej „czarny" czosnek oraz czarny czosnek poddany zróżnicowanej obróbce technologicznej, tj. w postaci pasty, proszku i nierozdrobnionej (ząbki) różnią się pod względem właściwości fizykochemicznych i funkcjonalnych,
- **(H.3.)** dodatek do diety aterogennej surowych roślin *Alliaceae* poprawia profil lipidowy, wskaźniki aterogenne i potencjał przeciwutleniający osocza krwi oraz zmienia parametry morfologiczne jelita biodrowego hipercholesterolemicznych szczurów,
- **(H.4.)** dodatek do diety aterogennej poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej czosnku pozwala na zachowanie jego właściwości prozdrowotnych (przeciwmiażdżycowych) i jednoczesnie na obniżenie potencjalnie szkodliwych efektów spożycia surowego czosnku na błonę śluzową jelita biodrowego u hipercholesterolemicznych szczurów, zależnie od rodzaju zastosowanej obróbki cieplnej.

**Cele szczegółowe monotematycznego cyklu publikacji:**

1. Ocena wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej na wybrane właściwości fizykochemiczne i bioaktywne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) na przykładzie czosnku (*Allium sativum* L.)
2. Ocena wpływu surowych roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) oraz czosnku (*Allium sativum* L.) poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej na właściwości prozdrowotne w badaniach *in vivo* na modelu hipercholesterolemicznych szczurów

**Ad 1. 1. Ocena wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej na wybrane właściwości fizykochemiczne i bioaktywne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*), na przykładzie czosnku (*Allium sativum* L.) [O.1, O.2, O.3, O.4, O.5]**

**Właściwości bioaktywne surowych roślin *Alliaceae***

W badaniach wchodzących w skład osiągnięcia oceniono właściwości bioaktywne surowych roślin czosnkowatych (*Alliaceae*), tj. cebuli (*Allium cepa* L.) i czosnku (*Allium sativum* L.), w tym zawartość składników bioaktywnych i aktywność przeciwutleniającą. Przeprowadzone badania wykazały najwyższą zawartość polifenoli ogółem w surowej cebuli czerwonej i o ok. 16% i 65% niższą w cebuli białej i w czosnku. Istotnie najwyższą zawartość flawonoidów wykazywała cebula biała, niższą cebula czerwona, a najniższą czosnek. Z kolei

surowy czosnek cechował się najwyższą, spośród badanych roślina *Alliaceae,* zawartością flawanoli, nie stwierdzono w nim jednak antocyjanów, których zawartość była ponad 16-ktornie wyższa w cebuli czerwonej niż w białej. Badane rośliny cechowały się wysoką, zróżnicowaną zawartością składników bioaktywnych, przy czym zawartość tych składników zmieniała się w kierunku: czosnek < cebula biała < cebula czerwona (dla polifenoli ogółem i antocyjanów); czosnek < cebula czerwona < cebula biała (dla flawonoidów) oraz cebula biała < cebula czerwona < czosnek (dla flawanoli). Wysokiej zawartości składników bioaktywnych towarzyszył wysoki potencjał przeciwutleniający, najwyższy w przypadku cebuli czerwonej.

Rośliny *Alliaceae* od wieków stanowiły ważny składnik diety i znajdowały szerokie zastosowanie w medycynie ludowej. Współczesna medycyna ponownie zwraca się w kierunku tych roślin, w szczególności czosnku, którego właściwości, m.in. przeciwdrobnoustrojowe, przeciwzapalne, przeciwutleniające, kardioprotekcyjne, przeciwnowotworowe, czy immunomodulujące [30,47,78-80] są nadal przedmiotem intensywnych badań [6,32,37,40,81].

Dodatkowo, występujący na rynku w wielu postaciach czosnek, m.in. świeży, w formie główek, ząbków, wyciągu, oleju, pasty, płatków, proszku, czy w końcu w postaci czarnego czosnku, stanowi jedno z najbogatszych źródeł związków fenolowych wśród najczęściej spożywanych warzyw w diecie człowieka [30,32,47] i zyskuje coraz większe zainteresowanie konsumentów [13]. Dlatego, to właśnie czosnek (*Allium sativum* L.) był przedmiotem dalszych badań prowadzonych w ramach niniejszego osiągnięcia naukowego.

**Właściwości bioaktywne surowego i poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej czosnku**

W przeprowadzonych w ramach osiągnięcia badaniach określono zawartość wybranych składników bioaktywnych i potencjał przeciwutleniający w surowym (nieprzetworzonym) czosnku oraz w czosnku poddanym często stosowanym w gospodarstwie domowym procesom obróbki cieplnej, tj. blanszowaniu w czasie 90 sekund, gotowaniu i smażeniu w czasie 10 minut oraz dodatkowo ogrzewaniu w kuchni mikrofalowej. Badania wykazały istotne ($p<0,05$) obniżenie zawartości składników fenolowych pod wpływem zastosowanej obróbki cieplnej (o ok. 17-22%) w zależności od rodzaju i czasu jej trwania. Najwyższą zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów i flawanoli stwierdzono w surowym (GF) i ogrzewanym w kuchni mikrofalowej (GF micro) czosnku. Krótkotrwała obróbka cieplna, tj. ogrzewanie mikrofalowe świeżego czosnku (GF micro), a także jego blanszowanie (G90s) i smażenie na patelni w czasie 10 minut (G10P) nie spowodowała istotnych zmian w zawartości flawonoidów, w przeciwieństwie do zawartości flawonoli. Smażenie prowadziło do strat tych związków na

poziomie ok. 40% (G10P), blanszowanie 23% (G90s), zaś samo mikrofalowanie przyczyniło się do ok. 12% (GF micro) ich utraty. Największe straty w zawartości tych składników stwierdzono w czosnku gotowanym w czasie 10 minut (G10) oraz w próbkach gotowanych, a następnie poddanych ogrzewaniu w kuchni mikrofalowej (G10 micro). Straty w przypadku ogólnej zawartości polifenoli sięgały od ok. 30 do 38%, zaś w przypadku flawonoidów i flawonoli odpowiednio od ok. 45 do 48% oraz od ok. 40 do 54%. Wraz ze spadkiem zawartości związków fenolowych obniżeniu ulegały również właściwości przeciwutleniające czosnku. Najwyższą aktywność antyoksydacyjną wykazywał surowy czosnek (GF) i czosnek poddany wyłącznie ogrzewaniu w kuchni mikrofalowej (GF mikro), podczas gdy czosnek blanszowany (G90s) i smażony na patelni (G10P), a także poddany dodatkowo obróbce mikrofalowej (G90s micro i G10P micro), cechował się średnio o około 21% niższą aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu do surowego. Najniższą aktywność antyoksydacyjną stwierdzono w czosnku gotowanym przez 10 min w wodzie (G10) oraz dodatkowo ogrzewanym w kuchni mikrofalowej (G10micro), dla których wartości tego parametru były niższe niż w surowym czosnku (GF) odpowiednio o 36% i 43%.

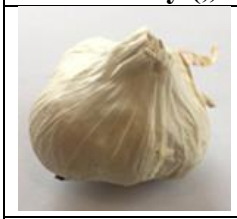
Agostini i wsp. (2004) [82] wykazali, że gotowanie w wodzie różnych warzyw prowadzi do znacznego spadku potencjału przeciwutleniającego, np. w cebuli (o około 35%). Ergűder i wsp. (2007) [83] badali wpływ obróbki termicznej (gotowanie, mikrofalowanie, pieczenie) na aktywność wybranych enzymów przeciwutleniających oraz potencjał przeciwutleniający różnych warzyw (brokuły, czerwona kapusta, pietruszka, marchewka, zielona papryka, cebula) i wykazali, że obróbka cieplna tych warzyw prowadzi do obniżenia aktywności enzymów antyoksydacyjnych, tj. dysmutazy ponadtlenkowej, katalazy i peroksydazy glutationowej. Dodatkowo, badania Lee i wsp. (2018) [84] wykazały, że obróbce cieplnej towarzyszą również duże straty witamin, w tym witaminy C, co może wpływać na aktywność niektórych enzymów przeciwutleniających i skutkować niższym potencjałem przeciwutleniającym warzyw.

Dlatego też ocena wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej (często stosowanej w gospodarstwach domowych w czasie przygotowywania posiłków z dodatkiem czosnku) na zmiany zawartości związków biologicznie czynnych oraz potencjał przeciwutleniający czosnku miała bardzo duże znaczenie praktyczne i pozwoliła wskazać takie rodzaje obróbki cieplnej, które w maksymalnym stopniu chronią jego właściwości bioaktywne. Przeprowadzone w ramach osiągnięcia badania wykazały, że spośród zastosowanych rodzajów obróbki cieplnej, procesami, które w największym stopniu pozwalały na zachowanie związków biologicznie czynnych oraz potencjału przeciwutleniającego czosnku było blanszowanie trwające 90 sekund

(G90s) oraz ogrzewanie mikrofalowe surowego (GF micro) lub blanszowanego czosnku (G90s micro). W przypadku dłuższej obróbki cieplnej, trwającej 10 minut, korzystniejsze było smażenie na patelni bez tłuszczu (G10P) aniżeli gotowanie w wodzie w tym samym czasie (G10), a zastosowanie dodatkowo ogrzewania mikrofalowego prowadziło do dalszych strat związków fenolowych oraz obniżenia potencjału przeciwutleniającego w czosnku.

**Właściwości bioaktywne białego i czarnego czosnku**

Specyficzym rodzajem obróbki termicznej czosnku jest jego długotrwała obróbka cieplna, przebiegająca w warunkach wysokiej temperatury i wilgotności, prowadząca do wytworzenia „czarnego" czosnku. W przeprowadzonych badaniach wchodzących w skład osiągniecia naukowego oceniono właściwości bioaktywne surowego („białego") czosnku oraz poddanego długotrwałej (45 dni) obróbce cieplnej w warunkach wysokiej temperatury (70°C) i wilgotności względnej (80%) „czarnego" czosnku pochodzącego z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej (rycina 1). Porównano również właściwości bioaktywne czarnego czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce technologicznej, tj. w postaci pasty, proszku i w formie nierozdrobnionej (ząbki) (rycina 2). Proces wytwarzania czarnego czosnku przeprowadzono w komorze klimatycznej z kontrolowaną temperaturą i wilgotnością względną. Pastę z czarnego czosnku (BG-S) otrzymano przez rozdrobnienie i homogenizację ząbków czarnego czosnku, a następnie pasteryzację (70±2°C, 15±2 min.) uzyskanej masy, proszek (BG-P) zaś przez rozdrobnienie, homogenizację, następnie suszenie sublimacyjne (10 Pa, –50°C, 72 h,) i ostatecznie doprowadzenie suszu do postaci proszku.

| **Surowy („biały") czosnek** | | **Czarny czosnek** | | |
|---|---|---|---|---|
|  | | | | |
| **WG** | **WG** | **BG** | **BG** | **BG** |
| | | | | |
| **WGEcol** | **WGEcol** | **BGEcol** | **BGEcol** | **BGEcol** |

**Rycina 1.** Wygląd białego i czarnego czosnku konwencjonalnego (WG) i ekologicznego (WGEcol) uzyskanego w czasie długotrwałej obróbki cieplnej, tzw. „ fermentacji" (45 dni, temp. 70°C, wilg. 80%)

***Skróty:*** ***WG*** *– surowy (biały) czosnek konwencjonalny;* ***WGEcol*** *– surowy (biały) czosnek ekologiczny;* ***BG*** *– czarny czosnek konwencjonalny;* ***BGEcol*** *– czarny czosnek ekologiczny*

**WG** **BG-C** **BG-S** **BG-P**

**Rycina 2.** Wygląd ogólny ząbków białego i czarnego czosnku uzyskanego w czasie długotrwałej obróbki cieplnej, tzw. „fermentacji" (45 dni, temp. 70°C, wilg. 80%) oraz pasty i proszku
***Skróty:*** ***WG*** *– ząbki surowego (białego) czosnku;* ***BG-C*** *– ząbki czarnego czosnek;* ***BG-S*** *– pasta z czarnego czosnku;* ***BG-P*** *– proszek z czarnego czosnku*

Przeprowadzone badania wykazały, że surowy czosnek z uprawy konwencjonalnej (GR) wykazywał niższą zawartość składników fenolowych (o ok. 23%) jak i niższą aktywność przeciwutleniającą (o ok. 25%) w porównaniu z surowym czosnkiem z uprawy ekologicznej (GREcol). Dominującymi kwasami fenolowymi w białym czosnku były pochodne kwasu hydroksycynamonowego, a kwasami występującymi w największej ilości były kwas *p*-kumarowy i kwas galusowy. W wyniku zastosowanych procesów obróbki cieplnej zawartość oznaczonych kwasów fenolowych w czarnym czosnku istotnie wzrosła, przy czym ich najwyższą zawartość stwierdzono w ekologicznym czarnym czosnku. Także zawartość flawonoidów była istotnie wyższa w białym czosnku ekologicznym niż konwencjonalnym, a podczas 45-dniowej obróbki cieplnej czosnku (temp. 70°C, wilg. 80%) stwierdzono istotny ($p<0,05$) ich wzrost, przy czym najwyższą koncentrację flawonoidów odnotowano w BGEcol.

W dostępnym piśmiennictwie brakuje danych porównawczych dotyczących udziału poszczególnych flawonoidów, w tym wybranych flawanoli czy flawonoli w czarnym czosnku ekologicznym i konwencjonalnym. Jak wynika z przeprowadzonych badań, zawartość flawanoli zarówno w białym, jak i w czarnym czosnku była na zbliżonym poziomie, przy czym zarówno w białym, jak i w czarnym czosnku dominowała katechina, a epikatechina występowała w około 2,5-krotnie niższych stężeniach. Zawartość tych flawanoli była istotnie ($p<0,05$) wyższa w czosnku ekologicznym, zarówno w WGEcol, jak i w BGEcol. Jedyną katechiną, występującą w wyższej koncentracji w czosnku konwencjonalnym, zarówno w białym WG, jak i w czarnym BG, był gallusan epigallokatechiny. Co ciekawe, podczas obróbki cieplnej czosnku, nastąpił istotny ($p<0,05$) spadek zawartości tego składnika, o ok. 28% dla BG i 33% dla BGEcol. Biorąc pod uwagę zawartość oznaczonych flawonoli, biały czosnek ekologiczny cechował się istotnie wyższą ich zawartością niż konwencjonalny, również w czarnym czosnku ekologicznym (BGEcol) stwierdzono wyższą zawartość tych składników niż

w czarnym czosnku konwencjonalnym (BG). Głównym flawonolem zarówno białym czosnku (WG i WGEcol), jak i czarnym (BG i BGEcol) była kwercetyna, stanowiąca ok. 65% (WG), 61% (WGEcol), 72% (BG) i 68% (BGEcol) wszystkich oznaczonych flawonoli. Duże zróżnicowanie stwierdzono również w zawartości kemferolu. Ekologiczny biały czosnek zawierał ponad 1,5 razy więcej tego składnika niż czosnek konwencjonalny, a tendencja taka została zachowana także podczas procesów długotrwałej obróbki cieplnej czosnku, BGEcol cechował się wyższą zawartością kemferolu niż BG. Najmniejszy udział w ogólnej zawartości flawonoli miała mirycetyna. Procesy długotrwałej obróbki cieplnej czosnku przyczyniły się do ok. 2-krotnego wzrostu zawartości flawonoli. Przeprowadzone badania wykazały również wyższą zawartość polifenololi ogółem w białym ekologicznym czosnku w porównaniu z konwencjonalnym, a długotrwała obróbka cieplna doprowadziła do ponad 2-krotnego wzrostu zawartości tych związków w czarnym czosnku, z najwyższym ich udziałem w ekologicznym czosnku czarnym.

Różnice w zawartości związków fenolowych znalazły odzwierciedlenie w aktywności przeciwutleniającej. Biały czosnek z uprawy ekologicznej wykazywał o ok. 24% wyższe właściwości antyoksydacyjne w porównaniu z czosnkiem z uprawy konwencjonalnej. Wzrostowi zawartości związków fenolowych w czasie obróbki cieplnej czosnku towarzyszyła ponad 2,2-krotnie wyższa aktywność przeciwutleniająca czarnego czosnku, przy czym czarny czosnek uzyskany z surowca pochodzącego z uprawy ekologicznej wykazywał o ok. 17% wyższy potencjał antyoksydacyjny niż ten z uprawy konwencjonalnej.

Analizując właściwości bioaktywne czarnego czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce technologicznej, tj. w postaci pasty, proszku i nierozdrobnionej (w postaci ząbków), pasta z czarnego czosnku (BG-S) wyróżniała się zarówno najwyższą zawartością polifenoli ogółem, jak i najwyższym potencjałem przeciwutleniającym, co mogło być wynikiem zastosowanej w czasie jej produkcji pasteryzacji (70°C) i dużej wilgotności pasty, stwarzających warunki do dalszego przebiegu procesu dojrzewania czosnku.

Wzost zawartości badanych fitoskładników (w tym kwasów fenolowych i flawonoidów) oraz idący za nim wzrost potencjału przeciwutleniającego czarnego czosnku (uzyskanego w trakcie długotrwałej obróbki cieplnej) wynikał prawdopodobnie z łatwiejszego uwalniania analizowanych składników bioaktywnych z matrycy tkankowej pod wpływem wysokiej temperatury (70°C) uszkadzającej ściany komórkowe i wakuole oraz z bardzo dużej stabilności termicznej tych form chemicznych w porównaniu z innymi substancjami fenolowymi [29].

**Właściwości fizykochemiczne czosnku poddanego długotrwałej obróbce cieplnej**

W przeprowadzonych badaniach wchodzących w skład osiągnięcia wykazano istotne ($p<0,05$) różnice w zawartości suchej masy, wilgotności i aktywności wody oraz zawartości cukrów w białym i czarnym czosnku pochodzących z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej. Surowy czosnek pochodzący z uprawy ekologicznej cechował się wyższą zawartością suchej masy w porównaniu z tym z uprawy konwencjonalnej, przy czym zastosowana długotrwała obróbka cieplna wpłynęła na istotny (o ok. 20%) wzrost zawartości suchej masy w czarnym czosnku, z najwyższym jej udziałem w czarnym czosnku otrzymanym z surowca pochodzącego z uprawy ekologicznej (BGEcol). Jednocześnie, procesom wytwarzania czarnego czosnku towarzyszył spadek wilgotności w produkcie. W przeprowadzonych przeze mnie badaniach wilgotność czarnego czosnku uległa obniżeniu o ok. 20% i 16%, odpowiednio dla BG i BGEcol. Porównując zawartość suchej masy w surowym i czarnym czosnku poddanym dalszej obróbce technologicznej, tj. w postaci pasty, proszku i w formie nierozdrobnionych ząbków, najniższą zawartość suchej masy przy najwyższej wilgotności wykazano w surowym (białym) czosnku (WG), natomiast w próbkach czarnego czosnku była ona znacznie wyższa i zależała od rodzaju zastosowanej obróbki technologicznej. Najwyższą zawartość suchej masy stwierdzono w proszku (BG-P), istotnie niższą w czarnym czosnku w postaci ząbków (BG-C), a najniższą w paście (BG-S).

Zawartość wody jest kluczowym czynnikiem wpływającym na teksturę, aktywność enzymów, szybkość reakcji chemicznych i przemian fizycznych, decydujących ostatecznie o wartości odżywczej i biologicznej czarnego czosnku [10,20,28]. Optymalna zawartość wody w czarnym czosnku powinna wynosić 45-54%, produkt taki cechuje się najbardziej korzystną teksturą (elastyczność, miękkość, sprężystość) [24]. Ubytek wody do 35-40% sprawia, że produkt wykazuje mniejszą elastyczność i sprężystość, a poniżej 35% staje się zbyt suchy, twardy, kruchy i niezdatny do spożycia [19,20]. Na zawartość wilgoci w czarnym czosnku wpływają warunki obróbki termicznej: w wyższej temperaturze następuje szybszy spadek wilgoci w produkcie [20], zaś w wyższej wilgotności względnej następuje jej wzrost [85].

Przeprowadzone w ramach niniejszego osiągnięcia naukowego badania wykazały istotnie ($p<0,05$) wyższą zawartość rozpuszczalnych substancji stałych (°Brix) i sumy cukrów redukujących (średnio odpowiednio o ok. 33% i 60%) w czosnku czarnym w porównaniu z nieprzetworzonym białym, co oznacza, że podczas długotrwałej obróbki cieplnej czosnku suma wolnych cukrów redukujących wzrosła ponad 3,5-krotnie, a istotnie wyższą zawartość tych składników stwierdzono w ekologicznym czarnym czosnku. Głównymi cukrami redukującymi

w czarnym czosnku były fruktoza (ok. 80% dla BG i BGEcol) i glukoza (odpowiednio 12% dla BG i 13% dla BGEcol). Zważywszy, że słodycz fruktozy jest ponad 2-krotnie wyższa niż glukozy i ponad 1,7- krotnie wyższa niż sacharozy [86], to właśnie wysokiemu stężeniu fruktozy przypisuje się intensywną słodycz czarnego czosnku [25,87]. Podczas wytwarzania czarnego czosnku, na skutek degradacji termicznej i enzymatycznej, katalizowanej przez egzohydrolazę fruktanową obecną w czosnku, polisacharydy ulegają stopniowemu rozkładowi do oligosacharydów, disacharydów i ostatecznie do monosacharydów [26,28,88,89]. Zawartość cukrów redukujących w czasie przetwarzania czarnego czosnku zależy głównie od dwóch czynników: rozkładu polisacharydów oraz zużycia cukrów redukujących w zachodzących podczas obróbki cieplnej czosnku reakcjach Maillarda [20]. Wraz ze wzrostem temperatury zawartość tych składników stale wzrasta w czasie procesu prowadzonego w zakresach temperatur 60-70°C, co tłumaczy się większym tempem syntezy cukrów (z hydrolitycznego rozkładu polisacharydów) niż zużywaniem cukrów w reakcjach Maillarda w tych warunkach termicznych [20,24]. W wyższych zakresach temperatur (80-90°C), tendencję wzrostową obserwuje się jedynie na wczesnym etapie przetwarzania czosnku, a później następuje spadek zawartości cukrów [20,26]. Drugim czynnikiem decydującym o zmianach w zawartości cukrów redukujących w czarnym czosnku jest wysoka wilgotność względna, której towarzyszy hydroliza polisacharydów [28]. Wysoka wilgotność względna zwalnia tempo reakcji Maillarda, a tym samym prowadzi do wzrostu zawartości cukrów [28,90].

Przeprowadzone badania w surowym (białym) czosnku wykazały różnice w aktywności wody ($a_w$), przy czym czym $a_w$ surowego czosnku z uprawy konwencjonalnej była wyższa (0,99) w porównaniu z czosnkiem z uprawy ekologicznej (0,96). Pod wpływem długotrwałej (45 dni) obróbki cieplnej w czarnym czosnku stwierdzono nieznaczny spadek $a_w$ (do 0,92 w BG i 0,89 w BGEcol), co wynikało przede wszystkim z wysokiej wilgotności względnej (80%) podczas procesu obróbki cielnej [10,21]. Wysokie wartości $a_w$ mogą nie gwarantować bezpieczeństwa mikrobiologicznego, uzyskanego w ten sposób produktu i nie mogą być wyznacznikiem jego trwałości, dlatego zaleca się dosuszanie czarnego czosnku do wartości $a_w$<0,85 i zamykanie go w opakowania barierowe [21]. Porównując czarny czosnek poddany zróżnicowanej obróbce technologicznej (w postaci pasty, proszku i nierozdrobnionych ząbków), proszek (BG-P) cechował się kilkukrotnie niższą $a_w$ (0,20), natomiast otrzymana z czarnego czosnku pasta (BG-S) została dodatkowo poddana pasteryzacji, co poprawiło jej trwałość mikrobiologiczną. Według literatury, pasteryzacja, jako łagodna metoda utrwalania

żywności (poniżej 100°C), prowadzi do obniżenia zawartości lub wyeliminowania patogennych, jak i niepatogennych mikroorganizmów w żywności [91].

Podczas długotrwałej obrobki cieplnej czosnku istotnemu ($p<0,05$) obniżeniu uległo pH czosnku (średnio z 6,37 w białym do 3,69 w czarnym czosnku), osiągając najniższe wartości w czarnym czosnku pochodzącym z uprawy ekologicznej (3,43) oraz w czarnym czosnku w postaci proszku (3,45). Niskie pH czarnego czosnku to wynik zachodzących podczas tej długotrwałej obróbki cieplnej reakcji Maillarda, prowadzących do wzrostu syntezy kwasów organicznych takich, jak mrówkowy, bursztynowy, 3-hydroksypropionowy lub kwas piroglutaminowy w wyniku utleniania grup aldehydowych w aldozach [25,92] lub degradacji heksozy zwiększającej zawartość kwasu octowego [93]. Zatem niskiemu pH czarnego czosnku towarzyszy zwykle wysoka jego kwasowość [20,22,23], które decydują nie tylko o trwałości mikrobiologicznej i dość długim terminie przydatności do spożycia, ale także o walorach smakowych czarnego czosnku, nadając mu charakterystyczny słodko-kwaśny smak [15,21].

**Barwa i profil związków lotnych czosnku poddanego długotrwałej obróbce cieplnej**

Do istotnych parametrów jakościowych produktów spożywczych, decydujących m.in. o ich wyborze przez konsumentów, należy barwa, smak i aromat. W przeprowadzonych w ramach osiągnięcia badaniach dokonano instrumentalnego pomiaru barwy w systemie *CIE L*a*b** i *RGB* surowego (białego) i poddanego długotrwałej obróbce cieplnej czarnego czosnku pochodzącego z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej, a także porównano profil związków zapachowych i smakowych białego oraz czarnego czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce technologicznej, tj. w postaci pasty, proszku i nierozdrobnionej.

Przeprowadzone badania wykazały istotne ($p<0,05$) różnice w parametrach barwy dla surowego i poddanego długotrwałej obróbce cieplnej czosnku w zależności od warunków uprawy. W przestrzeni barw *L*a*b** różnice te dotyczyły głównie parametru barwy *L**. Biały czosnek pochodzący z uprawy konwencjonalnej był jaśniejszy w porównaniu z czosnkiem z uprawy ekologicznej. Jednocześnie, ekologiczny czarny czosnek charakteryzował się większą intensywnością brązowienia (istotnie wyższa wartość parametru *L**) w porównaniu z czosnkiem z uprawy konwencjonalnej. W przypadku surowego czosnku nie stwierdzono większych różnic w parametrach barwy *a** i *b** w zależności od warunków uprawy, co oznaczało, że próbki te cechowały się podobnym odcieniem barwy czerwonej i żółtej. Jednak istotne różnice dla tych parametrów stwierdzono w czarnym czosnku. Czosnek z uprawy ekologicznej cechował się większym udziałem składowych barwy czerwonej (wyższa wartość

parametru *a**) w porównaniu z czosnkiem z uprawy konwencjonalnej. Z kolei dla parametru barwy *b** wyższą wartość stwierdzono w czarnym czosnku pochodzącym z uprawy konwencjonalnej, który cechował się większym natężeniem barwy żółtej niż czarny czosnek z uprawy ekologicznej. W przestrzeni barw *RGB* biały czosnek z uprawy konwencjonalnej nie różnił się pod względem parametrów barwy *R* i *B* od surowego czosnku z uprawy ekologicznej (cechowały się one zbliżoną intensywnością barwy czerwonej i niebieskiej). Różniły się one jedynie parametrem barwy *G*: czosnek surowy z uprawy konwencjonalnej był bardziej nasycony zielenią (wyższe wartości parametru *G*) niż ten z uprawy ekologicznej. W przypadku czarnego czosnku wszystkie parametry kolorystyczne w przestrzeni barw *RGB* były istotnie ($p<0,05$) wyższe w czosnku konwencjonalnym w porównaniu z ekologicznym (odpowiednio o ok. 19%, 35% i 21% dla parametrów *R, G* i *B*), zatem BG wykazywał większe nasycenie barwą czerwoną, zieloną i niebieskią niż BGEcol. Porównując parametry barwy białego i czarnego czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce technologicznej (tj. w postaci pasty, proszku i nierozdrobnionych ząbków) wykazano istotne ($p<0,05$) różnice we wszystkich parametrach barwy w przestrzeni barw *L*a*b**. Biały czosnek (WG) był ponad 3,3 razy jaśniejszy niż czarny, a najciemniejszą barwą i największą intensywnością brązowienia cechował się proszek (BG-P). Produkt ten wykazywał również najwyższą wartość parametru *a**, a więc największe nasycenie barwą czerwoną. W przypadku parametru barwy *b**, najwyższą wartość stwierdzono w czosnku białym, zaś wśród produktów z czarnego czosnku, najwyższe wartości odnotowano dla proszku, co oznaczało największe przesunięcie w kierunku barwy żółtej dla tego produktu.

Przeprowadzone badania wykazały istotne ($p<0,05$) różnice pomiędzy barwą surowego (białego) oraz czarnego czosnku, w szczególności w przypadku parametru *L** (opisującego jasność), wskazując, że barwa czosnku zmieniła się pod wpływem długotrwałej obróbki cieplnej z białej na ciemnobrązową lub czarną, co wynikało z wytwarzania w trakcie tego procesu melanoidyn, odpowiedzialnych za ciemne zabarwienie czarnego czosnku [28]. Melanoidyny powstają w późnych etapach reakcji Maillarda z cukrów i aminokwasów [94], jako polimery, produkty polikondensacji fruktanów i/lub piroli [95]. Intensywność brązowienia czarnego czosnku jest ściśle związana z temperaturą, wilgotnością względną i czasem trwania obróbki [96]. Reakcje Maillarda zachodzą szybciej w wyższych temperaturach, a zatem wzrost temperatury przyspiesza i intensyfikuje procesy brązowienia [15,21]. Odwrotnie, wyższa wilgotność względna prowadzi do obniżenia intensywności brązowienia czarnego czosnku

[10]. Dodatkowo, wraz z wydłużeniem czasu trwania obróbki cieplnej, intensywność brązowienia czarnego czosnku również się zwiększa [24].

Istotne różnice w barwie próbek białego i czarnego czosnku świadczą o dużym wpływie zastosowanego procesu długotrwałej obróbki cieplnej na wygląd czosnku. W literaturze nie ma badań dotyczących szczegółowej analizy porównawczej barwy białego i czarnego czosnku pochodzącego z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej, ani czarnego czosnku w różnej postaci, a istniejące dotyczą głównie intensywności brązowienia (parametr $\Delta L^*$) czosnku podczas procesów obróbki cieplnej [15,19,21,24,87]. Przeprowadzone w ramach osiągnięcia naukowego badania wykazły, że produkty uzyskane z surowców pochodzących z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej różnią się pod względem kolorystycznym. Uzyskane wyniki wskazują, że w trakcie długotrwałej obróbki cieplnej czosnku powstają produkty o znacząco zmienionych właściwościach.

W badaniach związków lotnych, przeprowadzonych metodą „elektronicznego nosa", na podstawie chromatogramów zidentyfikowano 43 związki lotne w białym czosnku (WB), 25 w czarnym czosnku w postaci ząbków (BC-C), 24 w czosnku w postaci proszku i 23 związki w czosnku w postaci pasty (BG-S). Biały czosnek (WG) zawierał 13 związków siarkowych, podczas gdy w czarnym czosnku zidentyfikowano ich mniej, tj. 10 związków w BG-C oraz 8 w BG-P i BG-S. W przeprowadzonych badaniach, dominującymi związkami w surowych ząbkach czosnku (WG) były związki siarki i ketony, a następnie aldehydy, natomiast pod wpływem długotrwałej obróbki cieplnej czosnku liczba identyfikowanych związków siarkowych obniżyła się. Obecne w białym czosnku (WG) związki siarkowe, takie jak 1-pentanotiol, dimetylosulfotlenek, 3-merkapto-3-mrówczan metylobutylu i 1-dekanotiol, nie zostały zidentyfikowane w czarnym czosnku. Jak podaje piśmiennictwo, profil, udział i wzajemne proporcje produktów reakcji Maillarda determinują nie tylko barwę, ale także specyficzny smak i zapach czosnku [26,27,97]. W trakcie zastosowanej w badaniach własnych długotrwałej obróbki cieplnej w czarnym czosnku wykryto m.in. disiarczek węgla, 2-metylo-2-propanotiol, 2-metylotio-etanol, 2-furanometanol, 2-oktanon, alfa-pinen, 2,3,-dimetylopirazyna, 4-hydroksy-5-metylo-3-furanon i 5-metylofurfural, których obecność może nadawać specyficznych pieczonych, palonych, karmelizowanych, ale także owocowych nut aromatowi czarnego czosnku. Obecność 5-metylofurfuralu, pochodnej furfuralu, potwierdziła zachodzenie reakcji Maillarda podczas długotrwałej obróbki cieplnej czosnku, w wyniku których, na skutek przemian związków lotnych, powstaje szeroka gama związków aromatyzujących, takich jak pirole, tiofeny, furany i pirazyny [98]. Zastosowanie długotrwałej

obróbki czosnku prowadziło do wytworzenia związków, takich jak, 2-oktanon, 1-hydroksy-2-propanon, czy (E,E) 2,4-dekadienal, istotnie zmieniających aromat czarnego czosnku [27].

Badania profilu smakowego, przeprowadzone w ramach niniejszego osiągnięcia metodą „elektronicznego języka" wykazały, że surowy czosnek (WG) cechował się silnie gorzkim smakiem, który w czasie obróbki cieplnej ulegał osłanieniu, prawdopodobnie na skutek obniżenia zawartości związków siarkowych w czasie wytwarzania czarnego czosnku [27,28]. Długotrwała obróbka cieplna czosnku wpłynęła na odczuwanie smaku słonego, wzmocnieniu uległ smak umami i kwaśny, przy czym w różnych formach czarnego czosnku (ząbki, pasta, proszek) stwierdzono zróżnicowane nasilenie tych zmian. Produkty z czarnego czosnku cechują się łagodniejszym smakiem, ze słodko-kwaśnymi nutami, co może być wynikiem większej koncentracji fruktooligosacharydów w czarnym czosnku w porównaniu z surowym [28,99].

W dostępnej literaturze nie ma danych porównawczych dla białego i czarnego czosnku oraz czarnego czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce technologicznej (tj. w postaci pasty, proszku i nierozdrobnionych ząbków) dotyczących analizy profilu związków lotnych i smakowych z wykorzystaniem instrumentalnych metod „elektronicznego nosa", i „elektronicznego języka". Wyniki przeprowadzonych badań mogą być zatem bardzo przydatne w produkcji żywności funkcjonalnej o określonych cechach smakowo-zapachowych.

**Podsumowanie pierwszej części osiągnięcia naukowego, dot. oceny wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej na wybrane właściwości fizykochemiczne i bioaktywne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*), na przykładzie czosnku (*Allium sativum* L.)**

Przeprowadzone badania dotyczące wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej na wybrane właściwości fizykochemiczne i bioaktywne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) wykazały wysoką zawartość składników polifenolowych i wysoki potencjał antyoksydacyjny surowych roślin *Allaceae*, przy czym profil składników fenolowych różnił się w surowych cebulach i czosnku. O ile najwyższą zawartością polifenoli ogółem i antocyjanów, a także najwyższą aktywnością antyoksydacyjną charakteryzowała się cebula czerwona, o tyle najwyższą zawartość flawonoidów stwierdzono w cebuli białej, zaś flawanoli w czosnku.

Badania wykazały negatywny wpływ obróbki cieplnej takiej, jak blanszowanie w czasie 90 sekund, gotowanie w wodzie i smażenie w czasie 10 minut oraz ogrzewanie w kuchni mikrofalowej na zawartość składników biologicznie czynnych, w tym polifenololi ogółem, flawonoidów, flawanoli i właściwości przeciwutleniające czosnku, a tym samym na obniżenie jego właściwości bioaktywnych. Spośród zastosowanych rodzajów obróbki cieplnej,

procesami, które w największym stopniu pozwalały na zachowanie składników bioaktywnych oraz potencjału przeciwutleniającego czosnku było blanszowanie trwające 90 sekund (G90s), ogrzewanie mikrofalowe surowego (GF micro) lub blanszowanego czosnku (G90s micro). Wydłużenie obróbki cieplnej prowadziło do dalszych strat składników fenolowych i obniżenia potencjału przeciwutleniającego czosnku, przy czym korzystniejsze było smażenie na patelni bez tłuszczu (G10P) aniżeli gotowanie w wodzie (G10) w tym samym czasie.

W odróżnieniu od często stosowanej w gospodarstwach domowych obróbki cieplnej czosnku (t.j. blanszowania, gotowania, smażenia, ogrzewania w kuchni mikrofalowej), osłabiającej jego właściwości antyoksydacyjne i zawartość składników bioaktywnych w czosnku, w efekcie długotrwałej (45 dni) obróbki cieplnej w warunkach wysokiej temperatury (70°C) i wilgotności względnej (80%), zarówno aktywność antyoksydacyjna, jak i zawartość fenolowych składników bioaktywnych uległa istotnemu podwyższeniu. W przeprowadzonych badaniach, zawartość składników fenolowych, w tym flawonoidów, kwasów fenolowych i polifenoli ogółem była od 1,3 do ponad 2-krotnie wyższa, a aktywność przeciwutleniająca od 2 do 3-krotnie wyższa w czarnym czosnku w porównaniu do czosnku białego, przy czym występowały znaczące różnice w tych parametrach w zależności od warunków uprawy czosnku. Jak wynika z przeprowadzonych badań, zarówno surowy (biały czosnek) pochodzący z uprawy ekologicznej, jak też otrzymany z niego czarny czosnek wykazywał wyższą zawartość polifenoli ogółem, kwasów fenolowych i flawonoidów oraz wyższy potencjał antyoksydacyjny w porównaniu z czosnkiem pochodzącym z uprawy konwencjonalnej, co wskazuje na celowość wyboru właśnie tego surowca, tj. czosnku pochodzącego z uprawy ekologicznej, zarówno do bezpośredniego spożycia, jak też do długotwałej obróbki cieplnej.

Przeprowadzone badania wykazały również znaczące różnice w parametrach fizykochemicznych białego i czarnego czosnku. Produkt długotrwałej obróbki cieplnej cechował się istotnie wyższą zawartością suchej masy (o ok. 52 %), rozpuszczalnych substancji stałych (o ok. 33%) i cukrów redukujących (o ok. 60%) oraz niższym o ok. 41% pH w porównaniu z nieprzetwarzanym czosnkiem. Uzyskane wyniki z analiz instrumentalnych białego i otrzymanego w wyniku długotrwałej obróbki cieplnej czarnego czosnku, wykazały znaczące różnice barwy, w szczególności dla parametru *L** („elektroniczne oko" w systemie *CIE L*a*b**) i profilu związków lotnych („elektroniczny nos" i „elektroniczny język") białego i czarnego czosnku. Zastosowanie tej obróbki cieplnej zmieniło barwę białego czosnku na ciemno-brązową do czarnej, obniżyło zawartość związków siarkowych, determinujących ostry, typowo czosnkowy aromat, nadając mu łagodniejszego, niezwiązanego z zapachem surowego

czosnku przyjemnego aromatu, a także obniżyło intensywność gorzkiego, piekącego, wpływając na pojawienie się przyjemnego, z dominującymi słodko-kwaśnymi nutami smaku czarnego czosnku. W efekcie zachodzących w czosnku reakcji enzymatycznego i nieenzymatycznego brązowienia w czasie długotrwałej obróbki cieplnej, czarny czosnek zyskał całkowicie odmienne niż biały (surowy) czosnek właściwości fizykochemiczne i bioaktywne.

Współczesny rynek żywności powinien spełniać nie tylko wymagania dotyczące standardów jakościowych i zdrowotnych produktów spożywczych, ale także oczekiwania konsumentów, poszukujących żywności o wysokich walorach sensorycznych i prozdrowotnych. Dlatego też, przeprowadzone w ramach osiągnięcia naukowego badania i uzyskane wyniki z analizy porównawczej mają bardzo duże znaczenie praktyczne i mogą stanowić cenne wskazówki zarówno dla producentów żywności, w tym ekologicznej, dla technologów żywności projektujących nowe, funkcjonalne produkty cechujące się określonymi parametrami barwy, właściwościami smakowo-zapachowymi i bioaktywnymi, jak również dla konsumentów, których świadomość żywieniowa, zainteresowanie żywnością ekologiczną, dbałość o zdrowie oraz jakość spożywanych posiłków stale rośnie.

**Ad 2. 2. Ocena wpływu surowych roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) oraz czosnku (*Allium sativum* L.) poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej na właściwości prozdrowotne w badaniach *in vivo* na modelu hipercholesterolemicznych szczurów [O.3, O.4]**

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki badań (O.3.) dotyczące właściwości bioaktywnych surowych roślin czosnkowatych oraz poddanego zróżnicowanej obrobce cielnej czosnku, zasadnym było podjęcie badań nad oceną ich właściwości prozdrowotnych. Przeprowadzone dotychczas badania wykazały, że rośliny *Alliaceae,* m.in. cebula biała, czerwona i czosnek, cechują się wysoką zawartością związków fenolowych i potencjałem przeciwutleniającym, a obróbka cieplna, tj. blanszowanie, gotowanie, smażenie i ogrzewanie w kuchni mikrofalowej istotnie obniża właściwości bioaktywne traktowanego termicznie czosnku, w stopniu zależnym od rodzaju i czasu jej trwania. Biorąc pod uwagę właściwości prozdrowotne, kluczowym wyzwaniem jest właściwy dobór metody obróbki cieplnej, która pozwoli na zachowanie właściwości przeciwmiażdżycowych i jednocześnie ograniczy występowanie potencjalnie niekorzystnych skutków długotrwałej podaży czosnku w diecie na przewód pokarmowy.

O ile właściwości przeciwmiażdżycowe i hipolipidemiczne roślin *Alliaceae* są znane w literaturze [17,35,100,101], o tyle w piśmiennictwie nie ma badań dotyczących wpływu

surowych warzyw *Alliaceae* oraz surowego i poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej czosnku na parametry morfologiczne jelita u hipercholesterolemicznych szczurów

Dlatego też w ramach niniejszego osiągnięcia naukowego oceniono wpływ dodatku surowych roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) oraz czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej (blanszowanie w czasie 90 sekund, smażenie i gotowanie w czasie 10 minut oraz ogrzewanie w kuchni mikrofalowej) na właściwości prozdrowotne w badaniach *in vivo* na modelu hipercholesterolemicznych szczurów.

Badania przeprowadzono na szczurach, samcach rasy Wistar, żywionych dietą półsyntetyczną, w skład której wchodziła skrobia pszenna, kazeina, olej sojowy, celuloza, mieszanki witaminowe i mineralne (dieta kontrolna C). W doświadczeniach zastosowano 5–dniowy okres adaptacji do nowej diety i warunków środowiskowych, w trakcie którego wszystkie zwierzęta otrzymywały dietę kontrolną (C), pozbawioną dodatku cholesterolu. W ciągu 28 dni eksperymentu szczury z grupy kontrolnej (C) otrzymywały w/w dietę kontrolną, szczury z diety aterogennej (CH) żywiono dietą kontrolną z 1% udziałem nieutlenionego cholesterolu. Badania przeprowadzono w dwóch etapach. W etapie pierwszym zwierzęta żywiono dietę aterogenną z dodatkiem liofilizowanych surowych roślin *Alliaceae*, tj. cebuli białej, czerwonej i czosnku, w drugim etapie badań dieta aterogenna była suplementowana dodatkiem liofilizowanego, poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej czosnku (tj. blanszowaniu w czasie 90 sekund, smażeniu bez tłuszczu i gotowaniu w wodzie w czasie 10 minut, ogrzewaniu w kuchni mikrofalowej w czasie 6 minut, w temperaturze 65°C, przy mocy 500 W). Dodatek stosowanych w diecie aterogennej, liofilizowanych (ze względu na sypką postać paszy), roślin czosnkowatych odpowiadał 500 mg świeżych warzyw/kg masy ciała (tj. od 25–45 mg liofilizatu/szczura/dobę zależnie od masy ciała). Szczury karmiono raz dziennie, monitorując spożycie diety, masę ciała kontolowano raz na tydzień.

W przeprowadzonych badaniach oceniono wpływ dodatku liofilizowanych surowych roślin *Alliaceae* (tj. cebuli białej, czerwonej i czosnku) oraz czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej na parametry wzrostowe (spożycie diety, współczynnik wykorzystania diety (FER – ang. *feed efficiency ratio*), indeks somatyczny wątroby (SI-L – ang. *somatic index of liver*), przyrost masy ciała), właściwości prozdrowotne (wpływ na profil lipidowy, wskaźniki miażdżycowe AI (AI – ang. *atherogenic index*) i CAI (CAI – ang. *Castelli's atherogenic index*) i potencjał antyoksydacyjny w surowicy krwi) oraz parametry morfometryczne jelita biodrowego (tj. długość kosmków jelitowych, głębokość krypt jelitowych, grubość błony śluzowej i grubość błony mięśniowej) na modelu hipercholesterolemicznych szczurów.

**Etap 1 badań: Ocena wpływu surowych roślin czosnkowatych (*Alliaceae*), tj. cebuli białej, czerwonej i czosnku na właściwości prozdrowotne w badaniach *in vivo* na modelu hipercholesterolemicznych szczurów**

Przeprowadzone badania wykazały średnie spożycie diety u wszystkich zwierząt doświadczalnych na poziomie 533,01 ± 57,36 g, przy czym dodatek cholesterolu do diety obniżył jej spożycie o około 15% w porównaniu z dietą kontrolną. Zastosowany dodatek liofilizowanego czosnku w diecie aterogennej (CHG) istotnie ($p<0,05$) obniżał jej spożycie (480,95 ± 41,99 g), w przeciwieństwie do suplementacji diety cebulą czerwoną (CHOR) (578,90 ± 16,34 g). Jednocześnie, w tej grupie odnotowano najwyższe spożycie cholesterolu i dodatku liofilizowanych warzyw. Różnice w spożyciu diety u szczurów znalazły odzwierciedlenie w przyrostach masy ciała i współczynnikach wykorzystania diety (FER). Najwyższy przyrost masy ciała i najkorzystniejszy FER stwierdzono u zwierząt żywionych dietą kontrolną, a zastosowany dodatek cholesterolu w diecie w ilości 1% pogarszał te parametry. Zwierzęta żywione dietą aterogenną suplementową liofilizowanymi warzywami różniły się pod względem parametrów wzrostowych, przy czym najniższe przyrosty masy ciała i najsłabsze wykorzystanie diety stwierdzono w grupie zwierząt żywionych dietą aterogenną z dodatkiem liofilizowanego czosnku, zaś najwyższe przyrosty masy ciała i najkorzystniejszy FER w grupie suplementowanej cebulą czerwoną.

Suplementacja diety aterogennej roślinami *Alliaceae* poprawiała profil lipidowy osocza krwi oraz wskaźniki aterogenne (AI, CAI), przy czym zmiany te były uzależnione od rodzaju zastosowanego dodatku w diecie. Najkorzystniejsze działanie stwierdzono w grupie suplementowanej czosnkiem (CHG), w której poziom TC i LDL-C uległ obniżeniu średnio odpowiednio o ok. 48% i ok. 56% w stosunku do diety aterogennej (CH), natomiast dodatek cebuli wywierał słabsze działanie hipolipidemiczne, przy czym dodatek białej cebuli obniżył poziom TC i LDL-C odpowiednio o ok. 45% i ok. 53%, a czerwonej odpowiednio o ok. 38% i ok. 46% w osoczu krwi szczurów. W przypadku frakcji HDL-C nie notowano różnic pomiędzy grupami C i CH oraz otrzymującymi dodatek roślin *Alliaceae* w diecie aterogennej, a średnia zawartość tej frakcji u wszystkich zwierząt wynosiła 0,71 ± 0,12 mM/L.

Badania *in vivo* umożliwiły porównanie wpływu dodatku do diety aterogennej liofilizowanych warzyw *Alliaceae* na wskaźniki miażdżycowe (AI i CAI) we krwi szczurów, a uzyskane wyniki wykazały najlepszy efekt antyaterogenny dla czosnku, którego dodatek obniżył indeksy AI i CAI odpowiednio o ok. 52% i ok. 41%. Cebula wywierała słabszy efekt, obniżając AI i CAI o ok. 44% i ok. 36% (cebula biała) i o ok. 42% i ok. 33% (cebula czerwona).

Większej podaży i syntezie cholesterolu i triacylogliceroli towarzyszy wzrost frakcji LDL-C w surowicy krwi, a jej zwiększona wrażliwość na utlenianie sprzyja powstawaniu i rozwojowi zmian miażdżycowych w naczyniach krwionośnych [102]. Dlatego utrzymanie równowagi pomiędzy procesami utleniania i redukcji w organizmie jest ważnym czynnikiem w prewencji tych schorzeń. Z dostępnego piśmiennictwa wynika, że spożywanie czosnku i cebuli [100-104] może ograniczać utlenianie lipidów we krwi, a także istotnie zwiększać aktywność przeciwutleniającą osocza u szczurów żywionych dietą wysokocholesterolową m.in. poprzez zwiększanie aktywności peroksydazy glutationowej. Dlatego też w przeprowadzonych badaniach oceniono wpływ dodatku liofilizowanych surowych roślin *Alliaceae* na aktywność przeciwutleniającą osocza szczurów żywionych dietą aterogenną. Przeprowadzone badania wykazały, że dieta aterogenna istotnie (o ok. 26%) obniżała potencjał przeciwutleniający osocza szczurów w porównaniu ze zwierzętami żywionymi dietą kontrolną. Wprowadzony do diety aterogennej dodatek liofilizowanych roślin *Alliaceae* podnosił potencjał przeciwutleniający osocza szczurów do wartości uzyskanych w grupie kontrolnej, przy czym najwyższy jego wzrost stwierdzono w osoczu szczurów otrzymujących dodatek czosnku (o ok. 37%), niższy zaś w grupach suplementowanych cebulą czerwoną (o ok. 34%) i białą (o ok. 33%). Na podstawie przeprowadzonych badań można wnioskować, że wysoki potencjał przeciwutleniający osocza, wpływający na poprawę wskaźników lipidowych i aterogennych osocza krwi może zmniejszać ryzyko rozwoju miażdżycy i innych chorób układu krążenia rozwijających się na jej tle.

W celu uzyskania przeciwmiażdżycowych efektów warzyw czosnkowatych wskazane jest długotrwałe ich spożywanie, które może prowadzić do wystąpienia niepożądanych objawów w organizmie m.in. w przewodzie pokarmowym. Z dostępnego piśmiennictwa wynika, że długotrwałe spożywanie roślin czosnkowatych, w szczególności surowego czosnku lub jego preparatów, może wywoływać zaburzenia ze strony przewodu pokarmowego (wzdęcia, biegunki) [7,59,65], a przy wysokich dawkach, prowadzić do uszkodzenia błony śluzowej żołądka, co przypisywane jest toksycznemu działaniu dużej ilości allicyny [55,61,62,65,70,77]. W dostępnym piśmiennictwie nie ma badań dotyczących wpływu roślin *Alliaceae* na błonę śluzową jelita szczurów żywionych wysokocholesterolową dietą. Dlatego też w przeprowadzonych w ramach osiągnięcia naukowego badaniach oceniono wpływ dodatku liofilizowanych surowych roślin *Alliaceae* do diety aterogennej na parametry morfometryczne (długość kosmków jelitowych, głębokość krypt, grubość błony śluzowej i grubość błony mięśniowej) jelita biodrowego u hipercholesterolemicznych szczurów.

W pierwszym etapie przeprowadzonych badań na zwierzętach wykazano najdłuższe kosmki jelitowe w grupie kontrolnej (C) i istotne ($p<0,05$) ich skrócenie (o ok. 22%) w grupie aterogennej (CH). W grupach zwierząt żywionych dietą aterogenną suplementowaną liofilizowanymi roślinami *Alliaceae* stwierdzono wyraźny wpływ zastosowanych dodatków na długość kosmków jelitowych. Zwierzęta suplementowane czosnkiem (CHG) i cebulą czerwoną (CHOR) cechowały się o ok. 16% i ok. 9% krótszymi kosmkami w porównaniu z grupą aterogenną (CH). Zastosowany w tej diecie dodatek cebuli białej (CHOW) wpływał korzystnie na wzrost kosmków jelitowych, a ich długość była o ok. 19% większa niż w grupie CH.

Podobną zależność stwierdzono w przypadku grubości błony śluzowej jelita biodrowego szczurów. Istotnie ($p<0,05$) najwyższe wartości dla tego parametru stwierdzono u zwierząt żywionych grupą kontrolną (C) pozbawioną dodatku cholesterolu i liofilizowanych roślin *Alliaceae*, istotnie niższą zaś w grupie aterogennej (CH). Najmniejszą grubość błony śluzowej stwierdzono u szczurów żywionych dietą aterogenną z dodatkiem czosnku, u których była ona cieńsza o prawie 12 % w porównaniu z grupą aterogenną i aż o ponad 25% w porównaniu z grupą kontrolną. Zastosowany w diecie aterogennej dodatek cebuli korzystnie wpłynął na rozwój błony śluzowej jelita szczurów, przy czym lepsze efekty stwierdzono w grupach suplementowanych cebulą białą niż czerwoną, w których błona śluzowa była grubsza odpowiednio o około 10% i 3% w porównaniu z grupą aterogenną. W przypadku grubości błony mięśniowej jelita biodrowego szczurów nie stwierdzono znaczących różnic, choć na uwagę zasługuje fakt, że była ona najgrubsza u zwierząt otrzymujących dietę aterogenną suplementowaną czosnkiem. Nie stwierdzono także różnic w głębokości krypt jelitowych pomiędzy grupą kontrolną i aterogenną, a zastosowanie w diecie CH dodatku roślin *Alliaceae* istotnie wpłynęło na ten parametr jedynie w grupie suplementowanej czosnkiem.

Błona śluzowa jelita, ze względu na funkcje trawienne i chłonne, jest najważniejszą warstwą przewodu pokarmowego, zapewniającą wchłanianie, a następnie wykorzystanie składników pokarmowych przez organizm [69]. Uszkodzenia błony śluzowej jelita, spowodowane stanami zapalnymi toczącymi się w jej obrębie, atrofią kosmków jelitowych, czy obniżeniem syntezy enzymów trawiennych, mogą skutkować upośledzeniem funkcji chłonnych, a tym samym prowadzić do opóźnienia czy zahamowania wzrostu ciała [105,106].

W przeprowadzonym badaniu *in vivo* szczury żywione dietą aterogenną cechowały się istotnie niższym przyrostem masy ciała (134,88 ± 26,21 g) w porównaniu ze zwierzętami żywionymi dietą kontrolną (C) (178,23 ± 27,00 g), wykazując przy tym gorszy współczynnik wykorzystania diety FER (3,80 ± 0,61) w porównaniu z dietą C (3,33 ± 0,34). W dostępnej

literaturze brakuje danych dotyczących wpływu wysokocholesterolowej diety na parametry histologiczne jelita szczurów, chociaż badania przeprowadzone przez Arija i wsp. (2000) [71] na kurczętach brojlerów żywionych dietą zawierającą pełnotłuste ziarna słonecznika potwierdzają obserwowaną w badaniach własnych tendencję. Autorzy wykazali istotne zmiany w nabłonku jelitowym ptaków karmionych wysokotłuszczową dietą, polegające na pogrubieniu i skróceniu kosmków jelitowych, hiperplazji i degeneracji wakuolarnej enterocytów oraz hipertrofii i hiperplazji komórek kubkowych. Ponadto, autorzy odnotowali również istotny spadek strawności tłuszczu, a także obniżenie stopnia wykorzystania diety u tych zwierząt.

W przeprowadzonych badaniach największy, negatywny wpływ na zmiany w nabłonku jelita biodrowego szczurów wywierała suplementacja diety aterogennej czosnkiem i to u tych zwierząt uszkodzenia błony śluzowej jelita były zdecydowanie największe. W obrazie mikroskopowym (rycina 3c w dalszej części opisu osiągnięcia) kosmki jelitowe wykazywały wyraźne cechy zwyrodnień. Wierzchołki enterocytów posiadały nieregularne, odstające od linii rąbka szczoteczkowego wysunięcia, a jednocześnie widoczne były w tych obszarach spłaszczenia, erozja i degeneracja. Kosmki jelitowe cechowały się wyraźną atrofią, w tym stępieniem, skróceniem, stapianiem i znacznym pogrubieniem. Powstałym w obrębie błony śluzowej jelita biodrowego uszkodzeniom towarzyszyło pogorszenie parametrów wzrostowych u szczurów. Zwierzęta z tej grupy wykazały najniższy przyrost masy ciała (113,90 ± 27,00 g), a także najgorszy współczynnik wykorzystania diety FER (4,32 ± 0,54), co mogło wynikać z uszkodzeń rąbka szczoteczkowego (warstwy mikrokosmków zwiększającej powierzchnię chłonną jelit) i prowadzić do upośledzenie funkcji chłonnych jelita. W tej grupie zwierząt zaobserwowano również wyraźny przerost błony mięśniowej i rozrost komórek kubkowych i krypt Lieberkühna. W świetle jelita można było obserwować obecność amorficznego materiału (rycina 3c w dalszej części opisu osiągnięcia), zawierającego śluz i fragmenty komórek. Ich obecność w świetle jelita mogła być efektem toczącego się stanu zapalnego w obrębie błony śluzowej i krypt Lieberkühna, a także martwicy i nadmiernego złuszczania komórek.

Przeprowadzone badania wykazały, że rośliny czosnkowate (*Alliaceae*) stosowane w formie liofilizowanego dodatku do diety wysokocholesterolowej, poprawiając profil lipidowy i potencjał przeciwutleniający osocza, przeciwdziałały czynnikom ryzyka rozwoju zmian miażdżycowych, przy czym najskuteczniejsze działanie hipolipidemiczne, antyaterogenne i antyoksydacyjne wykazywał czosnek. Jednakże, jego dodatek do diety prowadził równocześnie do największych uszkodzeń w obrębie błony śluzowej jelita, skutkując upośledzeniem jego funkcji chłonnych i istotnym pogorszeniem parametrów wzrostowych szczurów.

Obróbka cieplna może prowadzić m.in. do obniżenia zawartości składników antyodżywczych, częściowego obniżenia toksyczności niektórych warzyw, a także do poprawienia strawności i biodostępności składników odżywczych [11-13,17,107,108]. Przeprowadzone dotychczas badania, dotyczące wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej czosnku na jego właściwości bioaktywne, oraz uzyskane w pierwszym etapie badań *in vivo* rezultaty (O.3.) skłoniły do podjęcia dalszych badań. Miały one na celu ustalenie optymalnych rodzajów obróbki cieplnej, które pozwoliłyby na osiągnięcie zrównoważonych korzyści płynących z długotrwałej suplementacji diety czosnkiem, tj. zachowanie jego właściwości przeciwmiażdżycowych, przy jednoczesnym ograniczeniu jego szkodliwego wpływu na błonę śluzową jelita i negatywnych skutków ubocznych w przewodzie pokarmowym szczurów. Dlatego też, w drugim etapie badań podjęto próbę określenia optymalnych sposobów obróbki cieplnej czosnku, pozwalających na zachowanie jego właściwości przeciwmiażdżycowych i jednocześnie zminimalizowanie skutków ubocznych w błonie śluzowej jelita biodrowego szczurów podczas długotrwałej podaży czosnku w diecie wysokocholesterolowej.

**Etap 2 badań: Ocena wpływu poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej czosnku (*Allium sativum* L.) na właściwości prozdrowotne w badaniach *in vivo* na modelu hipercholesterolemicznych szczurów**

Drugim etapem badań na zwierzętach było określenie wpływu suplementacji diety aterogennej (CH) liofilizowanym surowym czosnkiem (CHGF) oraz czosnkiem poddanym zróżnicowanej obróbce cieplnej, tj. blanszowaniu w czasie 90 sekund (CHG90s), gotowaniu w wodzie (CHG10) i smażeniu na patelni w czasie 10 minut (CHG10P) i dodatkowo ogrzewaniu w kuchni mikrofalowej (CHGF micro, CHG90s micro, CHG10 micro i CHG10P micro) na parametry wzrostowe, profil lipidowy, wskaźniki miażdżycowe i potencjał antyoksydacyjny w surowicy krwi oraz parametry morfometryczne jelita biodrowego (tj. długość kosmków jelitowych, głębokość krypt jelitowych, grubość błony śluzowej i grubość błony mięśniowej) hipercholesterolemicznych szczurów.

Przeprowadzone w pierwszym etapie badania wykazały, że suplementacja diety aterogennej surowym czosnkiem istotnego ($p<0,05$) obniżyła spożycie diety, pogarszając przy tym przyrost masy ciała i współczynnik wykorzystania diety (FER) szczurów. W drugim etapie badań na zwierzętach wykazano, że suplementacja diety czosnkiem poddanym zróżnicowanej obróbce cieplnej poprawiała parametry wzrostowe szczurów w zależności od rodzaju i czasu trwania obróbki. W przypadku zastosowania „pojedynczej" obróbki cieplnej, najwyższe

wskaźniki wzrostowe notowano w grupie aterogennej suplementowanej czosnkiem poddanym 10 minutowemu smażeniu (CHG10P), z kolei ogrzewanie w kuchni mikrofalowej („micro") surowego i uprzednio traktowanego już termicznie czosnku, u wszystkich zwierząt otrzymujących czosnek „micro" poprawiło spożycia paszy średnio o ok. 38% w porównaniu z grupą otrzymującą surowy czosnek (CHGF). Najwyższy przyrost masy ciała i najlepsze wykorzystanie diety (FER) stwierdzono w grupie aterogennej z dodatkiem liofilizowanego smażonego 10 minut i dodatkowo mikrofalowanego (CHG10P micro), a zatem poddanego „podwójnej" obróbce cieplnej czosnku. W badaniach nie stwierdzono różnic w indeksie somatycznym wątroby (SI-L) szczurów (średnio 3,55 ± 0,39%).

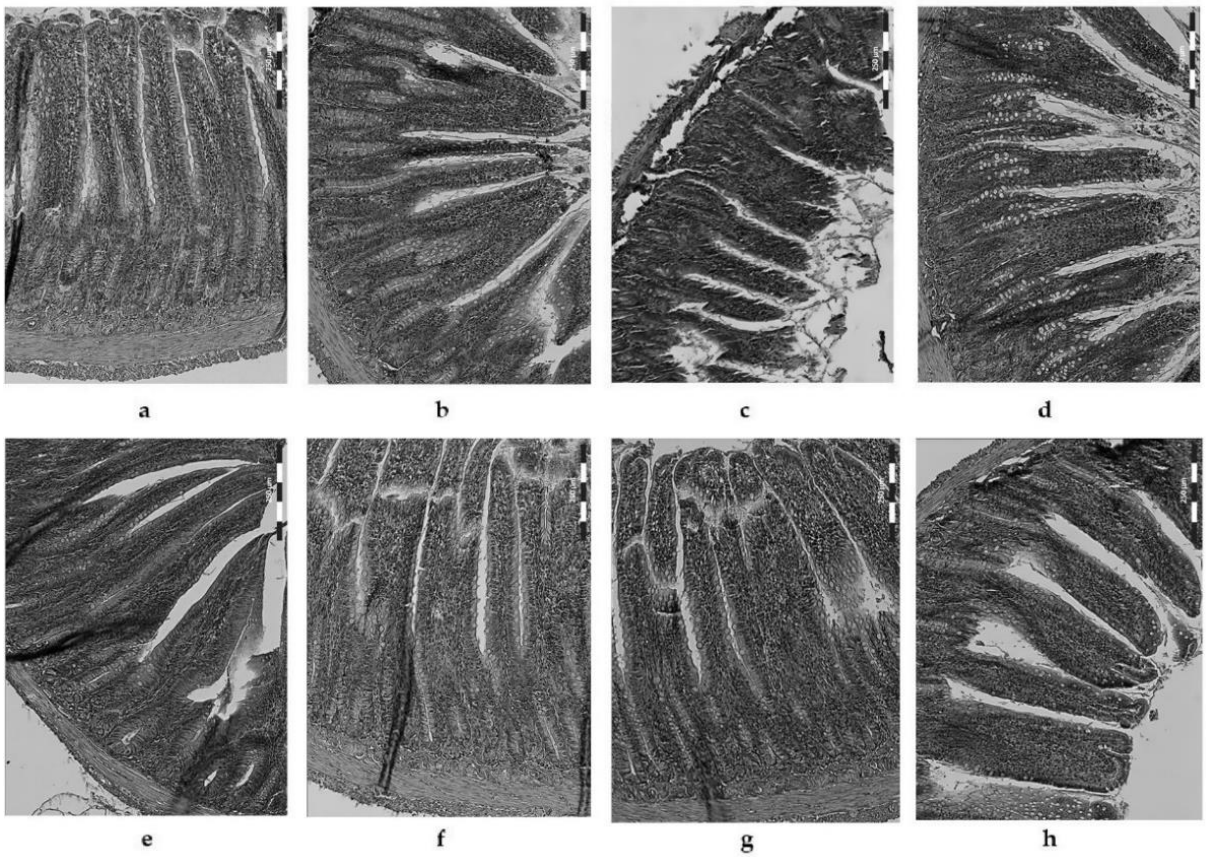
Najlepszym działaniem hipolipidemicznym cechował się surowy czosnek, którego dodatek w diecie aterogennej obniżał zawartość TC i LDL-C w osoczu szczurów odpowiednio o ok. 48% i ok. 56% w porównaniu do grupy CH. Zastosowane procesy obróbki cieplnej czosnku osłabiały jego korzystny wpływ na profil lipidowy, przy czym krótkotrwała obróbka cieplna, tj. blanszowanie w czasie 90 sekund (CHG90s) i ogrzewanie czosnku w kuchni mikrofalowej (CHGFmicro) w największym stopniu zachowywały jego właściwości hipolipidemiczne, obnożając poziom TC i LDL-C w surowicy krwi szczurów odpowiednio o ok. 43% i 52% w porównaniu do grupy CH. Surowy i poddany najkrótszej (90 sekund) obróbce cieplnej czosnek okazał się również najskuteczniejszym czynnikiem antyaterogennym. Zastosowany w diecie CH dodatek surowego czosnku obniżył wskaźniki miażdżycowe AI i CAI odpowiednio o ok. 52% i 41%, natomiast poddany blanszowaniu (CHG90s) o ok. 56% i ok. 45% (dla AI i CAI). Wydłużenie czasu obróbki cieplnej do 10 minut i dodatkowo ogrzewanie czosnku w kuchni mikrofalowej, znacząco osłabiało jego prozdrowotne właściwości, przy czym istotnie słabszym działaniam charakteryzował się czosnek gotowany w wodzie niż smażony w tym samym czasie. Najsłabsze działanie hipolipidemiczne wykazywał czosnek gotowany w czasie 10 minut i dodatkowo ogrzewany w kuchni mikrofalowej (CHG10 micro), który obniżył poziom TC i LDL-C odpowiednio o ok. 37% i ok. 43%. Suplementacja diety czosnkiem CHG10 micro wywierała najsłabszy efekt antyaterogenny (obniżając AI i CAI o ok. 31% i 25%).

Celem zmniejszenia ryzyka rozwoju miażdżycy i chorób rozwijających się w jej następstwie, należy nie tylko poprawić profil lipidowy osocza krwi, ale również zwiększyć ochronę przeciwutleniającą organizmu i tym samym ograniczyć procesy oksydacyjne silnie aterogennej frakcji LDL-C [109,110]. Jak wynika z przeprowadzonych badań, osocze szczurów żywionych dietą CH wykazywało istotnie niższy potencjał przeciwutleniający w porównaniu z

grupą kontrolną (C), a zastosowana w diecie CH suplementacja czosnkiem istotnie zwiększała (średnio o ok. 25%) ten parametr u wszystkich szczurów, w stopniu zależnym od rodzaju i czasu trwania obróbki cieplnej czosnku. Najwyższy potencjał antyoksydacyjny stwierdzono w osoczu szczurów otrzymujących w diecie CH dodatek surowego czosnku (CHGF), czosnku poddanego blanszowaniu (CHG90s) i smażeniu (CHG10P), a wartości dla tego parametru były zbliżone do tych w grupie kontrolnej. W przypadku suplementacji czosnkiem ogrzewanym w kuchni mikrofalowej stwierdzono nieco słabszy efekt. O ile dodatek do diety CH surowego czosnku zwiększał aktywność przeciwutleniającą osocza szczurów w największym stopniu, tj. o ok. 37% w porównaniu do zwierząt żywionych dietą aterogenną, o tyle zastosowanie w tej diecie czosnku poddanego obróbce cieplnej wywierało słabszy efekt antyoksydacyjny w osoczu krwi. Czosnek poddany jedynie obróbce mikrofalowej (CHGF micro) wykazywał zbliżone właściwości do surowego, zwiększając aktywność przeciwutleniającą osocza szczurów o ok. 35%. Natomiast najsłabsze działanie w diecie CH szczurów wywierał czosnek gotowany w wodzie w czasie 10 minut i dodatkowo ogrzewany w kuchni mikrofalowej, obniżając potencjał antyoksydacyjny osocza o 15%.

W przeprowadzonych badaniach oceniono wpływ suplementacji diety aterogennej liofilizowanym surowym i poddanym różnym rodzajom obróbki cieplnej (blanszowanie, gotowanie, smażenie i ogrzewanie w kuchni mikrofalowej) czosnkiem na zmiany morfologiczne jelita biodrowego szczurów, a uzyskane obrazy mikroskopowe z badania histologicznego jelita szczurów przedstawiono na rycinie 3.

Jak wynika z przeprowadzonych wcześniej badań najdłuższe kosmki jelitowe stwierdzono u zwierząt żywionych dietą kontrolną (C) (rycina 3a) i były one o prawie 29% dłuższe niż w grupie szczurów otrzymujących dietę kontrolną z 1% udziałem cholesterolu (CH) (rycina 3b). Błona śluzowa jelita biodrowego szczurów otrzymujących dietę kontrolną (C) cechowała się prawidłową budową, w której komórki wykazywały odpowiednią integralność i strukturę (rycina 3a). W obrazie mikroskopowym nie stwierdzono ognisk martwicy ani zwyrodnień, kosmki jelitowe występowały w dużym zagęszczeniu, ściśle do siebie przylegały, cechowały się dużą wysokością, naturalnym, smukłym, palczastym kształtem, z dobrze zaznaczonym rąbkiem szczoteczkowym i nienaruszonymi enterocytami. U zwierząt żywionych dietą CH (z 1% udziałem cholesterolu) w obrazie mikroskopowym (rycina 3b) zmienił się kształt kosmków jelitowych i dostrzegalna była już ich degradacja. Cechowały się one m.in. większą grubością przy mniejszej długości, nieregularnymi zakończeniami i odstającymi od linii rąbka szczoteczkowego enterocytami.




**Rycina 3.** Badanie histologiczne jelita krętego szczurów żywionych dietą kontrolną (C) i dietą aterogenną, z 1% udziałem cholesterolu(CH) oraz dietą aterogenną suplementowaną liofilizowanym surowym i poddanym obróbce cieplnej czosnkiem; mikroskop świetlny (x 200); ***a*** *– dieta kontrolna (C);* ***b*** *– dieta aterogenna (CH);* ***c*** *– dieta CH z dodatkiem liofilizowanego surowego czosnku (CHGF);* ***d*** *– dieta CH z dodatkiem blanszowanego 90 sekund czosnku (CHG90s);* ***e*** *– dieta CH z dodatkiem surowego i mikrofalowanego czosnku (CHGF micro);* ***f*** *– dieta CH z dodatkiem blanszowanego 90 sekund i mikrofalowanego czosnku (CHG90s micro);* ***g*** *– dieta CH z dodatkiem smażonego 10 minut i mikrofalowanego czosnku (CHG10P micro);* ***h*** *– dieta CH z dodatkiem gotowanego w wodzie 10 minut i mikrofalowanego czosnku*

Suplementacja diety aterogennej (CH) czosnkiem wywierała zróżnicowany wpływ na zmiany parametrów histologicznych jelita biodrowego szczurów. Zastosowany w diecie aterogennej dodatek surowego czosnku (CHGF) wpłynął na istotne skrócenie kosmków jelitowych, o ok. 16% w stosunku do grupy (CH) i prawie o 35% w porównaniu do grupy (C) oraz pogorszenie ich struktury (rycina 3c). W błonie śluzowej jelita tych szczurów wystąpiły znaczne różnice w kształcie i wielkości kosmków jelitowych. Miały one nieregularny kształt (niektóre liściasty, a inne językowaty, rozgałęziony na szczytach), były znacznie krótsze, grubsze, szersze. Wierzchołki enterocytów wykazywały wyraźne cechy uszkodzeń, były spłaszczone, stępione, z obecnymi nacięciami.

Procesy obróbki cieplnej czosnku istotnie ($p<0,05$) ograniczały jego niekorzystne oddziaływanie na długość i strukturę kosmków jelitowych w sposób zależny od rodzaju i czasu

trwania obróbki cieplnej. Istotnie mniejsze ich uszkodzenia stwierdzono już w przypadku suplementacji blanszowanym czosnkiem (CHG90s). Szczury w tej grupie cechowały się dłuższymi o ok. 17% kosmkami jelitowymi niż te w grupie z surowym czosnkiem. W obrazie mikroskopowym można było zaobserwować nieznaczną poprawę struktury kosmków jelitowych i błony śluzowej jelita, jednak wierzchołkowa powierzchnia enterocytów nadal była spłaszczona, uszkodzona i ułożona nieregularnie w stosunku do linii rąbka szczoteczkowego (rycina 3d). Struktura kosmków jelitowych była niejednorodna, występowały kosmki liściastego i stożkowatego kształtu, częściowo spłaszczone, częściowo rozgałęzione na wierzchołkach. Widoczne były również grupy enterocytów oddzielone nacięciami, tak w wierzchołkowej, jak i bocznej powierzchni korpusu kosmków. Wyraźnie zmniejszyła się również gęstość kosmków w porównaniu do grupy kontrolnej (C) (rycina 3a).

Wydłużenie czasu obróbki cieplnej do 10 minut istotnie ($p<0,05$) poprawiało strukturę i prowadziło do wzrostu długości kosmków jelitowych, przy czym w grupie zwierząt suplementowanych smażonym czosnkim (CHG10P) były one dłuższe niż w grupie z dodatkiem czosnku gotowanego w tym samym czasie w wodzie (CHG10). W porównaniu do grupy aterogennej otrzymującej surowy czosnek (CHGF), kosmki jelitoweo szczurów CHG10 i CHG10P były istotnie ($p<0,05$) dłuższe, odpowiednio o ok. 26% i ok. 33%. Podobną tendencję zmian zaobserwowano w przypadku grubości błony śluzowej jelita szczurów. Blanszowanie czosnku istotnie zwiększyło jej grubość (rycina 3d) w porównaniu z grupą CHGF, a wydłużenie czasu obróbki cieplnej do 10 minut skutkowało poprawą tego parametru ok. 21% (w grupie CHG10) i ok. 26% (w grupie CHG10P) w porównaniu do grupy CHGF, przy czym lepsze efekty wywierała suplementacja czosnkiem smażonym niż gotowanym 10 minut.

Należy podkreślić, że dodatkowe ogrzewanie w kuchni mikrofalowej poddanego obróbce cieplnej czosnku istotnie poprawiało parametry morfologiczne jelita biodrowego szczurów (rycina 3f-h). Średnio kosmki jelitowe we wszystkich grupach zwierząt żywionych dietą aterogenną z dodatkiem czosnku poddanego obróbce mikrofalowej (grupy „micro") były dłuższe (o ok. 21%) niż w grupie aterogennej (CH) i jednocześnie jedynie o niespełna 7% krótsze niż w grupie kontrolnej (C). Suplementacja diety aterogennej (CH) czosnkiem poddanym jedynie obróbce mikrofalowej (CHGF micro) wpłynęła na poprawę długości kosmków jelitowych (rycina 3e), jednak ich wielkość i kształt nadal cechowały się znacznym zróżnicowaniem. W obrazie mikroskopowym widoczna była ich wyraźna degradacja, w tym w niektórych stępienie, a w innych zaostrzenie wierzchołkowej powierzchni enterocytów. Ponadto, podobnie jak w grupach CHGF i CHG90s, zaobserwowano znaczne ich

przerzedzenie. U szczurów żywionych dietą CHG90s micro, w obrazie mikroskopowym zaobserwowano wyraźny, korzystny wpływ tej obróbki cieplnej czosnku na strukturę kosmków (rycina 3f). Były one gęsto rozmieszczone, ściśle przylegające do siebie, a dodatkowo dominowały wśród nich kosmki o typowym palczastym kształcie i gładkiej powierzchni.

Wyraźną poprawę struktury i parametrów histometrycznych jelita szczurów stwierdzono w grupach suplementowanych czosnkiem poddanym dłuższej, tj. 10 minutowej obróbce cieplnej i dodatkowo ogrzewanym w kuchni mikrofalowej (rycina 3g-h). Kosmki jelitowe szczurów z grupy CHG10 micro (rycina 3h) miały typowy, charakterystyczny, palczasty kształt i cechowały się wyrównaną grubością i długością. Były pokryte regularnymi enterocytami z dobrze rozwiniętym, występującym w jednej linii, rąbkiem szczoteczkowym. Wierzchołkowa część kosmków była rozwinięta w sposób prawidłowy, jednak ich zagęszczenie w błonie śluzowej jelita było zdecydowanie mniejsze niż w większości grup suplementowanych czosnkiem poddanym obróbce cieplnej. Najkorzystniejszy wpływ na długość i strukturę kosmków jelitowych w błonie śluzowej jelita swierdzono w grupie szczurów otrzymującej dodatek smażonego i dodatkowo ogrzewanego w kuchni mikrofalowej, a więc poddanego „podwójnej" obróbce cieplnej czosnku (CHG10P micro) (rycina 3g). Kosmki jelitowe były o ok. 25% dłuższe niż w grupie CH i aż o ok. 49% dłuższe niż w grupie z surowym czosnkim (CHGF). W obrazie mikroskopowym dominowały kosmki o typowej, prawidłowej budowie, gładkiej powierzchni, palczastego, wyrównanego kształtu, ściśle do siebie przylegające. Cechowały się one jednakową długością, równomiernym i gęstym rozmieszczeniem w błonie śluzowej jelita. Integralność nabłonka w części wierzchołkowej jelita była w pełni zachowana, a powierzchnia kosmków regularnie pokryta enterocytami z bardzo dobrze rozwiniętym rąbkiem szczoteczkowym. Morfologia błony śluzowej jelita u tych zwierząt była zbliżone do tej u szczurów żywionych dietą kontrolną (C), co jednoznacznie wskazuje na najkorzystniejszy wpływ smażonego i poddanego dodatkowo obróbce mikrofalowej czosnku na strukturę błony śluzowej jelita hipercholesterolemicznych szczurów.

Biorąc pod uwagę, że potencjalnie toksyczna allicyna, powstająca w czasie uszkodzenia struktury tkankowej czosnku, jest związkiem termolabilnym [9,37,61,70,77], obróbka cieplna czosnku prowadzi prawdopodobnie do obniżenia jej koncentracji. O ile obróbka wstępna (jak cięcie, zgniatanie, miażdżenie) czy krótkotrwała obróbka cieplna czosnku prowadzą do uwolnienia allinazy rozkładającej allinę do allicyny, o tyle w trakcie dłuższej obróbki cieplnej wytworzona allicyna jest metabolizowana do innych, mniej drażniących, nietoksycznych, i jednocześnie termostabilnych związków siarkoorganicznych [10,13].

W oparciu o przedstawione w niniejszym osiągnięciu badania na zwierzętach (etap 2) i dane literaturowe można stwierdzić, że największy wpływ na zmiany degeneracyjne w błonie śluzowej jelita wywarła suplementacja diety aterogennej surowym i poddanym krótkotrwałej (90 sekund) obróbce cieplnej czosnkiem, natomiast wydłużenie czasu obróbki cieplnej do 10 minut (gotowanie, smażenie) najkorzystniej wpływało na błonę śluzową jelita. Dodatkowe ogrzewanie w kuchni mikrofalowej, w szczególności smażonego czosnku, poprawiało strukturę kosmków jelitowych w największym stopniu, zbliżając ich długość i morfologię do tych z grupy kontrolnej. Przeprowadzone pomiary histometryczne i ocena histologiczna preparatów jelita biodrowego szczurów wykazały, że w trakcie trwającej 10 minut obróbki cieplnej (gotowanie, smażenie), toksyczność obecnych w surowym czosnku związków (przypuszczalnie allicyny), wywierających niekorzystny wpływ na błonę śluzową jelita biodrowego szczurów, ulega obniżeniu. Ogrzewanie w kuchni mikrofalowej smażonego 10 minut (G10P micro), a więc poddanego najdłuższej i „podwójnej" obróbce cieplnej czosnku, wywierało najkorzystniejszy wpływ na strukturę błony śluzowej jelita biodrowego hipercholesterolemicznych szczurów

**Podsumowanie drugiej części osiągnięcia naukowego, dot. oceny wpływu surowych roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) oraz czosnku (*Allium sativum* L.) poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej na właściwości prozdrowotne w badaniach *in vivo* na modelu hipercholesterolemicznych szczurów**

Przeprowadzone badania wykazały wysoki potencjał prozdrowotny (właściwości przeciwmiażdżycowe i przeciwutleniające) surowych roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) tj. cebuli (*Allium cepa* L.) białej i czerwonej oraz czosnku (*Allium sativum* L.) na modelu hipercholesterolemicznych szczurów, samców rasy Wistar. Według przeprowadzonych badań suplementacja wysokocholesterolowej diety dodatkiem liofilizowanych surowych roślin *Alliaceae* poprawiła profil lipidowy, wskaźniki aterogenne i potencjał antyoksydacyjny osocza krwi, przy czym najskuteczniejsze działanie hipolipidemiczne (obniżenie zawartości TC i LDL-C odpowiednio o ok. 45% i ok. 56%), antyaterogenne (obniżenie wskaźników AI i CAI odpowiednio o ok. 52% i ok. 41%) i antyoksydacyjne (wzrost potencjału antyoksydacyjnego o ok. 37%) wykazywał czosnek stosowany w diecie z 1% udziałem cholesterolu.

Zarówno profilaktyczne, jak i terapeutycznie właściwości przeciwmiażdżycowe badanych roślin *Alliaceae* uzyskuje się zwykle podczas ich długotrwałego stosowania w diecie. Długotrwała ich podaż, w szczególności surowego czosnku, może wywierać niepożądane

działania m.in. w przewodzie pokarmowym. Przeprowadzone badania wykazały, że o ile zastosowanie w diecie aterogennej dodatku cebul, w szczególności białej, poprawiało strukturę błony śluzowej jelita biodrowego szczurów, o tyle suplementacja tej diety dodatkiem surowego czosnku prowadziła do szeregu patologicznych zmian w ścianie jelita, w tym wyraźnego skrócenia kosmków jelitowych, degradacji wierzchołków enterocytów i uszkodzeń rąbka szczoteczkowego. W efekcie zmian degeneracyjnych w błonie śluzowej jelita biodrowego, prowadzących do dysfunkcji i zaburzeń wchłaniania, pogorszeniu uległy parametry wzrostowe szczurów, co prawdopodobnie wynikało z upośledzenia funkcji chłonnych jelita tych szczurów.

Właściwości prozdrowotne (w tym przeciwmiażdżycowe) czosnku są uzależnione od jego składników bioaktywnych i wzajemnych ich interakcji. Jak wynika z przeprowadzonych badań (O.3.) nawet krótkotrwała, trwająca 90 sekund, a w znacznie większym stopniu dłuższa (trwająca 10 minut) obróbka cieplna może zmieniać zawartość składników bioaktywnych i aktywność przeciwutleniającą czosnku, a co za tym idzie, w różnym stopniu modulować właściwości prozdrowotne (w tym przeciwmiażdżycowe) traktowanego termicznie czosnku.

Przeprowadzone badania dotyczące surowego i poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej czosnku wykazały, że krótkotrwała jego obróbka w niewielkim stopniu obniżała właściwości hipolipidemiczne, antyaterogenne i antyoksydacyjne, natomiast wydłużenie czasu obróbki cieplnej do 10 minut i dodatkowo ogrzewanie w kuchni mikrofalowej osłabiało prozdrowotne działanie czosnku, ale nadal (choć w mniejszym stopniu) poprawiało profil lipidowy, wskaźniki aterogenne i potencjał antyoksydacyjny osocza aterogennych szczurów.

Co ciekawe, przeprowadzone badania wykazały, że pod wpływem zróżnicowanej obróbki cieplnej czosnku można zniwelować jego negatywny wpływ na ścianę przewodu pokarmowego, istotnie ograniczając zmiany degeneracyjne w obrębie śluzówki jelita szczurów żywionych dietą aterogenną, przy jednoczesnym zachowaniu jego wysokiego potencjału prozdrowotnego. Największy wpływ na zmiany strukturalne błony śluzowej jelita szczurów, w tym skrócenie kosmków jelitowych, uszkodzenie rąbka szczoteczkowego, a co za tym idzie upośledzenie funkcji chłonnych jelita, wywierała suplementacja diety surowym czosnkiem lub czosnkiem poddanym krótkotrwałej obróbce cieplnej, tj. blanszowaniu w czasie 90 sekund. Wydłużenie obróbki cieplnej do 10 minut (gotowanie, smażenie) wywierało korzystny efekt w błonie śluzowej jelita szczurów, zmniejszając skutki uboczne długotwałej jego podaży w diecie. Suplementacja diety aterogennej smażonym i dodatkowo ogrzewanym w kuchni mikrofalowej (G10P micro) czosnkiem najkorzystniej wpłynęła na strukturę błony śluzowej jelita biodrowego hipercholesterolemicznych szczurów, co pozwala stwierdzić, że potencjalnie

toksyczne, termolabilne związki obecne w surowym czosnku ulegały inaktywacji w czasie dłuższej obróbki cieplnej i tym samym obniżały negatywny wpływ surowego czosnku na przewód pokarmowy w czasie długotwałej jego podaży.

Wyniki badań uzyskane w ramach osiągnięcia mają duże znaczenie praktyczne, dostarczają ważnych dowodów na to, że wybór odpowiedniej metody obróbki cieplnej czosnku może pozwolić na zachowanie jego hipolipidemicznych, antyaterogennych i antyoksydacyjnych właściwości, a także zminimalizowanie negatywnego wpływu czosnku na układ pokarmowy ograniczając zmiany degeneracyjne w obszarze błony śluzowej jelita w czasie długotwałej suplementacji, niezbędnej w profilaktyce przeciwmiażdżycowej.

### 4.3.3. Podsumowanie osiągnięcia naukowego

Przeprowadzone przeze mnie badania, wchodzące w skład osiągnięcia naukowego, dotyczącego „wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej na właściwości fizykochemiczne, bioaktywne i prozdrowotne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) na przykładzie czosnku (*Allium sativum* L.) – w badaniach *in vitro* i *in vivo*" potwierdziły postawione hipotezy badawcze.

**Hipoteza 1 (H.1.)** dotycząca wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej, tj. blanszowania, gotowania, smażenia, ogrzewania w kuchni mikrofalowej oraz długotrwałej obróbki cieplnej w warunkach wysokiej temperatury i wilgotności względnej na zawartość składników bioaktywnych i potencjał przeciwutleniający czosnku (*Allium sativum* L.) została pozytywnie zweryfikowana. W oparciu o przeprowadzone badania stwierdzono, że pod wpływem blanszowania w czasie 90 sekund, gotowania i smażenia w czasie 10 minut oraz dodatkowo ogrzewania w kuchni mikrofalowej, wysoka zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów i flawanoli w surowym czosnku ulegała obniżeniu o ok. 17-22%, również wysoki potencjał przeciwutleniający surowego czosnku obniżył się o ok. 21-43%, zależnie od rodzaju i czasu trwania obróbki cieplnej. Procesami, które w największym stopniu zachowywały wysoką zawartość składników bioaktywnych i potencjał przeciwutleniający były te trwające najkrócej, tj. blanszowanie i ogrzewanie w kuchni mikrofalowej, natomiast największe straty powodowało gotowanie 10 minut w wodzie i dodatkowo ogrzewanie czosnku w kuchni mikrofalowej. W odróżnieniu od w/w rodzajów obróbki cieplnej, przeprowadzona w niniejszych badanich długotrwała (45 dni) obróbka cieplna czosnku w warunkach wysokiej temperatury (70°C) i wilgotności względnej (80%) zwiększyła zawartość składników bioaktywnych, w tym polifenoli ogółem (ponad 2-krotnie), kwasów fenolowych i flawonoidów (1,3-1,5-krotnie) i potencjał przeciwutleniający (2-3-krotnie) czarnego czosnku w porównaniu do białego, w zależności od pochodzenia surowca (uprawa konwencjonalna *vs*. ekologiczna).

**Hipoteza 2 (H.2.)** dotycząca wpływu uprawy ekologicznej i konwencjonalnej czosnku poddanego długotrwałej obróbce cieplnej oraz czarnego czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce technologicznej, tj. czarnego czosnku w formie pasty, proszku i nierozdrobnionych ząbków, na właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne czosnku, została pozytywnie zweryfikowana. W oparciu o przedstawione badania stwierdzono, że czarny czosnek cechował się wyższą zawartością suchej masy (o ok. 52 %), rozpuszczalnych substancji stałych (o ok. 33%) i cukrów redukujących (o ok. 60%) oraz znacznie niższym pH (o ok 41%) w porównaniu z białym, nieprzetwarzanym, czosnkiem. Zarówno biały, jak i wytworzony z niego czarny czosnek ekologiczny cechował się wyższą zawartością suchej masy, rozpuszczalnych substancji stałych, cukrów redukujących i niższym pH w porównaniu z czosnkiem pochodzącym z uprawy konwencjonalnej. Instrumentalny pomiar barwy w systemie *CIE L*a*b** wykazał, że biały czosnek był ponad 3,3-krotnie jaśniejszy w porównaniu z czarnym, a najciemniejszą barwą cechował się proszek z czarnego czosnku. Biały czosnek pochodzący z uprawy konwencjonalnej był jaśniejszy w porównaniu z czosnkiem z uprawy ekologicznej. Z kolei ekologiczny czarny czosnek charakteryzował się większą intensywnością brązowienia niż czosnek z uprawy konwencjonalnej. W wyniku długotrwałej obróbki cieplnej, na skutek obniżenia zawartości związków siarkowych oraz wytworzenia nowych lotnych metabolitów, piekący i gorzki smak oraz typowo czosnkowy aromat surowego czosnku uległ osłabieniu, a czarny czosnek (zarówno w postaci ząbków, pasty jak i proszku) zyskał delikatny aromat oraz łagodny, ze słodko-kwaśnymi nutami smak. Uzyskany metodami instrumentalnymi profil związków lotnych czarnego czosnku różnił się od profilu związków lotnych białego czosnku.

Przeprowadzone, w ramach osiągnięcia naukowego, badania porównawcze dotyczące wpływu zróżnicowanej obróbki cieplnej na wybrane właściwości fizykochemiczne i bioaktywne czosnku mają dużą wartość poznawczą i aplikacyjną, ponieważ uzyskane wyniki mogą stanowić cenne wskazówki zarówno dla producentów żywności, w tym ekologicznej, dla technologów żywności projektujących nowe, funkcjonalne produkty cechujące się określonymi parametrami barwy, właściwościami smakowo-zapachowymi i bioaktywnymi, jak również dla konsumentów, poszukujących produktów o określonych cechach jakościowych i prozdrowotnych. Zważywszy, że biały czosnek pochodzący z uprawy ekologicznej i otrzymany z niego czarny czosnek wykazywał wyższe właściwości bioaktywne niż ten z uprawy konwencjonalnej, przeprowadzone badania wskazują również na zasadność wyboru właśnie tego surowca, tj. czosnku pochodzącego z uprawy ekologicznej, zarówno do bezpośredniej konsumpcji, jak również z przeznaczeniem do długotrwałej obróbki cieplnej.

**Hipoteza 3 (H.3.)** dotycząca wpływu dodatku do diety aterogennej surowych roślin *Alliaceae* na poprawę profilu lipidowego, wskaźników aterogennych i potencjału przeciwutleniającego osocza krwi szczurów oraz zmianę parametrów morfologicznych jelita biodrowego szczurów, została pozytywnie zweryfikowana. W oparciu o przeprowadzone badania *in vivo* stwierdzono, że surowe rośliny *Alliaceae*, stosowane w formie dodatku do diety wysokocholesterolowej, wywierały efekty przeciwmiażdżycowe, poprawiając profil lipidowy, wskaźniki aterogenne i potencjał przeciwutleniający osocza, przy czym najlepsze działanie hipolipidemiczne, antyaterogenne i antyoksydacyjne wykazywał czosnek. Stosowany w diecie aterogennej czosnek obniżył zawartość TC o ok. 52%, i LDL-C o ok. 56%, indeksy aterogenne AI i CAI ok. 52% i ok. 41%, a także zwiększył o ok. 37% potencjał antyoksydacyjny osocza szczurów. Jednakże, stosowana dla osiągnięcia wymiernych efektów przeciwmiażdżycowych, długotrwala suplementacja diety aterogennej surowym czosnkiem, doprowadziła do uszkodzeń błony śluzowej, tj. skrócenia kosmków jelitowych, zmian degeneracyjnych w obrębie rąbka szczoteczkowego jelita biodrowego szczurów, prowadząc w efekcie do upośledzenia funkcji chłonnych jelita i pogorszenia parametrów wzrostowych hipercholesterolemicznych szczurów.

**Hipoteza 4 (H.4.)** dotycząca wpływu dodatku do diety aterogennej czosnku poddanego zróżnicowanej obróbce cieplnej na zachowanie jego właściwości prozdrowotnych (przeciwmiażdżycowych) i obniżenie szkodliwego wpływu na błonę śluzową jelita biodrowego hipercholesterolemicznych szczurów, zależnie od rodzaju zastosowanej obróbki cieplnej, także została pozytywnie zweryfikowana. W oparciu o przeprowadzone badania można stwierdzić, że suplementacja diety aterogennej czosnkiem poddanym zróżnicowanej obróbce cieplnej, osłabiała jego działanie przeciwmiażdżycowe i przeciwutleniające. Spośród zastosowanych rodzajów obróbki cieplnej czosnku, najkrótsza z nich, tj. blanszowanie w czasie 90 sekund, wywierała najlepsze (zbliżone do surowego czosnku) efekty hipolipidemiczne, antyaterogenne i antyoksydacyjne w diecie aterogennej, obniżając TC, LDL-C, AI i CAI odpowiednio o ok. 43%, 53%, 56% i 45% oraz zwiększając (o ok. 35%) potencjał przeciwutleniający osocza krwi szczurów w porównaniu do tych żywionych dietą aterogenną (bez dodatku czosnku). Wydłużenie czasu obróbki cieplnej do 10 minut oraz dodatkowo ogrzewanie w kuchni mikrofalowej, znacząco osłabiało badane właściwości prozdrowotne czosnku. Najsłabsze działanie hipolipidemiczne, antyaterogenne i antyoksydacyjne wywierał dodatek do diety aterogennej gotowanego i ogrzewanego w kuchni mikrofalowej czosnku, który obniżył TC, LDL-C, AI i CAI odpowiednio o ok. 37%, 43%, 31% i 25%, oraz zwiększył (jedynie o 15%) potencjał antyoksydacyjny osocza szczurów. Na podstawie badań *in vivo* można stwierdzić, że

trwająca 10 minut obróbka cieplna, w szczególności smażenie na patelni i ogrzewanie czosnku w kuchni mikrofalowej, pozwoliło zminimalizować jego negatywny wpływ na zmiany degeneracyjne błony śluzowej jelita. Prawdopodobnie, potencjalnie toksyczne, termolabilne związki (przypuszczalnie allicyna) obecne w wysokiej koncentracji w surowym czosnku, uległy inaktywacji w czasie obróbki cieplnej, obniżając szkodliwy wpływ długotrwałej podaży czosnku na błonę śluzową jelita biodrowego hipercholesterolemicznych szczurów.

Przeprowadzone, w ramach osiągnięcia, badania nad wpływem zróżnicowanej obróbki cieplnej czosnku na jego właściwości prozdrowotne (przeciwmiażdżycowe) w badaniach *in vivo* na modelu hipercholesterolemicznych szczurów mają bardzo dużą wartość poznawczą. Uzyskane wyniki badań pozwoliły bowiem na ustalenie optymalnych rodzajów obróbki cieplnej czosnku, które zapewniają osiągnięcie zrównoważonych korzyści płynących z długotrwałej suplementacji diety czosnkiem, tj. zachowanie jego właściwości prozdrowotnych (przeciwmiażdżycowych) i zminimalizowanie szkodliwego wpływu na błonę śluzową jelita.

### 4.3.4. Spis literatury


1. Barzegar M., Rajabi A., Hassandokht M.R., Jabbari A. Chemical composition of different cultivars of onion (*Allium cepa* L.) produced in Iran. *Hortic Environ Biotechnol.* 2008, 49, 121-127.
2. Butt M.S., Sultan M.T., Iqbal J. Garlic: Nature's protection against physiological threats. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2009, 49, 538–551.
3. Amagase H. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *J Nutr.* 2006, 136(3), 716-725.
4. Santhosha S.G., Prakash J., Prabhavathi S.N. Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance: A review. *Food Biosci.* 2013, 3, 59-74.
5. Martins N., Petropoulos S., Ferreira, I.C.F.R. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review. *Food Chem*. 2016, 211, 41-50.
6. Szychowski K.A., Rybczyńska-Tkaczyk K., Gaweł-Bęben K., Świeca M., Karaś M., Jakubczyk A., Matysiak M., Binduga U.E., Gmiński J. Characterization of active compounds of different garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. *Polish J. Food Nutr. Sci*. 2018, 68, 73-81.
7. Amagase H., Petesch B.L., Matsuura H., Kasuga S., Itakura Y. Intake of garlic and its bioactive compounds. *J Nutr*. 2001, 131(3), 955-962.
8. Kodera Y., Suzuki A., Imada O., Kasuga S., Sumioka I., Kanazawa A., Toru N., Fujikawa M., Nassage S., Masamoto K., Maeshige K., Ono K. Physical, chemical and biological properties of S-allylcysteine, an amino acid derived from garlic. *J Agric Food Chem*. 2002, 50(3), 622-632.
9. Shin J.H., Choi D.J., Chung M.J., Kang M.J., Sung N.J. Changes of physicochemical components and antioxidant of aged garlic at different temperatures. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2008, 37(9), 1174–1181.
10. Bae S.E., Cho S.Y., Won Y.D., Lee S.H., Park H.J. Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *LWT – Food Sci Technol*. 2014, 55(1), 397-402.
11. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., Najman K., Drzewiecki J., Cvikrova M., Martincova O., Katrich E., Trakhtenberg S. Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activities in garlic and white and red onions after treatment protocols. *J Agric Food Chem.* 2008, 56(12), 4418-4426.
12. Gorinstein S., Jastrzębski Z., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., Najman K., Park Y.S., Heo B.G., Cho J.Y., Bae J.H. Comparative control of the bioactivity of some frequently consumed vegetables subjected to different processing conditions. *Food Control*. 2009, 20(4), 407-413.
13. Locatelli D.A., Altamirano J.C., González R.E., Camargo A.B. Home-cooked garlic remains a healthy food. *J Funct Foods.* 2015, 16, 1-8.

14. Kang O.J. Physicochemical characteristics of black garlic after different thermal processing steps. *Prev Nutr Food Sci*. 2016, 21(4), 348-354.
15. Toledano-Medina M.A., Merinas-Amo T., Fernández-Bedmar Z., Font R., Del Río-Celestino M., Pérez-Aparicio J., Moreno-Ortega A., Alonso-Moraga Á., Moreno-Rojas R. Physicochemical characterization and biological activities of black and white garlic: *In vivo* and *in vitro* assays. *Foods.* 2019, 8(6), 220-237.
16. Udousoro I., Akpan E.B. Changes in anti-nutrients contents of edible vegetables under varied temperature and heating time. *Curr. Res. Nutr Food Sci Jour*. 2014, 2(3), 146-152.
17. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Jastrzębski Z., Najman K., Tashma Z., Katrich E., Heo B.G., Cho J.Y., Park Y.J., Trakhtenberg S. The influence of raw and processed garlic and onions on plasma classical and non–classical atherosclerosis indices: Investigations *in vitro* and *in vivo*. *Phytother Res.* 2010, 24(5), 706-714.
18. Choi I.S., Cha H.S., Lee Y.S. Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules*. 2014, 19(10), 16811-16823.
19. Kimura S., Tung Y.C., Pan M.H., Su N.W., Lai Y.J., Cheng K.C. Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *J Food Drug Anal.* 2017, 25(1), 62-70.
20. Zhang X., Li N., Lu X., Liu P., Qiao X. Effects of temperature on the quality of black garlic. *J Sci Food Agric.* 2016, 96(7), 2366-2372.
21. Toledano-Medina M.A., Pérez-Aparicio J., Moreno-Rojas R., Merinas-Amo T. Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chem.* 2016, 199, 135-139.
22. Hwang I.G., Kim H.Y., Woo K.S., Lee J., Jeong H.S. Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar-amino acid model system. *J Food Chem*. 2011, 126(1), 221-227.
23. Yuan H., Sun L., Chen M., Wang J. The comparison of the contents of sugar, Amadori, and Heyns compounds in fresh and black garlic. *J Food Sci.* 2016, 81(7), 1662-1668.
24. Zhang Z., Lei M., Liu R., Gao Y., Xu M., Zhang M. Evaluation of alliin, saccharide contents and antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *J Food Biochem*. 2015, 39(1), 39-47.
25. Yuan H., Sun L., Chen M., Wang J. An analysis of the changes on intermediate products during the thermal processing of black garlic. *Food Chem.* 2018, 239, 56-61.
26. Martínez-Casas L., Lage-Yusty M., López-Hernández J. Changes in the aromatic profile, sugars and bioactive compounds when purple garlic is transformed into black garlic. *J. Agric. Food Chem.* 2017, 65, 10804-10811.
27. Molina-Calle M., Priego-Capote F., de Castro M.D.L. Headspace-GC-MS volatile profile of black garlic vs fresh garlic: Evolution along fermentation and behavior under heating. *LWT Food Sci. Technol.* 2017, 80, 98-105.
28. Qiu Z., Zheng Z., Zhang B., Sun-Waterhouse D., Qiao X. Formation, nutritional value, and enhancement of characteristic components in black garlic: A review for maximizing the goodness to humans. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf*. 2020, 19, 801-834.
29. Kim J., Kang O.J., Gweon O.C. Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *J Funct Foods*. 2013, 5(1), 80-86.
30. Bayan L., Koulivand P.H., Gorji A. Garlic: A review of potential therapeutic effects. *Avicenna J Phytomed.* 2014, 4, 1-14.
31. Nile S.H., Park S.W. Total phenolics, antioxidant and xanthine oxidase inhibitory activity of three colored onions (*Allium cepa* L.). *Front. Life Sci.* 2014, 7(3-4), 224-228.
32. Thangasamy A., Khade Y. Major Singh M. Nutrient management in onion and garlic - Review. *Journal of Allium Research.* 2018, 1(1), 107-115.
33. Katsuda S., Kaji T. Atherosclerosis and extracellular matrix. *J. Atheroscler. Thromb.* 2003, 10, 267-274.
34. Izotti A., Di Marco B., De Floras S., Sacca S. The role of oxidative stress. *Mut. Res.* 2006, 612, 105-114.
35. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Najman K., Bielecki W., Ham K.S., Kang S.G., Paredes-Lopez O., Martinez-Ayala A.L., Trakhtenberg S. Aorta and liver changes in rats fed cholesterol-containing and raw vegetables-supplemented diets: experiments *in vitro* and *in vivo*. *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 7441-7451.
36. Ryu J.H., Kang D. Physicochemical properties, biological activity, health benefits, and general limitations of aged black garlic: A review. *Molecules.* 2017, 22, 919.
37. Ramirez D.A., Locatelli D.A., Gonzálezc R.E., Cavagnaro P.F., Alejandra B., Camargo A.B., Analytical methods for bioactive sulfur compounds in *Allium*: An integrated review and future directions. *J. Food Compos. Anal.* 2017, 61, 4-19.

38. Lau B.H.S. Suppression of LDL oxidation by garlic compounds is a possible mechanism of cardiovascular health benefit. *J. Nutr.* 2006, 136(3), 765-768.
39. Wilson E.A., Demmig-Adams B. Antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties of garlic and onions. *Food Sci. Nutr.* 2007, 37, 178-183.
40. Sharifi-Rad J., Mnayer D.G., Tabanelli G., Stojanović-Radić Z.Z., Sharifi-Rad M., Yousaf Z., Vallone L., Setzer W.N., Iriti M. Plants of the genus *Allium* as antibacterial agents: From tradition to pharmacy. *Cell. Mol. Biol*. 2016, 62(9), 57-68.
41. Qi R., Liao F., Inouke K., Yatomi Y., Sato K., Ozaki Y. Inhibition by diallyl trisulfide, a garlic component, of intacellular $Ca^{2+}$ mobilization without affecting inositol-1,4,5-triphosphate ($IP_3$) formation in activated platelets. *Biochem. Pharmacol.* 2000, 60, 1475-1480.
42. Liu L., Yeh Y.Y. Water-soluble organosulfur compounds of garlic inhibit fatty acid and triglycerides synthesis in cultured rat hepatocytes. *Lipids.* 2001, 36, 395-400.
43. Yeh Y.Y., Liu L. Cholesterol-lowering effects of garlic extracts and organosulfur compounds: human and animal studies. *J. Nutr.* 2001, 131, 989-930.
44. Liu L., Yeh Y.Y. S-alk(en)yl cysteines of garlic inhibit cholesterol synthesis by deactivating HMG-CoA reductase in cultured rat hepatocytes. *J. Nutr.* 2002, 132, 1129-1134.
45. Augusti K.T., Chackery J., Jacob J., Kuriakose S., George S., Nair S.S. Beneficial effects of a polar fraction of garlic (*Allium sativum* L.) oil in rats fed with two different high fat diets. *Indian J. Exp. Biol.* 2005, 43, 76-83.
46. Ostrowska E., Gabler N.K., Sterling S.J., Tatham B.G., Jones R.B., Eagling D.R., Jois M., Dunshea F.R. Consumption of brown onions (*Allium cepa var Cavalier* and *var Destiny*) moderately modulates blond lipids, haematological and haemostatic variables in health pigs. *Br. J. Nutr.* 2004, 91, 211-218.
47. Banerjee S.K., Maulik S.K. Effect of garlic on cardiovascular disorders: a review. *Nutr. J.* 2002, 19, 1-4.
48. Ali M., Bordia T., Mustafa T. Effect of raw versus boiled aqueous extract of garlic and onion on platelet aggregation. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids.* 1999, 60, 43-47.
49. Ali M., Thomson M., Afzal M. Garlic and onions: their effect on eicosanoid metabolism and its clinical relevance. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids.* 2000, 62, 55-73.
50. Hubbard G.P., Wolffram S., Gibbns J.M., Lovegrove J.A. Ingestion of quercetin inhibits platelet aggregation and essential components of the collagen-stimulated platelet activation pathway in man: a pilot study. *J. Thromb. Haemost.* 2006, 2, 2138-2145.
51. Moon J.H., Nakata R., Oshima S., Inakuma T., Terao J. Accumulation of quercetin conjugates in blood plasma after the short-term ingestion of onion by women. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2000, 279, 461-467.
52. Olaiya O.G., Ailenosi S.S., Adelaja A., Eniola K. Effects of aqueous extracts of garlic and vitamin C on the kidney of albino rats. *Asian J. Exp. Biol. Sci.* 2011, 2(3), 455-461.
53. El-Ashmawy N.E., Khedr E.G., El-Bahrawy H.A., Selim H.M. Gastroprotective effect of garlic in indomethacin induced gastric ulcer in rats. *Nutrition*. 2016, 32(7-8), 849–854.
54. Fedewa A., Rao S.S.C. Dietary fructose intolerance, fructan Intolerance and FODMAPs. *Curr Gastroenterol Rep.* 2014, 16, 370.
55. Hoshino T., Kashimoto N., Kasuga S. Effects of garlic preparations on the gastrointestinal mucosa. *J. Nutr.* 2001, 131(3), 1109-1113.
56. Gupta A., Sandhu S. Effect of ASA110 on jejunal enzymes and nucleic acids and morphological changes in jejunum. *J. Nutr.* 1998, 18, 841-850.
57. Brenner S., Wolf R. Possible nutritional factors in induced pemphigus. *Dermatology* 1994, 189, 337-339.
58. Banerjee S.K., Maulik M., Manchandra S.C., Dinda A.K., Das T.K., Maulik S.K. Garlic-induced alteration in rat liver and Sidney morphology and associated changes in endogenous antioxidant status. *Food Chem. Toxicol.* 2001, 39, 793-797.
59. Nakagawa S., Masamoto K., Sumiyoshi H., Kunihiro K., Fuwa T. Effect of raw and extracted aged garlic on growth of young rats and their organ after peroral administration. *J. Toxicol. Sci.* 1980, 5, 91-112.
60. Joseph P.K., Ramesha R., Sundaresh C.S. Toxic effects of garlic extract and garlic oil in rats. *Indian J. Exp. Biol.* 1989, 27, 977-979
61. Kodera Y. Dietary tolerance, absorption, metabolism of garlic. In: Nutraceuticals: Designer Foods III Garlic, Soy and Licorice. - Trumbell, C.T., USA (Lanchance, P., ed.). *Food Nutr. Press*. 1997, 95-103.
62. Horie T., Awazu S., Itakura Y., Fuwa T. Alleviation by garlic of antitumor drug-induced damage to the intestine. *J. Nutr.* 2001, 131(3), 1071-1074.
63. Insani E.M., Mignaqui A.C., Salomón V.M., Pazos A.A., Pighin D.G., Sucar S., Roux M.E., Slobodianik N.H. Cellular immune response in intestinal villi of rats after consumption of onion (*Allium cepa* L.) or quercetin. *Proc Nutr Soc.* 2010, 69(OCE3).

64. Mabrouk M.A., Nnawodu F.I., Tanko Y., Dawud F., Mohammed A. Effect of aqueous garlic (Ag) extract on aspirin induces gastric musocal lesion in albino Wistar rats. *Curr. Res. J. Biol.* 2009, 1(2), 15-19.
65. Omotoso G.O., Muonagolu J., Enaibe B.U. Histological evaluation of the jejunum and ileum of rats after administration of high dose garlic aqueous extract. *Int. j. health sci. (Qassim. University).* 2012, 6(2), 111-116.
66. David A.V.A., Satyanarayana N., Parasuraman S., Bharathi S., Arulmoli R., Ameliorative effect of quercetin on methotrexate induced toxicity in Sprague-Dawley rats: A histopathological study. *Indian J. Pharm. Educ. Res.* 2016, 50(3), 200-208.
67. de Wit N.J.W., Hulst M., Govers C., van der Meulen J., van Hoef A., Stoopen G., Hamers A., Hoekman A., de Vos R., Bovee T.F.H., Smits M., Jurriaan J., Mes J.J., Hendriksen P.J.M. Effects of digested onion extracts on intestinal gene expression: An interspecies comparison using different intestine models. *PLoS ONE* 2016, 1-18.
68. Pişkin Ö., Aydin B.G., Baş Y. Karakaya K., Can M., Elmas Ö., Büyükuysal M.Ç. Protective effects of quercetin on intestinal damage caused by ionizing radiation. *Med Bull Haseki*. 2016, 54, 1-7.
69. Riad N.H.A., Fares N.H., Mostafa O.M.S., Mahmoud Y.I. The effect of garlic on murine *Schistosomiasis Mansoni*: A histological and ultrastructural study on the ileum. *Res. J. Med. Sci.* 2008, 3(2), 188-201.
70. Tatara M.R., Śliwa E., Dudek K., Mosiewicz J., Studziński T. Effect of aged garlic extract and allicin administration to sows during pregnancy and lactation on body weight gain and gastrointestinal tract development of piglets. Part 1. *Bull Vet Inst Pulawy.* 2005, 49, 349-355.
71. Arija I., Viveros A., Brenes A., Canales R., Pizarro M., Castaño M. Histological alterations in the intestinal epithelium caused by the inclusion of full-fat sunflower kernels in broiler chicken diets. *Poult. Sci.* 2000, 79(9), 1332-1334.
72. Jamroz D., Wertelecki T., Houszka M., Kamel C. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2006, 90(5-6), 255–268.
73. Incharoen T., Yamauchi K., Erikawa T., Gotoh H. Histology of intestinal villi and epithelial cells in chickens fed low-crude protein or low-crude fat diets. *Ital. J. Anim. Sci.* 2010, 9(4), 428-434.
74. Kaya H., Kaya A., Gül M., Çelebi S., Timurkaan S., Apaydın B. Effects of supplementation of different levels of organic acids mixture to the diet on performance, egg quality parameters, serum traits and histological criteria of laying hens. *Eur. Poult. Sci.* 2014, 78, 1-12.
75. Hemmaid K.Z., Rahmy T.R. Does preliminary oral administration of garlic diminish histopathological effects of cobra venom in gastric and hepatic tissues? *J. Egypt. Ger. Soc. Zool. C Histol. Histochem.* 1999, 29, 29-47.
76. Rahmy T.R., Hemmaid K.Z. Prophylactic action of garlic on the histological and histochemical patterns of hepatic and gastric tissues in rats injected with a snake venom. *J Nat Toxins*. 2001, 10(2), 137-165.
77. El-Sheshtawy S.M., Abeer E.K.M.S., Eltalawy M.F. Antioxidant potential and toxicity of garlic (*Allium sativum*). *Egypt. J. Chem. Environ. Health.* 2016, 2(2), 56-65.
78. Rivlin R.S., Budoff M., Amagase H. Significance of garlic and its constituents in cancer and cardiovascular disease. *J. Nutr.* 2006, 136(3), 736-740.
79. Omar S.H., Al-Wabel N.A. Organosulfur compounds and possible mechanism of garlic in cancer. *Saudi Pharm J.* 2010, 18, 51-58
80. Capasso A. Antioxidant action and therapeutic efficacy of *Allium sativum* L. *Molecules*. 2013, 18(1), 690-700.
81. Lakshmi C.S., Sekhar C.C. A review on integrated nutrient management in bulbous vegetable crops. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2018, 7(4), 411-415.
82. Agostini L.R., Jimenez M.J., Ramon A.N., Gomez A.A. Determination of the antioxidant capacity of flavonoids in fruits and fresh and thermally treated vegetables. *Arch. Latinoam. Nutr.* 2004, 54, 89-92.
83. Ergűder B.I., Avci A., Devri E., Durak I. Effects of cooking techniques on antioxidant enzyme Activities of some fruits and vegetables. *Turk. J. Med. Sci.* 2007, 37, 151-156.
84. Lee S., Choi Y., Jeong H.S., Lee J., Sung J. Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food Sci Biotechnol*. 2017, 27(2), 333-342.
85. Sun Y.E., Wang W. Changes in nutritional and bio-functional compounds and antioxidant capacity during black garlic processing. *J. Food Sci Technol*. 2018, 55(2), 479-488.
86. Yang H. The properties and application of fructose syrup. *Food Science*. 2002, 23(2), 154-156.
87. Choi D.J., Lee S.J., Kang M.J., Cho H.S., Sung N.J., Shin J.H. Physicochemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 2008, 37, 465-471.
88. Cheong K.L., Yan F., Huang X. Enzymologic characterization of garlic fructan exohydrolase. *J. Food Biochem.* 2012, 36(2), 248-253.

89. Lu X., Li N., Qiao X., Qiu Z., Liu P. Effects of thermal treatment on polysaccharide degradation during black garlic processing. *LWT – Food Sci. Technol.* 2018, 95, 223-229.
90. Martins S.I.F.S., Jongen W.M.F., van Boekel M.A.J.S. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends Food Sci. Technol.* 2000, 11(9-11), 364-375.
91. Chiozzi V., Agriopoulou S., Varzakas T. Advances, applications, and comparison of thermal (pasteurization, sterilization, and aseptic packaging) against non-thermal (ultrasounds, UV radiation, ozonation, high hydrostatic pressure) technologies in food processing. *Appl. Sci.* 2022, 12(4), 2202.
92. Vhangani L.N., Wyk J.V. Antioxidant activity of Maillard reaction products (MRPs) derived from fructose–lysine and ribose–lysine model systems. *Food Chem.* 2013, 137, 92-98.
93. Liang T., Wei F., Lu Y., Kodani Y., Nakada M., Miyakawa T., Tanokura M. Comprehensive NMR analysis of compositional changes of black garlic during thermal processing. *J. Agric. Food Chem*. 2015, 63, 683-691.
94. Borrelli R.C., Visconti A., Mennella C., Anese M., Fogliano V. Chemical characterization and antioxidant properties of coffee melanoidins. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50(22), 6527-6533.
95. Tressl R., Wondrak G.T., Garbe L.A., Krüger R.P., Rewicki D. Pentoses and hexoses as sources of new melanoidin-like Maillard polymers. *J. Agric. Food Chem.* 1998, 46(5), 1765-1776.
96. Rapusas R.S., Driscoll R.H. Kinetics of non-enzymatic browning in onion slices during isothermal heating. *J. Food Eng.* 1995, 24(3), 417-429.
97. Kim N.Y., Park M.H., Jang E.Y., Lee J. Volatile distribution in garlic (*Allium sativum* L.) by solid phase microextraction (SPME) with different processing conditions. *Food Sci. Biotechnol.* 2011, 20, 775-782.
98. Abe K., Hori Y., Myoda T. Volatile compounds of fresh and processed garlic. *Exp. Ther. Med.* 2020, 19(2), 1585-1593.
99. Bedrníček J., Laknerová I., Lorenc F., Moraes P.P.D., Jarošová M., Samková E., Tříska J., Vrchotová N., Kadlec J., Smetana P. The use of a thermal process to produce black garlic: Differences in the physicochemical and sensory characteristics using seven varieties of fresh garlic. *Foods.* 2021, 10, 2703.
100. Gorinstein S., Leontowicz M., Leontowicz H., Najman K., Namieśnik J., Park Y.S., Jung S.T., Kang S.G., Trakhtenberg S. Supplementation of garlic lowers lipids and increases antioxidant capacity in plasma of rats. *Nutr. Res.* 2006, 26, 362-368.
101. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Drzewiecki J., Najman K., Katrich E., Barasch D., Yamamoto K., Trakhtenberg S. Raw and boiled garlic enhances plasma antioxidant activity and improves plasma lipid metabolism in cholesterol-fed rats. *Life Sci.* 2006, 78, 655-663.
102. Steinberg D. Low density lipoprotein oxidation and its pathobiological significance. *J. Biol. Chem.* 1997, 272, 20963-20966.
103. Jastrzębski Z., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., Zachwieja Z., Barton H. The bioactivity of processed garlic (*Allium sativum* L.) as shown in vitro and in vivo studies on rats. *Food Chem. Toxicol.* 2007, 45, 1626-1633.
104. Bok S.H., Park S.Y., Lee M.K., Jeon S.M., Jeong T.S., Choi M.S. Quercetin dehydrate and gallate supplements lower plasma and hepatic lipids and changes activities of hepatic antioxidant enzymes in cholesterol-fed rats. *Int J Vitam Nutr Res.* 2002, 72, 161-169.
105. Bajaj-Elliott M., Poulsom R., Pender S.L.F., Wathen N.C., MacDonald T.T. Interactions between stromal cell-derived keratinocyte growth factor and epithelial transforming growth factor in immune-mediated crypt cell hyperplasia. *J. Clin. Investig.* 1998, 102(8), 1473-1480.
106. Harris J.C., Plummer S., Turner M.P., Lloyd D. The microaerophillic flagellate *Giardia intestinalis*: *Allium sativum* (garlic) is an effective antigiardial. *Microbiology* 2000, 146, 3119-3127.
107. Im M.H., Park Y.S., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., Ham K.S., Kang S.G., Najman K., Gorinstein S. The thermostability, bioactive compounds and antioxidant activity of some vegetables subjected to different duration of boiling: Investigation *in vito*. *LWT - Food Sci. Technol.* 2011, 44, 92-99.
108. Im M.H., Park Y.S., Ham K.S., Kang S.G., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., Najman K., Gorinstein S. Effects of cooking on the bioactivity of lotus roots and white onions. *Int. J. Food Prop.* 2012, 15, 49-59.
109. Crowther M.A. Pathogenesis of atherosclerosis. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*. 2005, 1, 436-441.
110. Mahmoodi M., Islami M.R, Asadi Karam G.R. Study of the effects of raw garlic consumption on the level of lipids and other blood biochemical factors in hyperlipidemic individuals. *Pak J Pharm Sci.* 2006, 19(4), 295-298.

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

Pracą naukową zajmuję się od 2004 r., w którym podczas stacjonarnych studiów magisterskich na Wydziale Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie, rozpoczęłam realizację badań naukowych do pracy magisterskiej pt. „Wpływ czosnku (*Allium Sativum* L.) gotowanego w różnym czasie na profil lipidowy i potencjał antyoksydacyjny u szczurów", prowadzonych przeze mnie na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie w Katedrze Nauk Fizjologicznych pod kierunkiem pani prof. dr hab. Hanny Leontowicz. Tam również, w 2006 roku, podjęłam stacjonarne studia doktoranckie nt. „Biologicznych podstaw regulacji wzrostu zwierząt i utrzymania ich zdrowia", które ukończyłam w 2011r. obroną pracy doktorskiej pt.: „Prozdrowotne oddziaływanie surowych i traktowanych termicznie warzyw z rodziny *Alliaceae* u szczurów obciążanych cholesterolem", realizowaną również w Katedrze Nauk Fizjoloficznych, pod kierunkiem prof. dr hab. Hanny Leontowicz.

Moje zainteresowania naukowe od rozpoczęcia badań prowadzonych w ramach pracy magisterskiej koncentrowały się na zawartości składników biologicznie czynnych, przede wszystkim tych o właściwościach przeciwutleniających, w tym związków polifenolowych, witamin, błonnika pokamowgo, czy garbników, w surowcach i produktach pochodzenia roślinnego oraz ich roli żywieniowej i prozdrowotnej w profilaktyce chorób cywilizacyjnych, w szczególności miażdżycy i innych rozwijających się na jej tle schorzeń układu krążenia.

**Główna tematyka prowadzonych przeze mnie badań naukowych dotyczy:**

1. oceny zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych różnych surowców i produktów pochodzenia roślinnego, w tym:
   - roślin z rodziny czosnkowatych (*Alliaceae*)
   - owoców roślin z rodziny aktinidiowatych (*Actinidiaceae*)
   - roślin leczniczych z rodzaju wierzbówka (*Chamerion*)
   - owoców roślin z rodziny przewiertniowatych (*Caprifoliaceae*)
2. składników biologicznie czynnych w żywności funkcjonalnej.

W ramach w/w tematyki współpracowałam z jednostkami naukowymi **krajowymi**, takimi jak:

- Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin (Państwowy Instytut Badawczy) w Radzikowie,
- Narodowy Instytut Leków w Warszawie,

- Instytut Żywności i Żywienia im. prof. dr med. Aleksandra Szczygła w Warszawie,
- Uniwersytet Jagielloński w Krakowie,
- Politechnika Gdańska,
- Politechnika Łódzka,
- Wojskowy Instytut Medyczny w Warszawie,
- Instytut Ogrodnictwa (Państwowy Instytut Badawczy) w Skierniewicach

oraz **zagranicznymi**, takimi jak:

- Szkoła Medyczna Hadassa Uniwersytetu Hebrajskiego (The Hebrew University-Hadassah Medical School) w Jerozolimie (Izrael),
- Uniwersyteckie Centrum Medyczne Kaplana (Kaplan University Medical Center) w Rechowocie (Izrael),
- Narodowy Uniwersytet Mokpo (Mokpo National University) w Muan (Korea Południowa),
- Państwowy Uniwersytet Medyczny (State Medical University) we Lwowie (Ukraina),
- Państwowy Instytut Badań Żywności (National Food Research Institute) w Tsukubie (Japonia),
- Akademia Nauk Republiki Czeskiej (Czech Academy of Sciences) w Pradze (Rebublika Czeska),
- Fundacja Naju (Foundation of Natural Dyeing Culture) w Naju (Korea Południowa),
- Uniwersytet WonKwang w Iksan (Korea Południowa),
- Szkoła Jeonnam Provincial College w Damyang (Korea Południowa),
- Narodowy Instytut Badawczy - Centrum Badawcze Studiów Zaawansowanych (Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigació on en Estudios Avanzados) w Guanajuato (Meksyk),
- Narodowy Instytut Badawczy - Centrum Badań Biotechnologii Stosowanej (Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigacióon en Biotecnología Aplicada) w Tlaxcala (Meksyk),
- Akademia Rolnicza Uniwersytetu Witolda Wielkiego (Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences) w Kownie (Litwa),
- Litewskie Centrum Badawcze Rolnictwa i Leśnictwa, (Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute of Agriculture) w Kiejdanach (Litwa),
- Uniwersytet w Lleidzie (University of Lleida) (Hiszpania).

W ramach w/w współpracy opublikowano 17 artykułów naukowych (łączny IF: 43,454; punkty MEiN: 872) (tabela 1), prowadzono badania w projekcie badawczym „Wpływ bioaktywnych składników owoców mini kiwi (*Actinidia arguta*) na profil transkryptomiczny i miRNA oraz metabolizm lipidów w tkankach szczurów z indukowaną hipercholesterolemią", Narodowego Centrum Nauki, panel NZ9, konkurs OPUS 3, 2013-2016 (Załącznik 4, pkt II, 9.2.1.), w ramach którego opublikowano 3 artykuły (tabela 1, poz. 10, 11 i 13). Część wyników badań prowadzonych w ramach współpracy z w/w jednostkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi została zaprezentowana podczas 9. konferencji naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym (Załacznik 4, pkt II, 7.). Dzięki nawiązanej współpracy odbyłam 2 staże naukowo-badawcze, każdy trwający 3 miesiące, tj. staż krajowy w Zakładzie Farmakologii w Narodowym Instytucie Leków w Warszawie (Załącznik 4, pkt II, 11.1.) oraz staż zagraniczny na Wydziale Technologii Żywności Uniwersytetu w Lleidzie w Hiszpanii (Załącznik 4, pkt II, 11.2.).

**Tabela 1**. Wykaz współpracy z jednostkami krajowymi i zagranicznymi: badania i publikacje

| L.p. | Jednostka współpracująca | Rodzaj współpracy: badania/publikacje |
|---|---|---|
| **1** | The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel);<br>Plant Breeding and Acclimatization Institute (Radzikow, Poland);<br>Drug Institute (Warsaw, Poland);<br>The Jagiellonian University (Cracow, Poland);<br>State Medical University (Lviv, Ukraine);<br>Kaplan University Medical Center (Rehovot, Israel). | Gorinstein S., Drzewiecki J., Leontowicz H., Leontowicz M., **Najman K.,** Jastrzebski Z., Zachwieja Z., Barton H., Shtabsky B., Katrich E., Trakhtenberg S.: Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **2005**, 53, 2726–2732.<br>[Punkty MEiN: 24; $IF_{2005}$: 2,507; $IF_{5\text{-letni}}$: 0,278] |
| **2** | The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel);<br>Gdansk University of Technology (Gdansk, Poland);<br>Mokpo National University (Muan, South Korea);<br>Kaplan University Medical Center (Rehovot, Israel). | Gorinstein S., Leontowicz M., Leontowicz H., **Najman K.,** Namieśnik J., Park Y.S., Jung S.T., Kang S.G., Trakhtenberg S.: Supplementation of garlic lowers lipids and increases antioxidant capacity in plasma of rats. Nutrition Research, **2006**, 26, 362–368.<br>[Punkty MEiN: 10; $IF_{2006}$: 0,728; $IF_{5\text{-letni}}$: 0,065] |
| **3** | The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel);<br>Plant Breeding and Acclimatization Institute (Radzikow, Poland);<br>National Food Research Institute (Tsukuba, Japan);<br>Kaplan University Medical Center (Rehovot, Israel). | Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Drzewiecki J., **Najman K.,** Katrich E., Barasch D., Yamamoto K., Trakhtenberg S.: Raw and boiled garlic enhances plasma antioxidant activity and improves plasma lipid metabolism in cholesterol-fed rats. Life Sciences, **2006**, 78, 655–663.<br>[Punkty MEiN: 20; $IF_{2006}$: 2,389; $IF_{5\text{-letni}}$: 0,368] |
| **4** | The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel);<br>Gdansk University of Technology (Gdansk, Poland);<br>Plant Breeding and Acclimatization Institute (Radzikow, Poland);<br>Academy of Sciences of the Czech Republic (Prague, Czech Republic);<br>Kaplan University Medical Center (Rehovot, Israel). | Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Namieśnik J., **Najman K.,** Drzewiecki J., Cvikrová M., Martincová O., Katrich E., Trakhtenberg S.: Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activities in garlic and white and red onions after treatment protocols. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **2008**, 56, 4418–4426.<br>[Punkty MEiN: 24; $IF_{2008}$: 2,562; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,165] |

| | | |
|---|---|---|
| **5** | The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel);<br>National Medicines Institute (Warsaw, Poland);<br>Gdansk University of Technology (Gdansk, Poland);<br>Mokpo National University (Muan, South Korea);<br>Naju Foundation of Natural Dyeing Culture (Naju, South Korea);<br>Jeonnam Provincial College (Damyang, South Korea);<br>WonKwang University (Iksan, South Korea). | Gorinstein S., Jastrzebski Z., Leontowicz H., Leontowicz M., Namieśnik J., **Najman K.,** Park Y.S., Heo B.G., Cho J.Y., Bae J.H.: Comparative control of the bioactivity of some frequently consumed vegetables subjected to different processing conditions. Food Control, **2009**, 20, 407–413.<br>[Punkty MEiN: 24; $IF_{2009}$: 2,463; $IF_{5\text{-letni}}$:2,526] |
| **6** | The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel);<br>National Medicines Institute (Warsaw, Poland);<br>Naju Foundation of Natural Dyeing Culture (Naju, South Korea);<br>Jeonnam Provincial College (Damyang, South Korea);<br>Wonkwang University (Iksan, South Korea);<br>Kaplan University Medical Center (Rehovot, Israel). | Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Jastrzębski Z., **Najman K.**, Tashma Z., Katrich E., Heo B.G., Cho J.Y., Park Y.J., Trakhtenberg S.: The influence of raw and processed garlic and onions on plasma classical and non-classical atherosclerosis indices: investigations *in vitro* and *in vivo*. Phytotherapy Research, **2010**, 24, 706–714.<br>[Punkty MEiN: 20; $IF_{2010}$: 1,878; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,222] |
| **7** | The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel);<br>Mokpo National University (Muan, South Korea);<br>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigació on en Estudios Avanzados (Guanajuato, Mexico);<br>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigacióon en Biotecnología Aplicada (Tlaxcala, Mexico);<br>Kaplan University Medical Center (Rehovot, Israel). | Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., **Najman K.**, Bielecki W., Ham K.S., Kang S.G., Paredes-Lopez O., Martinez-Ayala A.L., Trakhtenberg S.: Aorta and liver changes in rats fed cholesterol-containing and raw vegetable-supplemented diets: experiments *in vitro* and *in vivo*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **2011**, 59, 7441–7451.<br>[Punkty MEiN: 45; $IF_{2011}$: 2,823; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,239] |
| **8** | Mokpo National University (Muan, South Korea);<br>Gdansk University of Technology (Gdansk, Poland);<br>The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel); | Im M.H., Park Y.S., Leontowicz H., Leontowicz M., Namieśnik J., Ham K.S., Kang S.G., **Najman K.**, Gorinstein S.: The thermostability, bioactive compounds and antioxidant activity of some vegetables subjected to different durations of boiling: investigation *in vitro*. LWT-Food Science and Technology, **2011**, 44, 92–99.<br>[Punkty MEiN: 35; $IF_{2011}$: 2,545; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,011] |
| **9** | Mokpo National University (Muan, South Korea);<br>Naju Foundation of Natural Dyeing Culture (Naju, South Korea);<br>Gdansk University of Technology (Gdansk, Poland);<br>The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel). | Im M.H., Park Y.S., Ham K.S., Kang S.G., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., **Najman K.**, Gorinstein, S.: Effects of cooking on the bioactivity of lotus roots and white onions. International Journal of Food Properties, **2012**, 15, 49–59.<br>[Punkty MEiN: 25; $IF_{2012}$: 0,877; $IF_{5\text{-letni}}$: 1,142] |
| **10** | Plant Breeding and Acclimatization Institute, National Research Institute (Radzikow, Poland);<br>Mokpo National University (Muan, South Korea);<br>The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel). | Drzewiecki J., Latocha P., Leontowicz H., Leontowicz M., Park Y.S., **Najman K.**, Weisz M., Ezra A., Gorinstein S:. Analytical methods applied to characterization of *Actinidia arguta*, *Actinidia deliciosa*, and *Actinidia eriantha* kiwi fruit cultivars. Food Analytical Methods, **2016**, 9, 1353–1366.<br>[Punkty MEiN: 30; $IF_{2016}$: 2,038; $IF_{5\text{-letni}}$: 1,982] |

| | | |
|---|---|---|
| **11** | Mokpo National University (Muan, South Korea); The Hebrew University, Hadassah Medical School (Jerusalem, Israel). | Leontowicz M., Leontowicz H., Lasocka I., Bielecki W., **Najman K.**, Latocha P., Park Y.S., Gorinstein S.: *Actinidia arguta* supplementation protects aorta and liver in rats with induced hypercholesterolemia. Nutrition Research, **2016**, 36, 1231–1242.<br>[Punkty MEiN: 25; $IF_{2016}$: 2,737; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,183] |
| **12** | University of Lleida (Lleida, Spain). | Teixé J., Oms G., **Najman K.**, Odriozola I.: Influence of the nature of emulsifiers on the bioaccessibility of β-carotene encapsulated in nanoemulsions. Annals of Nutrition and Metabolism, **2018**, 73 (2), 61–61. [Abstracts book] |
| **13** | Plant Breeding and Acclimatization Institute, National Research Institute (Radzikow, Poland). | Stasiak A., Latocha P., Drzewiecki J., Hallmann E., **Najman K.**, Leontowicz H., Leontowicz M., Łata B.: The choice of female or male parent affects some biochemical characteristics of fruit or seed of kiwiberry (*Actinidia arguta*). Euphytica, **2019**, 215:52.<br>[Punkty MEiN: 70; $IF_{2019}$: 1,614; $IF_{5\text{-letni}}$: 1,883] |
| **14** | Institute of Food and Nutrition (Warsaw, Poland). | Jaworska D., Mojska H., Gielecińska I., **Najman K.**, Gondek E, Przybylski W., Krzyczkowska P.: The effect of vegetable and spice addition on the acrylamide content and antioxidant activity of innovative cereal products. Food Additives and Contaminants: Part A, **2019**, 36 (3), 374–384.<br>[Punkty MEiN: 70; $IF_{2019}$: 2,340; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,516] |
| **15** | Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences (Kaunas, Lithuania) | Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N., Kulaitiene J., **Najman K.**, Hallmann E.: Studies of the variability of polyphenols and carotenoids in different methods fermented organic leaves of willowherb (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub). Applied Sciences-Basel, **2020**, 10 (15), 1–11.<br>[Punkty MEiN: 100; $IF_{2020}$: 2,679; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,736] |
| **16** | Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences (Kaunas, Lithuania) | Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N., Hallmann E., **Najman K.**: Effect of different durations of solid-phase fermentation for fireweed (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) leaves on the content of polyphenols and antioxidant activity in vitro. Molecules, **2020**, 25 (4), 1–12.<br>[Punkty MEiN: 140; $IF_{2020}$: 4,412; $IF_{5\text{-letni}}$: 4,588] |
| **17** | Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute of Agriculture (Kedainiai, Lithuania);<br>Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences (Kaunas, Lithuania). | Jariene E., Lasinskas M., Danilcenko H., Vaitkeviciene N., Slepetiene A., **Najman K.**, Hallmann E.: Polyphenols, antioxidant activity and volatile compounds in fermented leaves of medicinal plant rosebay willowherb (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub). Plants, **2020**, 9 (12), 1–15.<br>[Punkty MEiN: 70; $IF_{2020}$: 3,935; $IF_{5\text{-letni}}$: 4,827] |
| **18** | Lodz University of Technology, Institute of Natural Products and Cosmetics (Lodz, Poland);<br>Research Institute of Horticulture (Skierniewice, Poland);<br>Military Institute of Medicine (Warsaw, Poland);<br>Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences (Kaunas, Lithuania). | Ponder A., **Najman K.,** Aninowski M., Leszczyńska J., Głowacka A., Bielarska A.M., Laniskas M., Hallmann E.: *Polyphenols content, antioxidant properties and allergenic potency of organic and conventional blue honeysuckle berries.* Molecules, **2022**, 27 (18), 6068.<br>[Punkty MEiN: 140; $IF_{2022}$: 4,927; $IF_{5\text{-letni}}$: 5,110] |

## 5.1. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych surowców i produktów pochodzenia roślinnego

Problemem współczesnych społeczeństw jest zwiększone występowanie zaburzeń metabolicznych i powstałych na ich podłożu chorób cywilizacyjnych, w tym chorób układu sercowo-naczyniowego. W profilaktyce chorób układu krążenia, także miażdżycy, istotną rolę odgrywa dieta [17,32]. Bogate w owoce i warzywa diety kojarzą się ze zmniejszonym ryzykiem występowania miażdżycy, wylewów, udarów, zawałów czy nowotworów, co wiąże się m.in. z różnorodnością występujących w nich związków bioaktywnych, w tym o właściwościach przeciwutleniających, jak witamina C, E, β-karoten, czy związki polifenolowe, wywierających prozdrowotny wpływ na organizm. Antyoksydanty m.in. hamują proces utleniania frakcji LDL-cholesterolu, co uznawane jest za jeden z początkowych etapów rozwoju miażdżycy [33,34].

Rośliny z rodziny *Alliaceae* m.in. czosnek i cebula należą do znanych przypraw używanych w kuchni na całym świecie. Oprócz walorów smakowo-zapachowych posiadają szereg związków bioaktywnych, m.in. witaminy, związki siarkoorganiczne i polifenolowe. Rośliny te wykazują właściwości przeciwutleniające, obniżają poziom cholesterolu i triglicerydów we krwi, ciśnienie krwi, zmniejszają agregację płytek, dlatego ich dodatek do potraw może poprawiać metabolizm lipidów oraz zmniejszać ryzyko rozwoju chorób układu krążenia. Znane są również właściwości przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, czy przeciwnowotworowe tych roślin [32,39].

### 5.1.1. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych roślin z rodziny czosnkowatych (*Alliaceae*)

Związki zawarte w owocach i warzywach mogą ulagać zmianom w zależności od rodzaju i intensywności procesów technologicznych, jakim poddawane są rośliny. Procesy technologiczne, w tym obróbka cieplna, wpływają na właściwości, aktywność i biodostępność związków biologicznie czynnych. Dlatego też celem szeroko zakrojonych badań dotyczących oceny zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych roślin *Alliaceae* prowadzonych przeze mnie w ramach pracy magisterskiej, pracy doktorskiej, a także po zakończeniu badań do pracy doktorskiej, realizowanych we współpracy z wieloma uczelniami i instytucjami naukowymi krajowymi i zagranicznymi, było zbadanie właściwości funkcjonalnych czosnku i cebul, określenie wpływu rożnych rodzajów obróbki cieplnej na zawartość związków biologicznie czynnych i potencjał przeciwutleniający roślin czosnkowatych oraz ocena prozdrowotnych właściwości surowych i poddanych obróbce

cieplnej roślin czosnkowatych w organizmie, w celu określenia zasadności ich stosowania w profilatyce oraz leczeniu zmian miażdżycowych. W ramach realizowanych w tym obszarze badań naukowych we współpracy z jednostkami naukowymi, głównie zagranicznymi, opublikowano 9 artykułów (łączny IF: 18,772; punkty MEiN: 227) (tabela 1, poz. 1-9).

W trzech pracach, tj.: „Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic" ($IF_{2005}$: 2,507; punkty MEiN: 24) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.1.), „Supplementation of garlic lowers lipids and increases antioxidant capacity in plasma of rats" ($IF_{2006}$: 0,728; punkty MEiN: 10) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.2.) oraz „Raw and boiled garlic enhances plasma antioxidant activity and improves plasma lipid metabolism in cholesterol-fed rats" ($IF_{2006}$: 2,389; punkty MEiN: 20) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.3.) porównano zawartość związków bioaktywnych, profil białek i potencjał antyoksydacyjny świeżego i gotowanego w czasie 20, 40 i 60 minut polskiego, ukraińskiego i izraelskiego czosnku, porównano zawartość składników bioaktywnych, profil elektroforetyczny białek oraz potencjał antyoksydacyjny w surowym i gotowanym 20 minut czosnku oraz jego wodnych ekstraktach, a także zbadano wpływ dodatku surowego i gotowanego w czasie 20, 40 i 60 minut czosnku oraz jego wodnych ekstraktów na parametry wzrostowe, profil lipidowy i potencjał antyoksydacyjny osocza szczurów żywionych dietą wysokocholesterolową.

Przeprowadzone badania wykazały porównywalną zawartość błonnika pokarmowego, składników mineralnych (w tym manganu, cyku, miedzi, jodu i selenu) i zbliżony profil elektroforetyczny białek (w zakresie 24-97 kDa), z najintensywniej widocznymi prążkami białek o masie 50 i 12 kDa (reprezentującymi allinazę i lektyny) w surowym czosnku pochodzącym z trzech różnych regionów geograficznych. Rozdział elektroforetyczny wykazał, że większość białek czosnku mieściła się w zakresie od 10 do 205 kDa, przy czym większą ilość pasm uzyskano po ekstrakcji 2% buforem SDS, niż SDS z mocznikiem. W surowym i gotowanym czosnku oraz w jego ekstraktach wodnych, białka mieściły się głównie w zakresie od 24 do 116 kDa, przy czym najwyraźniej widocznymi były te o masie 50 kDa i 12,6 kDa. Gotowanie czosnku zmieniało rozpuszczalność i mobilność niektórych białek. Zawartość składników bioaktywnych, tj. polifenoli ogółem i tokoferoli oraz potencjał antyoksydacyjny były najwyższe w surowym polskim czosnku, a zastosowana obróbka cieplna istotnie obniżała jego właściwości bioaktywne. Jedynie krótkotrwała (trwająca 20 minut) obróbka cieplna czosnku pozwalała na zachowanie większości białek, składników bioaktywnych i potencjału przeciwutleniającego czosnku. Dodatkowo, zawartość składników mineralnych i polifenoli

ekstrahowanych rozpuszczalnikami o różnej polarności była zbliżona w czosnku i jego wodnych wyciągach, jednak aktywność przeciwutleniająca czosnku była najwyższa w jego wodnych ekstraktach. W badaniach na zwierzętach wykazano, że dodatek surowego lub gotowanego czosnku i/lub cholesterolu do diety nie wpłynął na parametry wzrostowe szczurów, poprawiał jednak profil lipidowy i potencjał przeciwutleniający osocza, przy czym najlepsze działanie wywierał dodatek surowego i gotowanego 20 minut czosnku. Badania wykazały, że gotowany przez krótki czas (20 minut) czosnek w największym stopniu zachowywał swoją aktywność biologiczną i właściwości przeciwmiażdżycowe, a zatem aby zapewnić jego działanie hipolipidemiczne i przeciwutleniające w przypadku przygotowywania gotowanych posiłków należy dodawać go nie później niż po 20 minut tej obróbki cieplnej.

W kolejnych czterech pracach, tj.: „Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activities in garlic and white and red onions after treatment protocols" ($IF_{2008}$: 2,562; punkty MEiN: 24) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.4.), „Comparative control of the bioactivity of some frequently consumed vegetables subjected to different processing conditions" ($IF_{2009}$: 2,463; punkty MEiN: 24) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.5.), „The influence of raw and processed garlic and onions on plasma classical and non-classical atherosclerosis indices: investigations *in vitro* and *in vivo*" ($IF_{2010}$: 1,878; punkty MEiN: 20) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.6.) oraz „ Aorta and liver changes in rats fed cholesterol-containing and raw vegetable-supplemented diets: experiments *in vitro* and *in vivo*" ($IF_{2010}$: 2,823; punkty MEiN: 45) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.7.) porównano wpływ różnych rodzajów obróbki kulinarnej, tj. blanszowania, gotowania, smażenia, mikrofalowania oraz różnych metod ekstrakcji, tj. z wykorzystaniem 50% metanolu, 100% metanolu i 100% acetonu na profil białek, zawartość składników bioaktywnych (polifenoli ogółem, kwasów fenolowych, flawonoidów, flawanoli, antocyjanów, tanin, witaminy C) oraz aktywność antyoksydacyjną w czosnku i cebulach – białej i czerwonej. Ponadto, zbadano wpływ surowych i poddanych obróbce cieplnej warzyw na parametry wzrostowe, profil lipidowy, parametry morfologiczne krwi, enzymy wątrobowe i potencjał przeciwutleniający osocza krwi, określono również wpływ na zmiany histologiczne w wątrobie i aorcie szczurów żywionych dietą aterogenną.

Przeprowadzone badania wykazały znaczące różnice w zawartości składników bioaktywnych (polifenoli ogółem, kwasów fenolowych, flawonoidów, flawanoli, antocyjanów, tanin, witaminy C) surowych warzyw, z najwyższą ich koncentracją w cebuli czerwonej w porównaniu z białą, czy czosnkiem, przy czym najbardziej skutecznym do ekstrakcji związków polifenolowych był 100% metanol. Dodatkowo, związki fenolowe w badanych warzywach

oceniono przy wykorzystaniu spektrometru masowego (ESI-MS), przeprowadzono również dwuwymiarowe (2D-FL) i trójwymiarowe (3D-FL) pomiary fluorescencji wybranych polifenoli metodą spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR). Badania wykazały zróżnicowaną zawartość związków fenolowych w czosnku, cebuli białej i czerwonej i wysoką (silnie skorelowaną z zawartością składników bioaktywnych) aktywność antyoksyacyjną. Do oceny właściwości przeciwutleniających surowych i traktowanych cieplnie warzyw w różnych ekstraktach zastosowano 4 testy, tj. ABTS, DPPH, FRAP i CUPRAC. Przeprowadzone badania wykazały, że najwyższą aktywnością antyoksydacyjną cechowały się 100% ekstrakty metanolowe z surowych warzyw, spośród których surowa cebula czerwona wykazywała najwyższy potencjał przeciwutleniający. Podobnie, jak w przypadku zawartości związków fenolowych, zastosowana obróbka cieplna prowadziła do obniżenia właściwości antyoksydacyjnych surowych warzyw, przy czym stosowana najkrócej obniżała właściwości bioaktywne badanych warzyw w najmniejszym stopniu. W badaniach wykazano również znaczne różnice w profilu białek w surowych warzywach, a także w poddanych obróbce cieplnej, przy czym rozdział elektroforetyczny wykazał największe zróżnicowanie białek o masie 14 kDa oraz od 50 do 112 kDa, które pod wpływem zastosowanej obróbki termicznej ulegały degradacji. Możliwą przyczyną zmian właściwości bioaktywnych surowych warzyw pod wpływem stosowanych procesów obróbki cieplnej, były różnice w ich właściwościach fizycznych i zróżnicowana wrażliwość na stosowane w czasie ekstrakcji rozpuszczalniki.

Badania na zwierzętach wykazały, że stosowane w diecie wysokocholesterolowej warzywa poprawiały profil lipidowy i potencjał przeciwutleniający osocza krwi, przy czym ich oddziaływanie w organizmie zwierząt zmieniało się w malejącym kierunku: czosnek > cebula biała > cebula czerwona, a skuteczność poddanych obróbce cieplnej warzyw w kierunku: blanszowanie > smażenie > gotowanie.

Do wskaźników zwiększonego ryzyka rozwoju miażdżycy oprócz wysokiego poziomu cholesterolu i jego frakcji LDL-C w osoczu krwi zalicza się również podwyższoną aktywność niektórych enzymów (np. wątrobowych), a także białka C-reaktywnego. W badaniach na zwierzętach prowadzonych w czasie 6 tyg. indeks somatyczny wątroby był znacznie wyższy w grupach zwierząt żywionych dietą aterogenną, a wzrost masy wątroby wynikał ze zwiększonej lipogenezy i akumulacji lipidów w hepatocytach, co potwierdziły badania histologiczne tego narządu. Gęstość optyczna tłuszczu mierzona w 100 losowo wybranych hepatocytach była istotnie wyższa w grupie aterogennej niż w kontrolnej (bez udziału cholesterolu), a zastosowana suplementacja warzywami istotnie obniżała stopień akumulacji lipidów w wątrobie, przy czym

najkorzystniej działał dodatek czosnku, mniejszy efekt wywierała cebula biała i czerwona. Stopień stłuszczenia wątroby korelował z aktywnością enzymów wątrobowych, przy czym najwyższy poziom ALP, AST i ALT stwierdzono w grupie aterogennej, gdzie gęstość optyczna tłuszczu w wątrobie była najwyższa. Przeciwmiażdżycowy efekt dodatku surowych warzyw stwierdzono także w badaniach histologicznych aorty. Pomiary pola powierzchni łuku aorty szczurów objętych widocznymi złogami lipidowymi wykazały największe zmiany w grupie aterogennej, najmniejsze zaś w grupie kontrolnej (bez cholesterolu). Wszystkie stosowane w diecie aterogennej dodatki warzyw zmniejszały obszar zmian miażdżycowych w łuku aorty po 6 tyg., przy czym najskuteczniejszy był czosnek, następnie cebula biała i cebula czerwona.

Podsumowując przeprowadzone z moim udziałem badania dotyczące roślin *Alliaceae*, opublikowane w cyklu 7 publikacji można stwierdzić, że warzywa te jako składnik diety odgrywają ważną rolę w profilaktyce i leczeniu chorób układu krążenia, w tym miażdżycy. Ich prozdrowotne właściwości wynikają z szerokiej gamy składników bioaktywnych, których koncentracja jest najwyższa w warzywach surowych. Badania na zwierzętach wykazały korzystny wpływ tych warzyw na profil lipidowy i potencjał antyoksydacyjny osocza szczurów, przy czym efektywność ich działania korelowała z właściwościami bioaktywnymi zmieniającymi się pod wpływem stosowanej obróbki cieplnej. Dodatkowo, po 6 tygodniach obciążenia cholesterolem w diecie, suplementacja surowymi warzywami obniżała stopień stłuszczenia wątroby oraz ograniczała powstawanie zmian miażdżycowych w aorcie szczurów.

W dwóch kolejnych pracach, tj.: „The thermostability, bioactive compounds and antioxidant activity of some vegetables subjected to different durations of boiling: investigation *in vitro*" ($IF_{2011}$: 2,545; punkty MEiN: 35) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.8.) i „Effects of cooking on the bioactivity of lotus roots and white onions" ($IF_{2012}$: 0,877; punkty MEiN: 25) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.9.) porównano zawartość składników bioaktywnych i aktywność antyoksydacyjną w wodnych, acetonowych i metanolowych ekstraktach ze świeżej cebuli białej (*Allium cepa* L.) (Polska) i w ekstraktach z korzeni białego lotosu (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) (Korea), a także oceniono ich stabilność termiczną podczas gotowania w różnym czasie (10, 20, 40 i 60 minut).

Badania wykazały, że w ekstraktach wodnych i acetonowych zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów, flawanoli i garbników, a także aktywność antyoksydacyjna były istotnie wyższe w korzeniach białego lotosu niż w cebuli białej (przy czym wyższe w ekstraktach wodnych niż w acetonowych), z kolei w ekstraktach metanolowych, zarówno zawartość składników bioaktywnych, jak i potencjał przeciwutleniający były wyższe w cebuli białej niż w korzeniach białego lotosu. Niezależnie od warunków ekstrakcji surowe rośliny cechowały

się wyższymi właściwościami bioaktywnymi, a gotowanie obniżało je zarówno w cebuli, jak i korzeniach białego lotosu. Znacznie wyższą stabilnością termiczną charakteryzowały się składniki w korzeniu białego lotosu. Nawet po gotowaniu w wodzie w czasie 60 minut w korzeniach białego lotosu pozostawało od 40% do 50% składników fenoowych, podczas gdy w gotowanej w tym samym czasie cebuli związki te zachowywały się w 34-38%. Największą termostabilność wykazywały flawonoidy, prawdopodobnie ze względu na wzrost siły odziaływań międzycząsteczkowych flawan-3-oli w wodzie (wiązania wodorowe).

W pracach przeprowadzono również dwuwymiarowe (2D-FL) i trójwymiarowe (3D-FL) pomiary fluorescencji wybranych polifenoli. Widma ekstraktów różniły się głównie w obrębie pików przy λ=275nm i λ=350 nm. Analizy fluorymetryczne oraz spektroskopowe związków mogą być stosowane jako dodatkowe markery charakteryzujące składniki bioaktywne zawarte w tych roślinach, pozwalając na określenie podobieństwa, jak i różnic między próbkami. W badaniach określono również wpływ ekstraktów z warzyw na właściwości antyproliferacyjne komórek nowotworowych ludzkiego raka płuc (linii Calu-6) i żołądka (linii SNU-601), określając względną żywotność komórek. Nie stwierdzono wpływu świeżej cebuli białej na proliferację komórek nowotworowych Calu-6 w odróżnieniu od świeżego białego lotosu. W przypadku linii komórek nowotworowych SNU-601 wpływ ekstraktów z surowego białego lotosu i cebuli był prawie taki sam. Rośliny te można uznać za żywność funkcjonalną o wysokim potencjale antyoksydacyjnym i antyproliferacyjnym.

### 5.1.2. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych owoców roślin z rodziny aktinidiowatych (*Actinidiaceae*)

Badania dotyczące oceny zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych owoców z rodziny aktinidiowatych (*Actinidiaceae*) realizowałam w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki, panel NZ9, konkurs OPUS 3, 2013-2016 „Wpływ bioaktywnych składników owoców mini kiwi (*Actinidia arguta*) na profil transkryptomiczny i miRNA oraz metabolizm lipidów w tkankach szczurów z indukowaną hipercholesterolemią” (Załącznik 4, pkt II, 9.2.1.), w ramach którego we współpracy z jednostkami naukowymi, tj. Instytutem Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie, Narodowym Uniwersytetem Mokpo (Mokpo National University) w Muan (Korea Południowa) oraz Szkołą Medyczną Hadassa Uniwersytetu Hebrajskiego (The Hebrew University-Hadassah Medical School) w Jerozolimie (Izrael), opublikowano 3 artykuły (łączny IF: 6,389; punkty MEiN: 125) (tabela 1, poz. 10, 11 i 13).

W pracy „Analytical methods applied to characterization of *Actinidia arguta, Actinidia deliciosa*, and *Actinidia eriantha* kiwi fruit cultivars" ($IF_{2016}$: 2,038; punkty MEiN: 30) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.10.) zbadano osiem genotypów odmian owoców kiwi: 5 odmian *Actinidia arguta* („Ananasnaya", „M1", „Weiki", „Jumbo" i „Genewa"), hybrydę *Actinidia arguta* i *Actinidia purpurea* („Bingo"), odmianę *Actinidia deliciosa* („Hayward") oraz odmianę *Actinidia eriantha* („Bidan"). Rozdział elektroforetyczny białek (SDS-PAGE), ze względu na niski polimorfizm międzyodmianowy, pozwolił na odróżnienie połowy badanych odmian. Elektroforetyczne wzorce białkowe owoców kiwi odmiany „Bingo" i „Ananasnaya" zebrane w latach 2011 i 2013 i przechowywane 3 tyg. po zbiorze były identyczne, nieznaczne zmiany wykazała jedynie analiza proteomiczna. Widma FTIR i $^{1}$H NMR badanych owoców kiwi „Hayward" i „Bidan" wykazały niewielkie różnice w porównaniu z profilem białek uzyskanych w analizie elektroforetycznej. Badania wykazały, że metoda SDS-PAGE ma większe zastosowanie niż FTIR i $^{1}$H NMR do porównania różnych odmian kiwi i może być stosowana jako narzędzie do kontroli prawidłowości rozmnażania nie tylko płciowego, ale również wegetatywnego *Actinidii*. Biorąc pod uwagę rosnące zapotrzebowanie hodowców roślin na wiarygodne metody laboratoryjnej kontroli i identyfikacji materiału roślinnego, oceny zmienności i czystości genetycznej nasion nowych odmian, pozwalające na ochronę prawną hodowli roślin, metoda SDS-PAGE jest wystarczająco skuteczna, a przy tym prosta i szybka. Nowoczesne metody analityczne FTIR i $^{1}$H NMR, stosowane raczej do celów naukowych, niż rutynowych testów, można wykorzystać do analizy „molekularnego odcisku palca" odmiany.

Najpopularniejszym gatunkiem wśród kiwi jest *Actinidia deliciosa*, podczas gdy inne, jak *Actinidia eriantha* i *Actinidia arguta* są mniej znane. W badaniach „*Actinidia arguta* supplementation protects aorta and liver in rats with induced hypercholesterolemia" ($IF_{2016}$: 2,737; punkty MEiN: 25) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.11.) prowadzonych przeze mnie w ramach projektu (Załącznik 4, pkt II, 9.2.1.) porównano właściwości bioaktywne i prozdrowotne owoców *Actinidia arguta* uprawianych w Polsce i w Azji. Do badań wykorzystano owoce „mini kiwi" (*Actinidia arguta* Planch) odmiany „Bingo", „M1", „Anna", „Weiki", „Jumbo" i „Geneva" (polska plantacja) oraz owoce *Actinidia deliciosa* (odmiana „Hayward") i *Actinidia eriantha* (odmiana „Bidan") pochodzące z azjatyckiej plantacji (Korea). Badania (6 tyg.) na szczurach żywionych dietą z 1% udziałem cholesterolu wykazały, że suplementacja tej diety 5% dodatkiem liofilizowanych owoców poprawiała profil lipidowy i potencjał przeciwutleniający osocza krwi, przy czym najlepsze efekty stwierdzono w grupach zwierząt otrzymujących owoce odmiany „M1" i „Bidan". Wykazano korzystny wpływ mini kiwi na

stopień stłuszczenia wątroby, przy czym grupy „Genewa", „Anna", „Weiki" i „M1" cechowały się „mozaikowym" rozkładem skupisk tłuszczu, zaś w grupach „Jumbo", „Hayward" i „Bidan" akumulacja lipidów była równomierna, ale o znacznie mniejszym nasileniu niż w grupie aterogennej, co wskazywało na częściowe ograniczenie odkładania się lipidów w wątrobie. Ograniczeniu uległy również zmiany miażdżycowe w łuku aorty szczurów suplementowanych owocami kiwi, przy czym najlepsze efekty stwierdzono w grupach „Geneva", „Weiki" i „Anna", a najmniejsze dla „Bingo", „M1" i „Bidan". Badania wykazały też korzystny wpływ dodatku owoców na parametry morfologiczne jelita. Najdłuższe kosmki jelitowe stwierdzono w grupie „Weiki", krótsze zaś w „Hayward" i „Bidan", co korelowało z zawartością rozpuszczalnej frakcji błonnika w owocach tych odmian. Przeprowadzone badania wykazały lepsze właściwości przeciwmiażdżycowe polskich odmian *Actinidia arguta* niż azjatyckich odmian „Hayward" i „Bidan".

Wszystkie gatunki *Actinidia* to rośliny dwupienne, których zapylenie jest niezbędnym procesem dla zawiązywania owoców, a także wpływającym na ostateczną ich jakość. W prowadzonych w ramach projektu naukowego (Załącznik 4, pkt II, 9.2.1.) badaniach, w pracy „The choice of female or male parent affects some biochemical characteristics of fruit or seed of kiwiberry *(Actinidia arguta)*" ($IF_{2019}$: 1,614; punkty MEiN: 70) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.12.) określono wpływ różnych źródeł pyłku na cechy fizykochemiczne i biochemiczne owoców i nasion dla różnych odmian żeńskich *Actinidia arguta*. Do badań wykorzystano 3 żeńskie odmiany *Actinidia arguta,* tj. „Geneva", „Weiki" i „Bingo" oraz pyłek 5 różnych odmian w tym 3 odmian *Actinidia arguta* („Rubi", „Nostino" i „Joker"), odmiany *Actinidia purpurea* („Rot") oraz odmiany *Actinidia chinensis var. deliciosa* („Tomuri"), pochodzącej z Argentyny.

Badania wykazały duży wpływ źródła pyłku na cechy fizykochemiczne (głównie na zawartośc suchej masy) i bioaktywne (zawartość związków fenolowych) owoców i nasion trzech odmian żeńskich *Actinidia arguta*. Najniższą zawartość suchej masy stwierdzono w owocach odmiany „Bingo" zapylanej pyłkiem odmian „Joker", „Nostino" i „Rubi". Zapylanie odmiany „Geneva" pyłkami innych gatunków lub odmian zwiększyło zawartość suchej masy o 22,9% dla odmiany „Tomuri" i 23,5% dla odmiany „Rot". Najwyższą zawartość suchej masy stwierdzono w odmianie „Weiki" zapylanej pyłkiem „Nostino"i „Rubi". W zależności od źródła pyłku i odmian żeńskich całkowita zawartość związków polifenolowych była zróżnicowana, jednak średnio najwyższy ich udział wykazano w owocach odmiany „Geneva", a najniższy w owocach odmiany „Weiki". Znaczne różnice stwierdzono również w aktywności przeciwutleniającej owoców w zależności od kombinacji męskich i żeńskich osobników

rodzicielskich, z najwyższą aktywnością antyoksydacyjną w owocach kiwi odmiany „Geneva" zapylanych pyłkiem odmiany „Tomuri", a najniższą we wszystkich żeńskich odmianach („Geneva", „Weiki" i „Bingo") zapylanych pyłkiem „Rubi".

Przeprowadzone badania wykazały, że dla uzyskania owoców o określonych cechach, niezbędny jest indywidualny dla określonych odmian żeńskich dobór pyłku. W celu uzyskania lepszego profilu związków fenolowych i wyższej aktywności antyoksydacyjnej owoców, najlepsze efekty uzyskano zapylając odmiany „Geneva" i „Bingo" pyłkiem odmiany „Joker", natomiast dla odmiany żeńskiej „Weiki" – pyłkiem odmiany „Tomuri".

### 5.1.3. Ocena zawartości składników bioaktywnych i właściwości funkcjonalnych roślin leczniczych z rodzaju wierzbówka (*Chamerion*)

Badania dotyczące oceny zawartości składników bioaktywnych i funkcjonalnych roślin z rodzaju wierzbówka (*Chamerion*) prowadziłam w ramach współpracy z jednostkami naukowymi, tj. z Akademią Rolniczą Uniwersytetu Witolda Wielkiego (Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences) w Kownie (Litwa) oraz Litewskim Centrum Badawczym Rolnictwa i Leśnictwa, (Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute of Agriculture) w Kiejdanach (Litwa), w ramach której opublikowano 3 artykuły (łączny IF: 11,026; punkty MEiN: 310) (tabela 1, poz. 15-17).

W trzech opublikowanych pracach, tj.: „Studies of the variability of polyphenols and carotenoids in different methods fermented organic leaves of willowherb (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub)" ($IF_{2020}$: 2,679; punkty MEiN: 100) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.14.), „Effect of different durations of solid-phase fermentation for fireweed (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) leaves on the content of polyphenols and antioxidant activity in vitro" ($IF_{2020}$: 4,412; punkty MEiN: 140) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.15.) oraz „Polyphenols, antioxidant activity and volatile compounds in fermented leaves of medicinal plant rosebay willowherb (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub)" ($IF_{2020}$: 3,935; punkty MEiN: 70) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.16.) określono wpływ różnych warunków fermentacji w fazie stałej (SPF) (SPF – ang. *solid-phase fermentation*), tj. w warunkach tlenowych i beztlenowych, w czasie 24, 48 i 72 godzin w różnych sezonach wegetacyjnych, tj. 2017 i 2018 na zawartość składników bioaktywnych, właściwości antyoksydacyjne i profil związków lotnych w liściach wierzbówki.

Badania wykazały wyższą zawartość związków bioaktywnych w liściach wierzbówki w 2018 roku, niż w roku 2017, co prawdopodobnie wynikało z mniej korzystnych warunków meteorologicznych w tym sezonie wegetacyjnym i gromadzenia większej ilości związków

bioaktywnych przez roślinę w odpowiedzi na warunki stresowe. W badaniach wykazano, że fermentacja SPF poprawiała izolację substancji bioaktywnych z liści wierzbówki, zależnie od rodzaju (tlenowa/beztlenowa) i czasu (24, 48, 72 h) jej trwania. Dodatkowo, próbki różniły się pod względem profilu związków fenolowych. Badania wykazały wzrost zawartości polifenoli ogółem po 24 h fermentacji tlenowej (o ok. 12%) i beztlenowej (o ok. 23%), zaś po 48 h aż o 83% i 45% w porównaniu z kontrolą (niesfermentowaną). Najwyższą zawartość kwasów fenolowych i flawonoidów stwierdzono w liściach fermentowanych tlenowo w czasie 24 h. W obu sezonach wegetacyjnych, pod wpływem zastosowanych procesów fermentacyjnych znacznie wzrosła zawartość kwercetyny, przy czym obniżeniu ulegała zawartość rutynozydu-3-*O*-kwercetyny, prawdopodobnie na skutek rozpadu wiązań glikozydowych pod wpływem enzymów bakterii fermentacyjnych. Pomimo obniżenia zawartości kwasu galusowego i chlorogenowego, ogólna zawartość kwasów fenolowych (w obydwu sezonach) zwiększała się pod wpływem SPF, zarówno w czasie 24, jak i 48 h. Dominujący w wierzbówce kwas elagowy zwiększył swoją zawartość ponad 2-krotnie po 48 h tlenowej fermentacji SPF. W obu sezonach po 24 h fermentacji zwiększyła się także zawartość kwasu benzoesowego i kwasu *p*-kumarowego (zarówno po 24, jak i 48 h fermentacji SPF). Zawartość oenoteiny B (dominującej w wierzbówce taniny), również istotnie wzrosła po zastosowaniu fermentacji SPF (zwłaszcza po 24 h fermentacji tlenoweji i beztlenowej oraz po 48 h fermentacji beztlenowej) w obu sezonach wegetacyjnych. Można to tłumaczyć obniżeniem zawartości kwasu galusowego na skutek wzrostu aktywności enzymatycznej drobnoustrojów, rozkładających kwas elagowy i galotaniny na związki o niższej masie cząsteczkowej w czasie SPF. Zawartość polifenoli była skorelowana z aktywnością antyoksydacyjną, tj. liście poddane procesom fermentacyjnym wykazywały istotnie wyższy potencjał przeciwutleniający, niż liście niefermentowane. Jednocześnie, zaobserwowano zmiany w efektywności procesu fermentacji na przestrzeni lat, co mogło wynikać z różnych warunków atmosferycznych w tych sezonach wegetacyjnych.

W przeprowadzonych w ramach tej współpracy badaniach analizowano również profil związków zapachowych przy wykorzystaniu „elektronicznego nosa” (Alpha M.O.S.). W profilu zapachowym niefermentowanych liści dominowały zapachy herbaciane, dość ostre, kwaśne, z delikatną nutą kwiatową i owocową, pochodzące m.in. z (z)-3-heksen-1-olu, octanu heksylu, czy octanu trans-heks-2-enylu. Procesy fermentacyjne SPF poprawiły aromat liści wierzbówki, uwalniając związki lotne nadające wyraźny jabłkowy i cytrusowy aromat. W zależności od warunków SPF, zidentyfikowano 57 związków lotnych o intensywnym zapachu, przy czym powstały również nowe związki lotne, jak np. cytronellyl (terpeny), izobutanol

(alkohole) i butanon (ketony), na skutek aktywności enzymatycznej mikroorganizmów, katalizującej rozkład substancji wielkocząsteczkowych z jednoczesną syntezą innych związków, w tym kwasów, alkoholi, estrów, terpenów, aldehydów, czy ketonów, decydujących o profilu aromatycznym. Po 48 h fermentacji w warukach beztlenowych pojawiły się niepożądane związki z grupy estrów, jak maślan etylu i octan butylu, nadające liściom ostry zapach, natomiast w czasie 48 h fermentacji tlenowej powstawały związki nadające liściom wierzbówki przyjemny, owocowy aromat.

Podsumowując, przeprowadzone badania dotyczące wpływu fermentacji w stanie stałym (SPF) na właściwości funkcjonalne liści wierzbówki wykazały, że *Chamerion angustifolium* (L.) Holub jest rośliną o wysokim potencjale przeciwutleniającym, dostarczającą dużej ilości składników bioaktywnych, których zawartość może być modulowana procesem fermentacji (SPF). Właściwie ukierunkowany proces SPF daje duże możliwości modyfikacji właściwości bioaktywnych, a także poprawy profilu zapachowego liści wierzbówki. Badania mogą posłużyć producentom żywości projektującym produkty funkcjonalne z liści tej rośliny (lub innych roślin o podobnym profilu związków bioaktywnych) do wytwarzania produktów o określonych, pożądanych cechach bioaktywnych i smakowo-zapachowych.

### 5.1.4. Ocena zawartości składników bioaktywnych, właściwości antyoksydacyjnych i alergennych owoców roślin z rodziny przewiertniowatych (*Caprifoliaceae*)

Poważnym problemem żywności w XXI wieku jest jej alergenność, a nietolerancje pokarmowe dotyczą coraz szerszej grupy konsumentów, zarówno w populacji dorosłych, jak i i dzieci. Aby zmniejszyć objawy alergii pokarmowych promowane są nowe technologie upraw oraz odmiany owoców i warzyw o mniejszej alergenności. Niekture badania wykazują, że owoce pochodzące z upraw ekologicznych cechują się niższą alergennością, niż pochodzące z upraw konwencjonalnych. W przypadku owoców wiciokrzewu (jagody kamczackiej) (*Lonicera caerulea* L. *var*. *kamtschatica* Sevast.), problemy z reakcjami alergicznymi są nadal skomplikowane i tudne do zrozumienia, przede wszystkim ze względu na to, że są to stosunkowo nowe produkty na rynku i brakuje informacji dotyczących ich alergenności i bezpieczeństwa żywnościowego dla konsumentów.

Badania dotyczące oceny zawartości składników bioaktywnych, właściwości antyoksydacyjnych i alergennych jagód wiciokrzewu, rośliny należącej do rodziny przewiertniowatych (*Caprifoliaceae*) prowadziłam w ramach współpracy z jednostkami naukowymi, tj. Politechniką Łódzką, Wojskowym Instytutem Medycznym w Warszawie,

Instytutem Ogrodnictwa w Skierniewicach oraz Akademią Rolniczą Uniwersytetu Witolda Wielkiego (Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences) w Kownie (Litwa), w ramach której opublikowano artykuł „Polyphenols content, antioxidant properties and allergenic potency of organic and conventional blue honeysuckle berries" ($IF_{2022}$: 4,927; punkty MEiN: 140) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.20.) (tabela 1, poz. 18). W pracy tej określono wpływ odmiany, rodzaju i warunków uprawy (konwencjonalna i ekologiczna) na zawartość związków fenolowych, właściwości przeciwutleniające i alergenne owoców jagody kamczackiej. Do badań wykorzystano 3 odmiany jagody kamczackiej: „Nr 30", „Jolanta" i „Indygo", uprawiane w sadach doświadczalnych w warunkach konwencjonalnych i ekologicznych w dwóch sezonach wegetacyjnych (2018r. i 2019r.). W badanych owocach oznaczono zawartość suchej masy, wybranych składników bioaktywnych (w tym polifenoli ogółem, kwasów fenolowych, flawonoidów, flawonoli, antocyjanin), aktywność antyoksydacyjną oraz zawartość alergenów, z zastosowaniem pośredniego testu ELISA (ELISA – ang. *enzyme-linked immunosorbent assay*) oraz mysich przeciwciał przeciwko Bet v1, króliczych przeciwciał przeciwko profilinie, skoniugowanych przeciwciał przeciwko mysim immunoglobulinom z fosfatazą alkaliczną oraz skoniugowanych przeciwciał przeciwko króliczym immunoglobulinom z fosfatazą alkaliczną.

Przeprowadzone badania wykazały, że jagody wiciokrzewu błękitnego (*Lonicera caerulea* L. *var. kamtschatica* Sevast.) cechowały się wysoką zawartością składników bioaktywnych i wysokim potencjałem przeciwutleniającym (od 70,56±3,76 μM TEAC/g ś.m. do 117,56±3,84 μM TEAC/g ś.m.). System i warunki uprawy wpływały na zawartość składników fenolowych w owocach, przy czym jagody pochodzące z uprawy ekologicznej charakteryzowały się wyższą zawartością polifenoli ogółem (165,83±27,70 mg/100g ś.m.), kwasów fenolowych (8,02±0,62 mg/100g ś.m.), flawonoidów (157,81±27,47 mg/100g ś.m.), flawonoli (43,65±1,41 mg/100g ś.m.) i antocyjanów (114,16±26,18 mg/100g ś.m.) niż te z uprawy konwencjonalnej (odpowiednio 135,78±16,86; 7,01±0,16; 128,77±16,90; 38,98±1,90 i 89,79±16,30 mg/100g ś.m.), w drugim sezonie (tj. 2019r.). Odmianą o najwyższej konentracji związków fenolowych oraz najwyższej aktywności przeciwutleniającej w obydwu sezonach wegetacyjnych była odmiana „Indygo". Przeprowadzone badania wykazały, że zarówno warunki agronomiczne, czy praktywki rolnicze (system uprawy) w różnym stopniu wpływały na syntezę białek alergennych, w tym białka Bet v1 i profiliny w roślinach. Wykazano, że owoce pochodzące z uprawy ekologicznej są bezpieczniejsze dla konsumentów pod względem alergenności, aniżeli te z upraw w systemie konwencjonalnym.

## 5.2. Składniki biologicznie czynne w żywności funkcjonalnej

Biorąc pod uwagę zalecenia żywieniowe dotyczące zwiększonego spożycia owoców, warzyw i pełnoziarnistych produktów zbożowych, współczesne trendy w produkcji żywności wzbogacanej w składniki bioaktywne, a także coraz większe zainteresowanie konumentów żywnością o korzystnych właściwościach zdrowotnych, badania nad żywnością funkcjonalną, są istotną częścią badań żywieniowych. Szeroka gama produktów spożywczych na rynku wymusza na producentach konieczność zwracania szczególnej uwagi na wartość odżywczą i atrakcyjność sensoryczną oferowanych produktów. Od wielu lat moje zainteresowania naukowe koncentrują się na właściwościach bioaktywnych i funkcjonalnych surowców i produktów pochodzenia roślinnego.

W ramach tego obszaru badań odbyłam 3-miesięczny zagraniczny staż naukowy na Wydziale Technologii Żywności Uniwersytetu w Lleidzie (Departament de Tecnologia d'Aliments, Universitat de Lleida) w Hiszpanii (Załącznik 4, pkt II, 11.3.), a część uzyskanych wyników została zaprezentowana na konferencji (Załącznik 4, pkt II, 7.8.). Dodatkowo, w ramach tej tematyki badawczej opublikowałam artykuł we współpracy z krajowymi i zagranicznymi jednostkami naukowymi (poniżej, pkt. 5.2.2.) oraz cztery artykuły w ramach badań realizowanych we współpracy z innymi pracownikami Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW (poniżej, pkt. 5.3.).

### 5.2.1. Nanoemulsje jako nośniki i systemy zabezpieczające naturalne barwniki o właściwościach funkcjonalnych

Głównym celem prowadzonych przeze mnie badań podczas stażu naukowego było projektowanie i badanie nanoemulsji spożywczych wzbogaconych w związki karotenoidowe (β-karoten). Badania dotyczyły trzech obszarów: (1) projektowania nanosystemów do enkapsulacji i ochrony naturalnych barwników, (2) charakterystyki zaprojektowanych nanoemulsji, (3) oceny biodostępności oraz bioprzyswajalności składników funkcjonalnych (β-karotenu) zawartych w zaprojektowanych nanoemulsjach.

W celu zaprojektowania i optymalizacji składu i właściwości fizykochemicznych czy fizjologicznych nanoemulsji (otrzymanych metodą mikrofluidyzacji), jako surfaktanty stosowano różne substancje (m.in. Tween 20, lecytynę i palmitynian sacharozy), w różnych stężeniach. Pozwoliło to na przygotowanie stabilnych emulsji, a następnie zbadanie ich właściwości fizycznych i fizjologicznych w warunkach sztucznego przewodu pokarmowego.

W badaniach dotyczących optymalizacji właściwości fizykochemicznych emulsji, zarówno w skali makro, jak i nanometrycznej, kluczowym aspektem jest określenie właściwości strukturalnych i reologicznych tych układów, ich optycznej i mikrostrukturalnej stabilności, trwałości barwy, a przede wszystkim właściwości rozproszonych w układzie dyspersyjnym cząstek, ich morfologii, wielkości i wzajemnych oddziaływań w układzie. Dlatego też, w ramach prowadzonych przeze mnie badań zajmowałam się charakterystyką właściwości fizykochemicznych, w tym analizą wielkości kropli, badaniami potencjału ζ i indeksu polidyspersyjnego, barwy, czy stabilności zaprojektowanych emulsji i nanoemulsji.

Ostatnim obszarem badań realizowanych przeze mnie w ramach stażu naukowego była ocena biodostępności oraz bioprzyswajalności składników funkcjonalnych (β-karotenu) zawartych w zaprojektowanych nanostrukturach (badania *in vitro*). Prowadzone przeze mnie w tym zakresie badania obejmowały: (1) trawienia *in vitro* emulsji wzbogaconych w β-karoten (emulsji i nanoemulsji), do którego wykorzystano 3-członowy model „sztucznego przewodu pokarmowego" symulujący warunki trawienia w organizmie w 3 głównych fazach: w jamie ustnej, w żołądku i w dwunastnicy, (2) określenie ilości uwolnionych wolnych kwasów tłuszczowych i (3) określenie biodostępności β-karotenu zawartego w makro- i nanoemulsjach.

Prowadzone podczas stażu badania wykazały, że nanoemulsje mogą stanowić bardzo dobre rozwiązanie dla dostarczania różnych składników do żywności i mogą stać się dobrą alternatywą dla konwencjonalnych emulsji, ze względu na ich potencjalne korzyści, takie jak ochrona lipofilowych składników funkcjonalnych, zwiększona stabilność fizykochemiczna, lepsza jakość optyczna oraz wyższa biodostępność lipofilowych związków bioaktywnych, takich jak β-karoten. Odpowiednio zaprojektowane układy nanoemulsji mogą być wykorzystywane do optymalizacji i projektowania efektywnych preparatów i układów jako systemów nośnikowych substancji w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, czy nawet kosmetycznym.

Część uzyskanych przeze mnie wyników badań realizowanych w ramach współpracy podczas stażu na Wydziale Technologii Żywności, Uniwersytetu w Lleidzie (Departament de Tecnologia d'Aliments, Universitat de Lleida) w Hiszpanii została zaprezentowana podczas konferencji: XVII$^{th}$ Conference of Spanish Nutrition Society (SEŇ) and the Xth Meeting of the Catalan Association of Food Science (ACCA), June 27-29, 2018, Barcelona, Spain) (Załącznik 4, pkt II, 7.8.) i zamieszczona w materiałach konferencyjnych „Influence of the nature of emulsifiers on the bioaccessibility of β-carotene encapsulated in nanoemulsions" (Załącznik 4, pkt II, 2.6.).

### 5.2.2. Projektowanie i ocena właściwości przekąsek zbożowo-warzywnych

Biorą pod uwagę potencjalne neurotoksyczne i genotoksyczne właściwości akrylamidu, konieczne jest minimalizowanie jego spożycia m.in. poprzez odpowiedni dobór produktów w diecie, a także sposobów ich obróbki. Chrupkie przekąski, kojarzone z niezdrową żywnością, można wzbogacić o zdrowe dodatki (np. otręby, warzywa, nasiona), a także rozwijać innowacyjną ich gamę o odpowiedniej wartości odżywczej, wysokiej zawartości błonnika, składników polifenolowych i ograniczonej zawartości potencjalnie szkodliwych związków.

Dlatego też we współpracy z Instytutem Żywności i Żywienia im. prof. dr med. Aleksandra Szczygła w Warszawie, przeprowadzono badania dotyczące projektowania i oceny właściwości funkcjonalnych, składu i wartości odżywczej oraz jakości sensorycznej chrupkich przekąsek zbożowo-warzywnych, których wyniki opublikowano w artykule „The effect of vegetable and spice addition on the acrylamide content and antioxidant activity of innovative cereal products" ($IF_{2019}$: 2,340; punkty MEiN: 70) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.13.) (tabela 1, poz.14). W ramach pracy zaprojektowano i wyprodukowano metodą ekstruzji chipsy zbożowe z dodatkiem warzyw (około 25%) takich jak: brokuły i cukinia (z 0,75% i 1,5% dodatkiem czosnku) oraz dynia i cynamon (z 0,75% i 1,5% dodatkiem imbiru). Badania wykazały, że jakość sensoryczna produktów była zadowalająca, proces ekstruzji znacząco zmienił jednak ich wartość odżywczą. Chipsy dyniowe cechowały się prawie 2-krotnie wyższą zawartością błonnika pokarmowego i ponad 7-krotnie wyższą zawartością β-karotenu, a także wyższą zawartością związków polifenolowych i potencjałem antyoksydacyjnym w porównaniu z chipsami zbożowymi z dodatkiem cukinii i brokułów. Zastosowane w ilości 1,5% dodatki smakowe zwiększały ich aktywność przeciwutleniającą, dodatek imbiru poprawiał ten parametr nawet na poziomie 0,75%. Właściwości żywieniowe chipsów z dodatkiem dyni i imbiru były jednak ograniczone dużą zawartością powstającego w czasie ich produkcji akrylamidu. O ile zawartość tej substancji w chipsach z cukinii i brokułów była stosunkowo niska, o tyle w chipsach zbożowo-dyniowych była aż 7-krotnie wyższa.

Przeprowadzone badania wykazały, że cukinia i brokuły są lepszym niż dynia surowcem do produkcji chrupkich przekąsek zbożowych. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, producenci chipsów powinni unikać surowców o wysokiej zawartości cukrów redukujących lub skrobi (jako ich bezpośredniego źródła), nasilających reakcje Maillarda i prowadzących do powstawania szkodliwych produktów ich rekacji (w tym akrylamidu), a także kontrolować skład chemiczny wykorzystywanych do produkcji przekąsek zbożowych surowców i produktów.

### 5.3. Inna działalność naukowa (publikacje niewchodzące w skład osiągnięcia i nie realizowane we współpracy z innymi ośrodkami naukowymi)

Oprócz omówionej powyżej tematyki badań realizowanych przeze mnie we współpracy z jednostkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi moja działalność naukowa koncentuje się na ocenie właściwości fizykochemicznych i bioaktywnych surowców i produktów pochodzenia zwierzęcego, a przede wszystkim roślinnego, które mogą znaleźć zastosowanie jako element codziennej diety. W ramach badań realizowanych przeze mnie we współpracy z innymi pracownikami Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w tym obszarze, dotyczących głównie składników żywności o właściwościach funkcjonalnych, obublikowano 5 artykułów (łączny IF: 12,797; punkty MEiN: 370) (tabela 2).

**Tabela 2**. Wykaz innych publikacji naukowych

| L.p. | Rodzaj współpracy: badania/publikacje |
|---|---|
| **1** | Szterk A., Roszko M., **Najman K.,** Kruk M., Mroczek E., Zarodkiewicz M., Rogalski M., Waszkiewicz-Robak B.: Comparison of various detection systems coupled to high performance liquid chromatography for determination of tocopherols in meat. The influence and comparison of the most popular sample preparation method. Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques, **2014**, S2. 005. |
| **2** | Sadowska A., Świderski F., Kostyra E., Rachtan-Janicka J., **Najman K.:** Effect of ageing time on quality characteristics of different bovine muscles. International Journal of Food Science and Technology, **2020**, 55(3), 1189–1198.<br>[Punkty MEiN: 70; $IF_{2020}$: 3,713; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,408] |
| **3** | **Najman K.,** Sadowska A.: Effect of red cabbage sprouts treating with organic acids on the content of polyphenols, antioxidant properties and colour parameters. Applied Sciences-Basel, **2021**, 11(11), 1–15.<br>[Punkty MEiN: 100; $IF_{2021}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921] |
| **4** | Siol M., Sadowska A, Król K., **Najman K.**: Bioactive and physicochemical properties of exotic fruit seed powders: mango *(Mangifera indica* L.) and rambutan *(Nephelium lappaceum* L.) obtained by various drying methods. Applied Sciences-Basel, **2022**, 12, 4995.<br>[Punkty MEiN: 100; $IF_{2022}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921] |
| **5** | Sadowska A., Świderski F., Siol M., Niedziółka D., **Najman K.**: Functional properties of fruit fibers preparations and their application in wheat bakery products (kaiser rolls). Agriculture, **2022**.<br>(artykuł zaakceptowany dnia 14 października 2022r.)<br>[Punkty MEiN: 100; $IF_{2022}$: 3,408; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,459] |

#### 5.3.1. Ocena możliwości zastosowania różnych metod analitycznych do oznaczenia zawartości tokoferoli w mięsie

Zróżnicowanie zawartości tokoferoli w produktach spożywczych wymaga stosowania czułych metod analitycznych, umożliwiających prawidłową identyfikację ich homologów (δ-, γ- i α-tokoferolu). Zawartość tokoferoli w mięsie jest zróżnicowana, ze względu na różnice w żywieniu zwierząt (stosowanie paszy suplementowanej witaminą E lub olejami roślinnymi bogatymi w tokoferole) czy przetwórstwo mięsa (obróbka cieplna), w większości prowadzące do strat w zawartości i zmian w profilu tokoferoli. Istnieje zatem potrzeba właściwego doboru metod analitycznych ograniczających degradację tokoferoli na etapie izolcji, a także stosowania metod identyfikacji i separacji, które umożliwią precyzyjne oznaczenie ich zawartości.

W pracy „Comparison of various detection systems coupled to high performance liquid chromatography for determination of tocopherols in meat. The influence and comparison of the most popular sample preparation method" (Załącznik 4, pkt II, 4.2.1.) (tabela 2, poz. 1) oceniono możliwości zastosowania wysokosprawnej chromatografii cieczowej w połączeniu z detektorem diodowym (PDA) (PDA – ang. *programmable diode array*), fluorometrem FLD (FLD – ang. *fluorescence detector*) i spektrometrem masowym z pułapką jonową z jonizacją pod ciśnieniem atmosferycznym (APCI) (APCI – ang. *atmospheric pressure chemical ionisation*), fotojonizacją pod ciśnieniem atmosferycznym (APPI) (APPI – ang. *atmospheric pressure photo ionisation*) i połączoną jonizacją fotochemiczną pod ciśnieniem atmosferycznym (APPI-APCI) do oznaczania δ-, γ- i α-tokoferoli. Badania przeprowadzono na 18 próbkach szynki wieprzowej. Do ekstrakcji próbek wykorzystano 16 najczęściej opisywanych w literaturze procedur, stosując dodatkowe modyfikacje umożliwiające osiągnięcie fotojonizacji pod ciśnieniem atmosferycznym. Przeprowadzone badania wykazały, że ekstrakcja z etanolem i heksanem dała znacznie wyższe wskaźniki odzysku w porównaniu z metodami opartymi na zmydleniu próbki i ekstrakcji innymi rozpuszczalnikami. Ponadto, w badanich wykazano, że najbardziej czułym z testowanych systemów detekcji do oznaczenia zawatości tokoferoli, dostarczającym wartości LOD (LOD – ang. *limit of detection*) w zakresie 3,8-38,5 ng/ml był detektor fluorescencyjny (FLD). Po zastosowaniu jonizacji chemicznej pod ciśnieniem atmosferycznym (APCI), wartości LOD dla γ- i α-tokoferolu wynosiły odpowiednio 0,2 i 0,5 μg/ml. Przy jonizacji fotochemicznej pod ciśnieniem atmosferycznym (APPI/APCI) zaobserwowano znaczny wzrost wydajności jonizacji δ-tokoferolu, co spowodowało wzrost czułości (LOD=1,0 μg/ml).

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zastosowanie odpowiednich procedur ekstrakcji próbki (minimalizujących degradację analitu, w tym przypadku tokoferoli) i czułej metody detekcji, zapewnia wiarygodność uyskiwanych wyników. Wyniki tego badania mogą mieć duże znaczenie praktyczne w zakresie precyzyjnego oznaczania zawartości witaminy E w mięsie i innych produktach spożywczych.

### 5.3.2. Ocena cech jakościowych mięsa wołowego

Wołowina przeznaczona na cele kulinarne musi spełniać określone wymagania jakościowe pod względem cech sensorycznych, których nabiera w trakcie dojrzewania, tj. przechowywania w czasie od kilku godzin do kilku tygodni w temperaturze 2-5°C. Stopień dojrzewania mięsa zależy m.in. od pH mięsa, poziomu aktywności kalpainy w mięśniach,

warunków przechowywania (temperatura i atmosfera gazowa), a wydajność tego procesu od gatunku i rasy zwierząt, czy partii mięśniowych. Wołowina wymaga najdłuższego czasu dojrzewania (10-21 dni), krótszego zaś wieprzowina (6-10 dni) czy mięso drobiowe (0,5-1 dni).

W pracy „Effect of ageing time on quality characteristics of different bovine muscles" ($IF_{2020}$: 3,713; punkty MEiN: 70) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.17.) (tabela 2, poz. 2) podjęto próbę optymalizacji dojrzewania wybranych mięśni wołowych uzyskanych od zwierząt pochodzących ze skrzyżowania bydła mlecznego rasy Holsztyńsko-Fryzyjskiej z rasą Limousine. W pracy oceniono wpływ dojrzewania mięsa w próżni (2°C±1°C) w czasie 7, 14 i 21 dni na profil sensoryczny i właściwości fizyczne 5 rodzajów mięśni wołowych, tj. *musculus semitendinosus*, *musculus semimembranosus*, *musculus longissimus thoracis*, *musculus longissimus lumborum* i *musculus gluteus medius*. W surowych mięśniach oceniono barwę, pH, stopień wycieku, rozciągłość, a w poddanych obróbce cieplej (grillowanie) przeprowadzono instrumentalny pomiar tekstury i ocenę sensoryczną. Badania wykazały, że właściwości sensoryczne, w szczególności cechy tekstury (miękkość, soczystkość, kruchość i łatwość fragmentacji) zależały od rodzaju badanych partii mięśniowych i czasu ich dojrzewania. Po 7 dniach dojrzewania próbki *musculus semitendinosus* cechowały się największą twardością i słabą przydatnością kulinarną, natomiast wydłużenie czasu dojrzewania do 14 i 21 dni poprawiało zarówno ich cechy sensoryczne, jak i przydatność kulinarną do obróbki cieplnej, takiej jak grillowanie. Wśród badanych mięśni najwyższą przydatność kulinarną po 14 i 21 dniach dojrzewania wykazywały mięśnie *musculus longissimus thoracis* i *lumborum* oraz *musculus gluteus medius*. Jednocześnie, zastosowanie metod instrumentalnych i oceny jakości sensorycznej zapewniło dokładną i kompleksową ocenę cech jakościowych mięsa związanych z przydatnością kulinarną poszczególnych partii mięśniowych mięsa wołowego.

### 5.3.3. Ocena właściwości funkcjonalnych kiełków warzywnych

W ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie konsumentów żywnością minimalnie przetworzoną o wysokiej jakości sensorycznej i odżywczej oraz niskiej wartości energetycznej, w tym warzyw w postaci kiełków, jako popularnego składnika sałatek. Kiełki stanowiąc dobrą pożywkę dla rozwoju drożdży i pleśni, mają krótki okres przydatności do spożycia, a ich delikatna konsystencja dodatkowo utrudnia ich dezynekcję. Wadą kiełków jest także utrata barwy i związków bioaktywnych podczas przechowywania. W ostatnich latach prowadzone są badania nad przedłużeniem trwałości warzyw poprzez stosowanie promieni UV, czy kwasów organicznych, jednak dotyczą one przeważnie sałat i warzyw o twardszej teksturze.

Dlatego w pracy „Effect of red cabbage sprouts treating with organic acids on the content of polyphenols, antioxidant properties and colour parameters" ($IF_{2021}$: 2,838; punkty MEiN: 100) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.18.) (tabela 2, poz. 3) porównano cechy fizykochemiczne, zawartość składników bioaktywnych, aktywność przeciwutleniającą i jakość mikrobiologiczną kiełków czerwonej kapusty traktowanych łagodnymi kwasami organicznymi: cytrynowym, askorbinowym, mlekowym, octowym i nadoctowym, podczas 7 i 14 dni przechowywania. W pracy dokonano instrumentalnego pomiaru barwy oraz określono obecność pleśni, drożdży oraz całkowitą liczbę drobnoustrojów mezofilnych. Biorąc pod uwagę zawartość polifenoli oraz potencjał antyoksydacyjny kiełków, badania wykazały, że stosowanie wszystkich kwasów organicznych pozwoliło na zachowania związków polifenolowych w 71-86% oraz właściwości przeciwutleniających w 75-96% w kiełkach przechowywanych w warunkach chłodniczych w czasie 14 dni, w zależności od rodzaju zastosowanego kwasu organicznego. Najlepsze efekty osiągnięto traktując kiełki kwasem nadoctowym i askorbinowym, odpowiednio w stężeniu 80 ppm i 1%. Przeprowadzone badania nad możliwością wydłużenia okresu przechowywania i zachowania bioaktywnych właściwości świeżych kiełków wykazały, że zastosowanie kwasu nadoctowego w postaci roztworu wodnego podczas obróbki wstępnej pozwalało na zmniejszenie zawartości drobnoustrojów o jeden rząd logarytmiczny. Kwas askorbinowy nie redukował zawartości drobnoustrojów w badanych próbkach kiełków.

Biorąc pod uwagę zawartość składników bioaktywnych i jakość mikrobiologiczną świeżych kiełków można stwierdzić, że istnieje duża potrzeba stosowania łagodnych kwasów organicznych podczas obróbki wstępnej kiełków w celu utrzymania wysokiego poziomu składników bioaktywnych podczas ich przechowywania, co może również przyczynić się do przedłużenia ich trwałości.

### 5.3.4. Ocena właściwości funkcjonalnych nasion owoców egzotycznych

Egzotyczne owoce, cieszące się coraz większą popularnością w krajach europejskich, zawierają nasiona, które są niewykorzystanym i bezużytecznym produktem ubocznym przetwórstwa owoców. Badania sugerują, że niewykorzystane odpady mogą być źródłem składników odżywczych i związków bioaktywnych w znacznie bardziej skoncentrowanych ilościach niż znajdujące się w miąższu owocu, zatem badania właściwości fizykochemicznych i zawartości związków bioaktywnych w nasionach owoców mogą pozwolić na ocenę możliwości i celowości ich szerszego zastosowania w produkcji żywności funkcjonalnej.

W pracy „Bioactive and physicochemical properties of exotic fruit seed powders: mango *(Mangifera indica* L.) and rambutan *(Nephelium lappaceum L.)* obtained by various drying methods" ($IF_{2022}$: 2,838; punkty MEiN: 100) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.19.) (tabela 2, poz. 4) określono właściwości fizykochemiczne i bioaktywne proszków z nasion egzotycznych owoców tropikalnych, takich jak mango (*Mangifera indica* L.) i rambutan (*Nephelium lappaceum* L.), otrzymanych metodą suszenia konwekcyjnego i sublimacyjnego. W badanych proszkach oznaczono wodochłonność i rozpuszczalność w wodzie, zmierzono aktywność wody, pH, przeprowadzono pomiar barwy w przestrzeni barw *L*a*b**, określono profil smakowy metodą „elektronicznego języka", zbadano również zawartość wybranych związków bioaktywnych, m.in. garbników, polifenoli ogółem oraz aktywność przeciwutleniającą.

Przeprowadzone badania wykazały niską wodochłonność i niską rozpuszczalność w wodzie badanych proszków. Charakteryzowały się one neutralną barwą i zróżnicowanym profilem smakowym w zależności od pochodzenia. Proszki z nasion rambutanu cechowały się bardziej gorzkim smakiem i wyższą intensywnością smaku umami w porównaniu z proszkami z nasion mango, wykazującymi bardziej intensywny kwaskowaty i słodki smak. Badania wykazały, że proszki nasion owoców egzotycznych, tj. mango i rambutanu, były bogate w związki polifenolowe i wykazywały wysoką aktywność przeciwutleniającą, różniącą się w zależności od zastosowanej metody suszenia. Suszenie (do zbliżonych wartości aktywności wody w przedziale 0,03-0,23) konwekcyjne *vs* sublimacyjne, miało znacznie większy wpływ na zmiany zawartości związków bioaktywnych niż na badane parametry fizykochemiczne. Proszki z nasion liofilizowanych charakteryzowały się wyższą zawartością związków polifenolowych oraz wyższą aktywnością przeciwutleniającą niż proszki z nasion suszonych konwekcyjnie.

Ze względu na znaczną zawartość związków bioaktywnych o właściwościach przeciwutleniających, zadowalające parametry fizykochemiczne (częściowa rozpuszczalność w wodzie, mało intensywny kolor i charakterystyczny smak) badane proszki mogą znaleźć zastosowanie w produkcji suplementów diety oraz w projektowaniu żywności funkcjonalnej. Ze względu na niski wskaźnik rozpuszczalności w wodzie proszki z mango i rambutanu mogą być stosowane w projektowaniu produktów, w których wskazana jest wrażliwość na cząstki lub przy opracowywaniu napojów o dużej gęstości. Stosowanie badanych proszków może być korzystne nie tylko ze względów żywieniowych, ale także przyczynić się do zmniejszenia ilości odpadów poprodukcyjnych, wpisując się w powszechny ostatnio trend „zero waste".

### 5.3.5. Ocena właściwości funkcjonalnych mikronizowanych błonników owocowych i możliwości ich zastosowania w produkcji pieczywa pszennego

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie konsumentów żywnością funkcjonalną wzbogaconą o składniki prozdrowotne, w tym błonnik pokarmowy. Korzyści płynące ze spożycia błonnika obejmują m.in. zapobieganie zaparciom, poprawę perystaltyki jelit, czy zapobieganie nowotworom okrężnicy. Najczęściej błonniki owocowe pozyskiwane są z wytłoków, stanowiących cenne źródło składników bioaktywnych, m.in. witaminy C, związków fenolowych, minerałów, pektyn oraz substancji zapachowych i barwiących. Błonniki owocowe są pozyskiwane m.in. z aronii, jabłek, żurawiny, czy kakao i cechują się wysoką zawartością antocyjanów, flawonów, kwasów fenolowych, garbników, czy antyoksydantów.

W pracy „Functional properties of fruit fibers preparations and their application in wheat bakery products (kaiser rolls)" ($IF_{2022}$: 3,408; punkty MEiN: 100) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.21.) (tabela 2, poz. 5) określono właściwości fizykochemiczne i bioaktywne mikronizowanych błonników owocowych, tj. z kakao, aronii i jabłek oraz oceniono możliwości ich zastosowania w projektowaniu i produkcji pieczywa pszennego na dwóch poziomach dodatku, tj. 3 i 6%.

Badane preparaty błonnikowe cechowały się zróżnicowaną rozpuszczalnością w wodzie, od ok.17% dla błonnika kakaowego do ok. 30% dla błonnika z aronii, uzależnioną od zawartości błonnika i stosunku frakcji rozpuszczalnej do nierozpuszczalnej w preparacie. Zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniająca preparatów błonnikowych zależała od rodzaju owoców, z których zostały pozyskane. Najwyższą zawartością polifenoli i najwyższą aktywnością antyoksydacyjną charakteryzował się błonnik z aronii (7,0 mgGAE/1g i 10,1 mmol TEAC/100 g,), najniższą zaś jabłkowy (1,6 mgGAE/1 g, 3,6 mmol TEAC/100 g).

Pieczywo z udziałem preparatów błonnikowych o niższym poziomie dodatku (3%) miały korzystniejsze cechy sensoryczne niż te o wyższym (6%) udziale, przy czym najbardziej korzystne pod względem właściwości sensorycznych było pieczywo z dodatkiem preparatu błonnikowego z aronii. Wraz ze wzrostem udziału błonnika jabłkowego i kakaowego pogarszał się smak (wzrost intensywności smaku gorzkiego) i konsystencja (wzrost twardości) pieczywa.

Przeprowadzone badania wykazały, że preparaty błonnikowe mogą stanowić doskonałe uzupełnienie diety nie tylko w błonnik pokarmowy, ale również w bioaktywne związki pochodzące z owoców, które wykazują właściwości niwelujące wolne rodniki. Zaprojektowane wyroby piekarnicze mogłyby stanowić wartościowy dodatek do asortymentu pieczywa półcukierniczego (ciasta drożdżowe), gdzie niekorzystny gorzki smak można zamaskować dodatkiem np. bakalii (żurawina, rodzynki), orzechów, czy nadzieniem owocowym.

## 6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

### 6.1. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych

W latach 2000-2005 ukończyłam (z wynikiem bardzo dobrym) jednolite studia magisterskie na Wydziale Nauk o Zwierzętach Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, na kierunku: Zootechnika, o specjalności: Organizacja Produkcji Zwierzęcej, z pracą magisterską pt.: „Wpływ czosnku (*Allium Sativum* L.) gotowanego w różnym czasie na profil lipidowy i potencjał antyoksydacyjny u szczurów", realizowaną w Katedrze Nauk Fizjologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pod kierunkiem prof. dr hab. Hanny Leontowicz. W 2005r. ukończyłam również 2-semestralne równoległe studia przygotowania pedagogicznego na Wydziale Ekonomiczno-Rolniczym Szkoły Glównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

W latach 2006-2011 ukończyłam stacjonarne studia doktoranckie nt. „Biologicznych podstaw regulacji wzrostu zwierząt i utrzymania ich zdrowia" prowadzone na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z rozprawą doktorską pt.: „Prozdrowotne oddziaływanie surowych i traktowanych termicznie warzyw z rodziny *Alliaceae* u szczurów obciążanych cholesterolem", realizowaną w Katedrze Nauk Fizjoloficznych, pod kierunkiem prof. dr hab. Hanny Leontowicz, obronioną z wyróżnieniem. Dodatkowo, w 2007r. uczestniczyłam w XIX Szkole Letniej „Postępy Biologii Molekularnej", organizowanej przez Instytut Genetyki Człowieka Akademii Rolniczej w Poznaniu, uzyskując certyfikat ukończenia kursu biologii molekularnej.

W latach 2009-2010 ukończyłam 3-semestralne studia podyplomowe w Centrum Kształcenia Podyplomowego Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi w zakresie „Organizacji i Zarządzania Oświatą", z pracą dyplomową pt: „Kompetencje dyrektora współczesnej szkoły", w latach 2010-2011 ukończyłam 3-semestralne studia podyplomowe dla nauczycieli woj. mazowieckiego w zakresie nauczania II przedmiotu na kierunku „Biologia", na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, a także w latach 2018-2019 3-semestralne studia podyplomowe „Chemia w szkole", w Instytucie Studiów Podyplomowych, Wyższej Szkoły Nauk Pedagogicznych w Warszawie.

Ukończone studia magisterskie, doktoranckie, a także studia podyplomowe i kursy pozwoliły mi na uzyskanie kwalifikacji niezbędnych do prowadzenia zajęć edukacyjnych w placówkach oświatowych oraz zajęć dydaktycznych w uczelniach wyższych.

Od grudnia 2012r. do chwili obecnej jestem pracownikiem naukowo-dydaktycznym (od grudnia 2014r. zajmuję stanowisko adiunkta) w Zakładzie Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych w Katedrze Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, gdzie w ramach działalności dydaktycznej opracowuję, przygotowuję, w znacznej części modyfikuję oraz realizuję zajęcia dydaktyczne (wykłady, ćwiczenia laboratoryjne i audytoryjne), zarówno dla studentów studiów stacjonarnych, jak i niestacjonarnych, I-ego i II-ego stopnia na kierunkach: Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, Dietetyka oraz Gastronomia i Hotelarstwo.

Od podjęcia zatrudnienia w SGGW prowadziłam i/lub prowadzę zajęcia dydaktyczne z następujących przedmiotów:

- Trendy w Technologii Żywności (przedmiot realizowany w latach 2013-2018);
- Towaroznawstwo Nowoczesnej Żywności (realizowany w latach 2013-2017);
- Towaroznawstwo Żywności Funkcjonalnej (realizowany w latach (2013-2017);
- Technologia Produktów Pochodzenia Roślinnego (realizowany w latach 2013-2017)
- Biologia (realizowany w latach 2013-2017);
- Biologia z Elementami Genetyki;
- Żywność Funkcjonalna;
- Żywność Wygodna;
- Towaroznawstwo Żywności;
- Towaroznawstwo Żywności Przetworzonej;
- Technologia Żywności Pochodzenia Roślinnego;
- Projektowanie Produktów i Potraw Dietetycznych.

W latach 2014-2017 byłam koordynatorem przedmiotu Trendy w Technologii Żywności na Kierunku Żywienie Człowieka i Ocena Żywności (studia II stopnia), a od 2015r. do chwili obecnej jestem koordynatorem przedmiotu „Biologia z Elementami Genetyki" dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych I stopnia na kierunku: Żywienie Człowieka i Ocena Żywności oraz przedmiotu „Żywność Funkcjonalna" dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych I stopnia na kierunkach: Żywienie Człowieka i Ocena Żywności oraz Dietetyka.

Ponadto, w latach 2020-2021, w związku z ogłoszoną przez WHO pandemią COVID-19 spowodowaną wirusem SARS-CoV-2, wprowadzonym Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 23 marca 2020r. „w sprawie czasowego ograniczenia funkcjonowania niektórych podmiotów systemu szkolnictwa wyższego i nauki w związku z

zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19" (Dz.U. poz. 2255) i przejściem nauki w tryb „zdalny", zmodyfikowałam formy i metody wszystkich prowadzonych przeze mnie zajęć i dostosowałam je do możliwości realizacji w formie „zdalnej". W okresie tym zrealizowałam następujące zajęcia w formie zdlanej z zastosowaniem platformy MS Teams:

- Biologia z elementami genetyki (ćwiczenia: 178 godzin; wykłady: 13 godzin)
- Żywność Funkcjonalna (ćwiczenia: 45 godzin; wykłady: 24 godziny)
- Towaroznawstwo Żywności (ćwiczenia: 97 godzin)
- Technologia Żywności Pochodzenia Roślinnego (ćwiczenia: 4 godziny; wykłady: 6 godzin)
- Żywność Wygodna (wykłady: 2 godziny)
- Projektowanie Produktów i Potraw Dietetycznych (wykłady: 4 godziny).

Dodatkowo, w okresie od 1 października do 31 grudnia 2021r. przeprowadziłam 60 godzin dydaktycznych zajęć wyrównawczych z przedmiotu „Biologia" dla Studentów pierwszego roku studiów stacjonarnych I-go stopnia w roku akademickim 2021/2022 na Kierunku: Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, w ramach inicjatywy MEiN – programu wsparcia dla uczelni wyższych, którego celem było uzupełnienie wiedzy Studentów przyjętych na pierwszy rok studiów stacjonarnych, którzy z powodu epidemii SARS-CoV-2 przez ostatnie 3 semestry odbywali kształcenie w szkołach średnich w formie zdalnej. Biorąc pod uwagę zakres realizowanych treści programowych z uwzględnieniem założeń programowych zawartych w sylabusie do przedmiotu „Biologia z elementami genetyki" (ZCZ-ZC-1S-01Z-08_21), będącego podstawowym i obowiązkowym dla tego kierunku (I rok, 1 semestr, zimowy), w całości opracowałam obudowę merytoryczną zajeć, tj. program zajęć, wybierając treści programowe najobszerniej realizowane w czasie planowych zajęć z tego przedmiotu w toku studiów tak, aby ułatwić Studentom osiągnięcie zakładanych w programie studiów i sylabusie, przynajmniej niektórych, efektów kształcenia (w szczególności dot. „wiedzy"), materiały prezentacyjne, zadania problemowe i testy. Zajęcia były prowadzone w blokach tematycznych (3 bloki tematyczne: „Cytologia", „Botanika", „Genetyka"), składających się z części teoretycznej (prelekcji) i z części praktycznej, mającej na celu ugruntowanie wiedzy i jej wykorzystanie do praktycznego rozwiązywania zadań problemowych.

Byłam promotorem 23 zakończonych prac dyplomowych, w tym 18 prac inżynierskich/ licencjackich oraz 5 prac magisterskich. Wykonałam recenzję 26 prac dyplomowych inżynierskich/licencjackich oraz 9 prac magisterskich. Począwszy od 2018r. co roku biorę udział w pracach komisji egzaminacyjnej egzaminów dyplomowych na kierunkach: Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, Gastronomiai Hotelarstwo oraz Dietetyka jako egzaminator.

Z dniem 1 września 2020r. zostałam powołana w skład Zespołu ds. Dyplomowania Wydziału Żywienia Człowieka i Konsumpcji na okres do 31 sierpnia 2024r., w ramach którego zajmuję się m.in. opiniowaniem tematów prac dyplomowych, koordynowaniem prac związanych z weryfikacją, opracowywaniem i bieżącą aktualizacją zagadnień egzaminacyjnych na egzaminy dyplomowe dla poszczególnych typów i rodzajów studiów na kierunkach: Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, Gastronomia i Hotelarstwo, Dietetyka.

Z dniem 1 września 2020r. zostałam również powołana w skład Zespołu ds. Weryfikacji Dokumentacji Programów Studiów Wydziału Żywienia Człowieka i Konsumpcji na okres do 31 sierpnia 2024r., w ramach którego zajmuję się m.in. nadzorowaniem, organizowaniem, opracowaniem i bieżącą aktualizacją sylabusów przedmiotów, w tym weryfikacją sylabusów pod kątem: zgodności z programami i planami studiów, zgodności zakresu tematycznego i form zaliczeń/egzaminów przedmiotów z programami studiów, ujednoliceniem i aktualizacją treści zawartych w sylabusach, a także opracowywaniem i bieżącą aktualizacją matryc efektów uczenia się i programów studiów dla poszczególnych typów i rodzajów studiów na kierunkach: Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, Gastronomia i Hotelarstwo, Dietetyka.

Od 2019r. do chwili obecnej przygotowuję plany i sprawozdania dydaktyczne w Katedrze Żywności Fukcjonalnej i Ekologicznej, w tym dla Zakładu Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych oraz Zakładu Żywności Ekologicznej.

W roku akademickim 2021/2022 byłam członkiem Zespołu przygotowującego Raport Samooceny Wydziału Żywienia Człowieka w ramach prac związanych z akredytacją kierunku Dietetyka, natomiast w bieżącym roku akademickim 2022/2023 jestem członkiem Zespołu przygotowującego Raport Samooceny Wydziału w ramach prac związanych z akredytacją kierunku Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, zaplanowaną na 24 i 25 października 2022r.

W 2016r. otrzymałam również Nagrodę Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia dydaktyczne (nagroda zespołowa II stopnia).

Od 2005r. do chwili obecnej jestem również czynnym zawodowo nauczycielem w szkołach różnego typu m.in. szkoły podstawowe, gimnazjum, z aktualnym zatrudnieniem w liceum ogólnokształcącym na stanowisku nauczyciela biologii i chemii. Od momentu zatrudnienia w placówkach oświatowych byłam zatrudniona (zgodnie z kwalifikacjami zawodowymi) na stanowiskach: nauczyciela przyrody (Szkoła Podstawowa w Zespole Szkolno-Przedszkolnym w Jaktorowie, Szkoła Podstawowa w Zespole Szkolno-Przedszkolnym nr 2 w Grodzisku Mazowieckim), nauczyciela chemii (Gimnazjum im.

Konstantego Ildefonsa Gałczyńskiego w Zespole Szkolno-Przedszkolnym w Jaktorowie, Liceum Ogólnokształcącym w Zespole Szkół nr 1 w Milanówku), nauczyciela biologii (w Gimnazjum im. św. Jana Pawła II w Nadarzynie, w Liceum Ogólnokształcącym im. św. Jana Pawła II w Nadarzynie i w Liceum Ogólnokształcącycm w Zespole Szkół nr 1 w Milanówku) oraz 3 krotnie pełniłam funcję wychowawcy klasy (w Szkole Podstawowej w Zespole Szkolno-Przedszkolnym w Jaktorowie, w Gimnazjum im. św. Jana Pawła II w Nadarzynie oraz w Liceum Ogólnokształcącym w Zespole Szkół nr 1 w Milanówku).

W okresie swojej pracy w placówkach oświatowych przeszłam całą ścieżkę awansu zawodowego, uzyskując kolejno stopnie awansu zawodowego nauczyciela kontraktowego (2007), mianowanego (2012) i dyplomowanego (2016). W ramach ścieżki awansu uczestniczyłam w ponad 40 różnych formach doskonalenia zawodowego (szkolenia, seminaria, warsztaty, konferencje), które stanowiły m.in. dokumentację wniosków o podjęcie postępowania kwalifikacyjnego na poszczególne stopnie awansu zawodowego nauczyciela przedkładane odpowiednio Dyrektorowi w miejscu zatrudnienia (nauczyciel kontraktowy), w Urzędzie Gminy (nauczyciel mianowany), czy w Mazowieckim Kuratorium Oświaty w Warszawie (nauczyciel dyplomowany).

Uczestnictwo w różnych formach doskonalenia zawodowego o charakterze wychowawczym i profilaktycznym pozwoliło mi nabyć umiejętności i kompetencje niezbędne do pełnienia funkcji dydaktyczno-wychowawczych w placówkach oświatowych (m.in. efektywną pracę nad Planami Wychowawczymi i Planami Profilaktycznymi Szkoły, a także konsekwentne ich realizowanie w pracy nauczyciela-wychowawcy, czy wreszcie na prowadzenie w latch 2006-2010 zajęć lekcyjnych w Ośrodku Wychowawczym MONAR), ale również przydatne w pracy dydaktycznej na szczeblu akademickim.

Udział w różnych formach doskonalenia zawodowego o charakterze dydaktycznym (m.in. w szkoleniu „Pozyskiwanie Funduszy Unijnych – Tworzenie sieci porozumień organizacji pozarządowych o charakterze horyzontalnym na terenie trzech województw: lubelskiego, małopolskieo i mazowieckiego", w seminarium „Planowanie pracy z uczniem zdolnym") pozwoliło mi na efektywną pracę z uczniami o specyficznych potrzebach edukacyjnych, zarówno z trudnościami edukacyjnymi, jak też ze szczególnie zdolnymi.

W roku szkolnym 2011/2012 prowadziłam wyrównawcze zajęcia pozalekcyjne w ramach Projektu Systemowego „Wyrównywanie szans edukacyjnych uczniów poprzez dodatkowe zajęcia rozwijające kompetencje kluczowe – Zagrajmy o Sukces" finansowanego

ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytet IX, Działanie 9.1, Poddziałanie 9.1.2

W latach 2011-2019 prowadziłam również zajęcia pozalekcyjne „koło zainteresowań" z biologii, w ramach którego uczniowie poszerzali swoją wiedzę, rozwijali swoje umiejętności i zainteresowania biologiczne, odkrywali własny, indywidualny sposób myślenia, realizując zajęcia w formie warsztatowej, laboratoryjnej, doświadczalnej (także w uczelniach wyższych i w instytutach naukowych), co owocowało ich udziałem w wielu konkursach szkolnych i pozaszkolnych, w tym ogólnopolskich (m.in. „Konkurs z wiedzy na temat zdrowia i jego ochrony MEDI-TEST", „Konkurs z wiedzy na temat ekologii i ochrony środowiska EKO-PLANETA", „Konkurs Czas na Zdrowie" czy „Konkurs biologiczny dla uczniów gimnazjum organizowany przez Mazowieckie Kuratorium Oświaty, w którym w roku szkolnym 2015/2016 3 uczniów zakwalifikowało się do II, krajowego etapu).

W roku szkolnym 2011/2012 i 2012/2013 byłam opiekunem dydaktycznym 2 stypendystek w ramach Projektu „Regionalny program stypendialny dla uczniów szczególnie uzdolnionych" w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki 2007-2013, Priorytetu IX Rozwój Wykształcenia i Kompetencji w Regionach, Działanie 9.1, Wyrównywanie szans edukacyjnych i zapewnienie wysokiej jakości usług edukacyjnych świadczonych w systemie oświaty, Poddziałanie 9.1.3 Pomoc stypendialna dla uczniów szczególnie uzdolnionych, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego i krajowych środków publicznych, dla których opracowałam indywidualne plany rozwoju edukacyjnego ucznia (numery identyfikacyjne wniosków: 1786 oraz 2045).

W latach 2012-2013 w Gimnazjum im. bł. Jana Pawła II w Nadarzynie byłam również opiekunem praktyki pedagogicznej 2 studentek „Podyplomowych Studiów Pedagogicznych SGGW", z których każda odbyła pod moją opieką 14 godzin praktyki pedagogicznej.

Od momentu zatrudnienia w placówkach oświatowych biorę udziałw pracach Komisji Egzaminacyjnych, jako członek lub przewodniczący Zespołów nadzorujących przebieg egzaminów ósmoklasisty, gimnazjalnych (do czasu funkcjonowania) i maturalnych.

W swojej dotychczasowej pracy dydaktycznej w placówkach oświatowych różnego typu, otrzymałam 8-krotnie Nagrodę Dyrektora za szczególne osiągnięcia w pracy dydaktyczno-wychowawczej: 5-krotnie w Gimnazjum im. św. Jana Pawła II w Nadarzynie (w latach 2012, 2013, 2014, 2015, 2016) oraz 3-krotnie w Liceum Ogólnokształcącym w Zespole Szkół nr 1 w Milanówku (w latach 2019, 2020, 2021).

**6.2. Informacja o osiągnięciach organizacyjnych i popularyzujących naukę**

Istotną częścią mojej codziennej pracy, obok działalności naukowej i dydaktycznej, jest również działalność organizacyjna i popularyzująca wiedzę i naukę. Od początku mojego zatrudnienia w SGGW biorę udział w organizowaniu, nadzorowaniu i realizacji ważnych wydarzeń organizowanych przez Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, takich jak Dni SGGW, Olimpiada Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, Festiwal Nauki, warsztaty i zajęcia laboratoryjne dla dzieci i młodzieży, czy wykłady upowszechniające wiedzę.

W latach 2015-2019, 5-krotnie (22-23.05.2015r.; 19-20.05.2016r.; 19-20.05.2017r.; 18-19.05.2018r.; 17-18.05.2019r.) brałam udział w organizowanych rokrocznie w maju (do czasu wybuchu pandemii COVID-19 spowodowanej wirusem SARS-CoV-2) Dniach SGGW, gdzie uczestniczyłam w organizacji stoistka Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji.

4-krotnie uczestniczyłam, jako członek komisji oceniającej bloki tematyczne „Żywienie Człowieka i Gospodarstwo Domowe" (etap centralny: 2013) i „Gastronomia" (etapy okręgowe: 2017, 2018, 2019) w Olimpiadzie Wiedzy i Umiejętności Rolniczych w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (Załącznik 4, pkt III, 6.)

2-krotnie brałam udział w Festiwalu Nauki, podczas którego zainicjowałam, przygotowałam i przeprowadziłam w ramach cyklu tematycznego „Jesz, a czy wiesz że…?" warsztaty pt. „Barwy i smaki żywności" – na temat: naturalnych i syntetycznych barwników żywności, właściwości przeciwutleniających barwników naturalnych, wpływu barwy na odczuwanie smaku, metod pozyskiwania barwników z wybranych warzyw, wykorzystania nowoczesnych metod mrożenia (produkcja lodów z wykorzystaniem barwników) (25. 09. 2014 r.) oraz warsztaty w ramach Klubów Festiwalowych organizowanych na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji dla dzieci, młodzieżyi i dorosłych pt. „Przeciwutleniacze – a z czym to się je?" (21 i 23. 09. 2015r.).

W czerwcu 2014r., na zaproszenie Dyrekcji Gimazjum im. bł. Jana Pawła II w Nadarzynie, zorganizowałam i przeprowadziłam wraz z pracownikami Zakładu Żywności Funkcjnalnej i Towaroznawstwa warsztaty laboratoryjne nt. „Wykorzystania nowoczesnych metod mrożenia żywności". Warsztaty odbyły się w Gimazjum ul. Żółwińska 41 w Nadarzynie dla około 80 uczniów w ramach szkolnej akcji „Targi Zdrowgo Żywienia" (13.06.2014r.).

W listopadzie 2017r. przeprowadziłam wykład na temat „Edukacja i jej wpływ na kształtowanie odpowiednich nawyków żywieniowych" dla młodzieży licealnej w ramach projektu „Rola nauczyciela i szkoły w kształtowaniu prawidłowych nawyków żywieniowych" w Zespole Szkół nr 1 w Milanówku.

Począwszy od 2014r. do czasu wybuchu pandemii COVID-19, organizowałam i prowadziłam wraz innymi pracownikami Zakładu Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych zajęcia warsztatowe i laboratoryjne dla uczniów szkół różnego typu (szkoła podstawowa, gimnazjum, liceum), związane z tematyką i kierunkiem badań Zakładu. W tym czasie zorganizowałam i poprowadziłam 24 spotkania w gmachu SGGW, w laboratoriach Katedry Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej, dotyczące m.in. substancji bioaktywnych, składników funkcjonalnych, barwników i aromatów w żywności, metod utrwalania żywności z zastosowaniem czynników kriogenicznych czy liofilizacji, a także zajęcia mikroskopowe. Wykaz zorganizowanych i przeprowadzonych przeze mnie w ramach działalności organizacyjnej i popularyzującej naukę spotkań dla uczniów przedstawiłam w tabeli 3.

**Tabela 3.** Wykaz zajęć warsztatowych zorganizowanych dla uczniów szkół różnego typu

| L.p. | Tematyka warsztatów | Szkoła | Termin |
|---|---|---|---|
| **1** | „Otrzymywania i rozdziału barwników naturalnych (karotenoidów)” | Gimnazjum im. bł. Jana Pawła II w Nadarzynie | 12.04.2014r. |
| **2** | „Substancji bioaktywnych o właściwościach przeciwutleniających” | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 30.09.2016r. |
| **3** | Bezpieczeństwo żywności – substancje dodatkowe syntetyczne i naturalne | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 16.12.2016r. |
| **4** | „Bezpieczeństwo żywności” – substancje dodatkowe syntetyczne i naturalne | Gimnazjum im. bł. Jana Pawła II w Nadarzynie | 19.06.2017r. |
| **5** | „Biologiczne laboratorium – szkiełkiem i okiem przyrodnika” – część 1 | Gimnazjum im. bł. Jana Pawła II w Nadarzynie | 20.06.2017r. |
| **6** | „Biologiczne laboratorium – szkiełkiem i okiem przyrodnika” – część 2 | Gimnazjum im. bł. Jana Pawła II w Nadarzynie | 21.06.2017r. |
| **7** | „Przeciwutleniacze” | Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Nadarzynie | 14.04.2018r. |
| **8** | „Barwy i smaki żywności” | Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Nadarzynie | 21.04.2018r. |
| **9** | „Co kryją napoje funkcjonalne” | Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Nadarzynie | 28.04.2018r. |
| **10** | „Owocowy kawior, mrożona piana i… - zastosowanie hydrokoloidów w żywności” | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 12.05.2018r. |
| **11** | „Barwy i smaki żywności – część 1: barwniki” | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 14.05.2018r. |
| **12** | „Barwy i smaki żywności – część 2: aromaty” | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 15.05.2018r. |
| **13** | „Owocowy kawior, mrożona piana i… - zastosowanie hydrokoloidów w żywności” | Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Nadarzynie | 26.05.2018r. |
| **14** | „Niekonwencjonalne metody mrożenia żywności – ciecze wrzące” | Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Nadarzynie | 08.06.2018r. |
| **15** | „Doświadczalnictwo i podstawowe techniki mikroskopowe” | Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Nadarzynie | 15.09.2018r. |
| **16** | „Doświadczalnictwo i podstawowe techniki mikroskopowe” | Liceum Ogólnokształcące im. Jana Pawła II w Nadarzynie | 27.10.2018r. |
| **17** | „Niekonwencjonalne metody utrwalania żywności: liofilizacja i mrożenie z zastosowaniem cieczy wrzących – część 1” | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 08.03.2019r. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **18** | „Niekonwencjonalne metody utrwalania żywności: liofilizacja i mrożenie z zastosowaniem cieczy wrzących – część 2” | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 09.03.2019r. |
| **19** | Barwniki i aromaty w żywności” – klasy VII | Szkoła Podstawowa im. Fryderyka Chopina w Książenicach | 17.10.2019r. |
| **20** | Barwniki i aromaty w żywności” – klasy VIII | Szkoła Podstawowa im. Fryderyka Chopina w Książenicach | 18.10.2019r. |
| **21** | Kriogenika w żywności” – klasy I | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 24.10.2019r. |
| **22** | Kriogenika w żywności” – klasy II | Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (Liceum ogólnokształcące) | 25.10.2019r. |
| **23** | „W krainie zmysłów” – klasy VII | Szkoła Podstawowa im. Fryderyka Chopina w Książenicach | 31.01.2020r. |
| **24** | „W krainie zmysłów” – klasy VIII | Szkoła Podstawowa im. Fryderyka Chopina w Książenicach | 07.02.2020r. |

W roku 2016 brałam udział w Ogólnopolskim Projekcie „*ABC zdrowego żywienia*” realizowanym na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie we współpracy z 7 ośrodkami akademickimi na terenie kraju, finansowanym przez Fundację Carrefour (ABC No2/2016). Uczestniczyłam w przeprowadzeniu procedury walidacyjnej kwestionariusza ankiety oceniającej zwyczaje żywieniowe, wykorzystanego w badaniach z udziałem dzieci i młodzieży (Załącznik 4, pkt II, 15.3.) oraz zorganizowałam grupę uczniów Gimnazjum, którzy wzięli udział w Projekcie ABC, uczestnicząc w warsztatach prowadzonych na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji w 3 blokach tematycznych: żywieniowo-dietetyczny, sensoryczno-konsumencji (16.09.2016r.) oraz blok higieniczno-kulinarny (19.09.2016r.).

W roku akademickim 2019/2020 byłam opiekunem pracy naukowej realizowanej w Kole Naukowym Żywieniowców SGGW przygotowywanej na XLVI Przegląd Dorobku Kół Naukowych SGGW.

W roku akademickim 2021/2022 byłam członkiem Zespołu przygotowującego Raport Samooceny Wydziału Żywienia Czlowieka w ramach prac związanych z akredytacją kierunku Dietetyka, natomiast w bieżącym roku akademickim 2022/2023 jestem członkiem Zespołu przygotowującego Raport Samooceny Wydziału w ramach prac związanych z akredytacją kierunku Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, zaplanowaną na 24 i 25 października 2022r.

Od 2019r. do chwili obecnej przygotowuję również plany i sprawozdania dydaktyczne w Katedrze Żywności Fukcjonalnej i Ekologicznej, w tym dla Zakładu Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych oraz Zakładu Żywności Ekologicznej.

Z tytułu zatrudnienia na stanowisku nauczyciela, organizowałam szereg zajęć praktycznych, warsztatowych, a także zajęć terenowych, wyjazdów edukcyjnych, także do jednostek naukowo-badawczych dla uczniów, były to m.in. wyjady do SGGW w Warszawie.

## 7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

### 7.1. Wskaźniki dokonań naukowych

Pełna lista moich osiągnięć naukowych znajduje się w Załączniku 4. do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego. W poniższej tabeli 4 znajduje się dorobek naukowy z podaniem liczby punktów wg. list MEiN oraz wskaźnika Impact Factor (IF) czasopism, w których zostały opublikowane artykuły z moim udziałem. Mój dorobek naukowy składa się łącznie z 33 pozycji (w tym 21 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora). Suma punktów za wszystkie publikacje, według list MNiSW i MEiN, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **1825** (w tym **1620** po uzyskaniu stopnia naukowego doktora). Mój sumaryczny IF według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **78,018** ($IF_{5\text{-letni}}$: **78,534**) (w tym po uzyskaniu stopnia naukowego doktora IF: **60,123**, $IF_{5\text{-letni}}$: **63,660**).

**Liczba cytowań moich publikacji według bazy (na dzień 14 października 2022r.):**

- Web of Science (WoS) wynosi **504** (bez autocytowań **448**),
- Scopus wynosi **573** (bez autocytowań **517**),
- Research Gate wynosi **745**.

**Indeks Hirscha według bazy:**

- WoS wynosi: **10**,
- Scopus wynosi: **10**,
- Research Gate wynosi: **12**.

**Tabela 4**. Zestawienie oryginalnych prac twórczych

| L.p. | Nazwa czasopisma | Ilość | Pkt MEiN* | IF** | $IF_{5\text{-letni}}$*** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora** | | | | | |
| **1** | Journal of Agricultural and Food Chemistry (2005, 2008, 2011) | 3 | 24<br>24<br>45 | 2,507<br>2,562<br>2,823 | 0,278<br>3,165<br>3,239 |
| **2** | Nutrition Research (2006) | 1 | 10 | 0,728 | 0,065 |
| **3** | Life Sciences (2006) | 1 | 20 | 2,389 | 0,368 |
| **4** | Food Control (2009) | 1 | 24 | 2,463 | 2,526 |
| **5** | Phytotherapy Research (2010) | 1 | 20 | 1,878 | 2,222 |
| **6** | LWT-Food Science and Technology (2011) | 1 | 35 | 2,545 | 3,011 |
| **7** | Journal of Physiology and Pharmacology (2007, 2008) | 2 | - | - | - |
| **8** | Leibniz Institute for Farm Animal Biology (2010) | 1 | - | - | - |
| **9** | The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences (2010) | 1 | 3 | - | - |
| **Razem (pozycje 1-9)** | | **12** | **205** | **17,895** | **14,874** |

| Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Wchodzące w skład Osiągnięcia** | | | | | |
| **10** | Applied Sciences-Basel (2020, 2021, 2022) | 3 | 100<br>100<br>100 | 2,679<br>2,838<br>2,838 | 2,736<br>2,921<br>2,921 |
| **11** | Nutrients (2021, 2022) | 2 | 140<br>140 | 6,706<br>6,706 | 7,185<br>7,185 |
| **Razem (pozycje 9-10)** | | **5** | **580** | **21,767** | **22,948** |
| **Pozostałe** | | | | | |
| **12** | International Journal of Food Properties (2012) | 1 | 25 | 0,877 | 1,142 |
| **13** | The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences (2015) | 1 | - | - | - |
| **14** | Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques (2014) | 1 | - | - | - |
| **15** | Nutrition Research (2016) | 1 | 25 | 2,737 | 3,183 |
| **16** | Food Analytical Methods (2016) | 1 | 30 | 2,038 | 1,982 |
| **17** | Annals of Nutrition and Metabolism (2018) | 1 | - | - | - |
| **18** | Euphytica (2019) | 1 | 70 | 1,614 | 1,883 |
| **19** | Food Additives and Contaminants: Part A (2019) | 1 | 70 | 2,340 | 2,516 |
| **20** | International Journal of Food Science and Technology (2020) | 1 | 70 | 3,713 | 3,408 |
| **21** | Applied Sciences-Basel (2020, 2021, 2022) | 3 | 100<br>100<br>100 | 2,679<br>2,838<br>2,838 | 2,736<br>2,921<br>2,921 |
| **22** | Molecules (2020,2022) | 2 | 140<br>140 | 4,412<br>4,927 | 4,588<br>5,110 |
| **23** | Plants (2020) | 1 | 70 | 3,935 | 4,827 |
| **24** | Agriculture (2022) | 1 | 100 | 3,408 | 3,495 |
| **Razem (pozycje 12-24)** | | **16** | **1040** | **38,356** | **40,712** |
| **Razem po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (pozycje 10-24)** | | **21** | **1 620** | **60,123** | **63,660** |
| **Razem (pozycje 1-24)** | | **33** | **1 825** | **78,018** | **78,534** |

* Punkty MEiN według komunikatów: MNiSW z dnia 7 i 25 października 2005r., w sprawie wykazu czasopism wraz z liczbą punktów za umieszczoną w nich publikację naukową; MNiSW z dnia 29 lutego 2008r., 28 listopada 2008r. i 16 lipca 2009r. w sprawie uzupełnienia wykazu wybranych czasopism wraz z liczbą punktów za umieszczoną w nich publikację naukową; MNiSW z dnia 25 czerwca i 29 grudnia 2010r. w sprawie ujednoliconego wykazu czasopism punktowanych za lata 2007-2010; MNiSW z dnia 20 grudnia 2012r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach, MNiSW z dnia 25 stycznia 2017r. dot. ujednoliconego wykazu punktowanych czasopism naukowych za lata 2013-2016; MNiSW z dnia 31 lipca 2019r. i 18 grudnia 2019r., MEiN z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych oraz z dn. 21.12.2021r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zasady obowiązujące za lata 2019-2021;

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

*** Impact Factor 5-letni według listy Journal Citation Reports (JCR).

### 7.2. Udział w konferencjach naukowych

W trakcie mojej kariery naukowej uczestniczyłam w 9. konferencjach o zasięgu krajowym i międzynarodowym, gdzie prezentowałam moje osiągnięcia naukowo-badawcze w postaci wystąpień i posterów (Załacznik 4, pkt II, 7.).

### 7.3. Wyróżnienia, stypendia, nagrody

W czasie studiów magisterskich na Wydziale Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie, 3-krotnie (w latach 2002-2005) otrzymałam roczne stypendium za wyniki w nauce, przyznawane przez Rektorską Komisję Stypendialną (III, IV i V rok studiów). Studia ukończyłam z wynikiem bardzo dobrym, obroną pracy pt. „Wpływ czosnku (*Allium Sativum* L.) gotowanego w różnym czasie na profil lipidowy i potencjał antyoksydacyjny u szczurów".

W czasie studiów doktoranckich otrzymałam „Mazowieckie Stypendium Doktoranckie", finansowane ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Budżetu Państwa w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego 2004-2006, Priorytet 2. „Wzmocnienie rozwoju zasobów ludzkich w regionach", Działanie 2.6. „Regionalne Strategie Innowacyjne i Transfer Wiedzy", a także roczne stypendium za wyniki i osiągnięcia naukowe przyznane przez Rektorską Komisję Stypendialną (2009/2010, IV rok studiów). Studia ukończyłam obroną rozprawy doktorskiej pt. „Prozdrowotne oddziaływanie surowych i traktowanych termicznie warzyw z rodziny *Alliaceae* u szczurów obciążanych cholesterolem", wyróżnioną uchwałą Rady Wydziału Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie z dnia 26 października 2011r. (dyplom uznania).

W 2010r., otrzymałam 2-krotnie wyróżnienie podczas konferencji naukowych za najlepszy poster: „The health-beneficial effects of garlic (*Allium sativum* L.)" (I$^{st}$ Graduate Meeting of Nutritional Physiologists in Animal and Human Nutrition Research (GMPNP), 2010, Dummerstorf, Germany) (Załącznik 4, pkt II, 7.5.) i „The health-beneficial of red onion (*Allium cepa* L.)" (VII$^{th}$ Conference of Young Researchers, Physiology and Biochemistry in Animal Nutrition, 2010, Kraków, Poland) (Załącznik 4, pkt II, 7.6.).

Po rozpoczęciu pracy w SGGW na stanowisku adiunkta otrzymałam też stypendium dla wyróżniających się młodych naukowców (po doktoracie, przed habilitacją) finansowane z Własnego Funduszu Stypendialnego SGGW, na rok akademicki 2015/2016, na 3-miesięczny zagraniczny pobyt badawczy („Decyzja z dnia 4 sierpnia 2015r., INT-265/2015) w celu prowadzenia badań naukowych nt. „Nanostruktury jako nośniki i systemy zabezpieczające naturalne barwniki o właściwościach funkcjonalnych" (Załącznik 4, pkt II, 11.2.).

Otrzymałam również 3-krotnie Nagrodę Rektora za osiągnięcia naukowe, tj. w 2020r. (nagroda zespołowa I stopnia), w 2021r. (nagroda zespołowa III stopnia) i w bieżącym, 2022r. (nagroda zespołowa II stopnia) oraz dodatkowo, w 2021r., Dyplom Uznania Rektora SGGW za osiągnięcia badawcze.

W 2016r. otrzymałam Nagrodę Rektora SGGW za osiągnięcia dydaktyczne (nagroda zespołowa II stopnia). Także w pracy dydaktycznej w placówkach oświatowych otrzymałam 8-krotnie Nagrodę Dyrektora za szczególne osiągnięcia w pracy dydaktyczno-wychowawczej.

### 7.4. Inne istotne informacje dotyczące kariery naukowej

Od rozpoczęcia badań w ramach pracy magisterskiej, poprzez realizowane w ramach studiów doktoranckich w Katedrze Nauk Fizjologicznych na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie współpracowałam z różnymi jednostkami naukowymi, 8 krajowymi i 14 zagranicznymi uczelniami wyższymi, ośrodkami medycznymi i instytutami naukowymi. W ramach tej współpracy powstało 17 publikacji naukowych opublikowanych w renomowanych czasopismach o wysokim wskaźniku IF (Załącznik 4, pkt III, 4., tabela 1).

Odbyłam 2 staże naukowo-badawcze w instytucjach naukowych, w tym:

- 3-miesięczny staż krajowy (2009r.) w Narodowym Instytucie Leków w Warszawie, w Zakładzie Farmakologii (Załącznik 4, pkt II, 11.1.),
- 3-miesięczny staż zagraniczny (2016r.) na Wydziale Technologii Żywności, Uniwersytetu w Lleidzie (Departament de Tecnologia d'Aliments, Universitat de Lleida) w Hiszpanii (Załącznik 4, pkt II, 11.2.).

Brałam udział w 2 projektach badawczych jako współrealizator i wykonawca zadań: w latach 2015-2016 w projekcie finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki (Załącznik 4, pkt II, 9.2.1.) i w latach 2020-2021 w projekcie finansowanym przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (Załącznik 4, pkt II, 9.2.2.) oraz w 3 projektach badawczych finansowanych z innych środków (Załącznik 4, pkt II, 15.).

Wykonałam 3. ekspertyzy na zamówienie instytucji publicznych i przedsiębiorców dotyczących różnych produktów i cech jakościowych żywności funkcjonalnej i suplementów diety oraz możliwości suplementacji, modyfikacji i indywidualizacji żywności dla osób o specjalnych potrzebach żywieniowych (Załącznik 4, pkt III, 5.).

Aktualnie jestem członkiem komitetu redakcyjnego („Guest Editor") w wydaniu specjalnym „Research Progress of the Functional Properties of Fruit and Vegetables and Their Preserves" czasopisma Agriculture (IF: 3.408, ISSN 2077-0472), w grupie MDPI, 2022 (Załacznik 4, pkt II, 12.1.).

Czynnie uczestniczę w działalności dydaktycznej i organizacyjnej Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka, w tym jako członek komisji oceniającej etapy centralne i okręgowe

Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych odbywających się w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (Załącznik 4, pkt III, 6.).

Od 2020r. do chwili obecnej czynnie uczestniczę w pracach Zespołów Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka, w tym w Zespole ds. Dyplomowania i w Zespole ds. Weryfikacji Dokumentacji Programów Studiów.

Od 2019r. do chwili obecnej przygotowuję plany i sprawozdania dydaktyczne w Katedrze Żywności Fukcjonalnej i Ekologicznej, w tym dla Zakładu Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych oraz Zakładu Żywności Ekologicznej.

W roku akademickim 2021/2022 byłam członkiem Zespołu przygotowującego Raport Samooceny Wydziału Żywienia Człowieka w ramach prac związanych z akredytacją kierunku Dietetyka, a w bieżącym roku akademickim 2022/2023 jestem członkiem Zespołu przygotowującego Raport Samooceny Wydziału w ramach prac związanych z akredytacją kierunku Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, zaplanowaną na 24 i 25 października 2022r.

Poza kierunkowym wykształceniem wyższym, ukończyłam 2-semestralne Równoległe Studium Przygotowania Pedagogicznego (2005r.), 3-semestralne Studia Podyplomowe „Organizacja i Zarządzanie Oświatą" (2010r.), 3-semestralne Studia Podyplomowe „Biologia" (2011r.) i 3-semestralne Studia Podyplomowe „Chemia w Szkole" (2019r.). Ponadto, brałam udział w 5-dniowej Szkole Letniej „Postępy Biologii Molekularnej" (2005r.), a także w szkoleniach, warsztatach laboratoryjnych, czy konferencjach, umożliwiających mi aktualizowanie i doskonalenie warsztatu pracy naukowej i dydaktycznej. Uczestniczyłam m.in. w warsztatach pt. „Analiza związków zapachowych w żywności", organizowanych przez Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, w Zakładzie Chemii Żywności i Analizy Instrumentalnej, we współpracy z LECO Polska Sp. z o.o., dotyczących wykorzystania spektrometrii mas i chromatograficznych systemów sprzężonych w analizie żywności, (01.06.2017r.). Brałam udział w szkoleniach z zakresu obsługi i eksploatacji aparatury badawczej, m.in. w szkoleniu przeprowadzonym przez firmę TRIDENT MED. s.c. z zakresu obsługi Osmometru 800 CLG (01.08.2019r.), czy w szkoleniu z obsługi przenośnego spektrofotometru organizowanego przez firmę 3 Color (15.10.2020r.), które pozwoliły mi na pogłębienie wiedzy i umiejętności z zakresu technik instrumentalnych wykorzystywanych w badaniach żywności, zarówno w pracy naukowej, jak i dydaktycznej. Ukończyłam szkolenie z menedżera biblioteki „Mendeley", przeprowadzone przez Bibliotekę Wydziału Żywienia Człowieka SGGW, które umożliwiło mi poznanie narzędzi służących do zarządzania bazami bibliograficznymi, niezbędne w codziennej pracy nauczyciela akademickiego (27.11.2019r.).

Jako czynny zawodowo nauczyciel biologii i chemii, przeszłam całą ścieżkę awansu zawodowego (od 2016r. posiadam stopień awansu zawodowego nauczyciela dyplomowanego), w ramach której m.in. uczestniczyłam w ponad 40 różnych formach doskonalenia zawodowego (szkolenia, seminaria, warsztaty, konferencje). Nadal staram się podnosić swoje kompetencje i umiejętności oraz doskonalić swój warsztat pracy, biorąc udział w różnych formach kształcenia w obszarze dydaktycznym. Uczestniczyłam m.in. w:

- cyklu szkoleń w formule e-learningu, w ramach projektu „Akademia Zdalnej Edukacji 2", zorganizowanych przez MGG Conferences Sp. z o.o. (09-10.2014r.), dot. stosowania ITC, kształcenia z wykorzystaniem Internetu i praktycznego zastosowania Platformy Moodle,
- 3-dniowej, VI Konferencji Dyrektorów Szkół Branżowych i CKP, zorganizowanej przez Elektroszkolenia sp. z o.o. w Falentach (12-14.04.2018r.), dot. zarządzania relacjami z kadrą szkolną, Acer for Education, czyli interaktywnych komunikacji z wykorzystaniem nowych technologii, czy technologicznych standardów AV,
- 3-dniowej, XVIII Ogólnopolskiej Konferencji „Majowe Mrozy w Warszawie" (25-27.05.2018r.) organizowanej przez Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie, dot. informatyki i technologii informacyjno-komunikacyjnej,
- międzynarodowej konferencji naukowej „Study Quality: Experience and Improvement" organizowanej przez Łotewski Uniwersytet Rolniczy w Jełgawie (Latvia University of Life Sciences and Technology, Jelgava, 29.01.2021r.).

Udział w w/w warsztatach i konferencjach umożliwił mi aktualizację, poszerzenie wiedzy i umiejętności z dziedziny informatyki i technologii informacyjno-komunikacyjnej, szczególnie przydatnych w dzisiejszej komunikacji interaktywnej (np. pracy zdalnej) i niezbędnych w codziennej pracy zarówno nauczyciela, jak i nauczyciela akademickiego.

Katarzyna Najman

.....

(*podpis wnioskodawcy*)

**Załącznik 4**

# Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny technologia żywności i żywienia

---

**Dr inż. Katarzyna Najman**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej

Warszawa, 2022

## Spis treści

**I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH 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

**II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ** ..... 6

1. **Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1)** ..... 6
2. **Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.** ..... 6
3. **Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii** ..... 7
4. **Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (niewchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt. I)** ..... 7
5. **Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)** ..... 12
6. **Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)** ..... 12
7. **Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych** ..... 13
8. **Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji** ..... 14
9. **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** ..... 15
10. **Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach** ..... 15
11. **Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.** ..... 15
12. **Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.)** ..... 16
13. **Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych** ..... 16
14. **Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych** ..... 16

15. **Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9** ... 16
16. **Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny** ... 19

**III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM** ... 19
1. **Wykaz dorobku technologicznego** ... 19
2. **Współpraca z sektorem gospodarczym** ... 19
3. **Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych** ... 20
4. **Wykaz wdrożonych technologii** ... 20
5. **Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców** ... 21
6. **Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych** ... 21
7. **Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi** ... 22

**IV. DANE NAUKOMETRYCZNE** ... 22
1. **Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny)** ... 22
2. **Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań (na dzień 14.10.2022r.)** ... 22
3. **Indeks Hirscha** ... 22
4. **Liczba punktów MEiN** ... 23

# Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny technologia żywności i żywienia

## I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

**Tytuł osiągnięcia naukowego:**

Wpływ zróżnicowanej obróbki cieplnej na właściwości fizykochemiczne, bioaktywne i prozdrowotne roślin czosnkowatych (*Alliaceae*) na przykładzie czosnku (*Allium sativum* L.) – badania *in vitro* i *in vivo*.

### 1. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy

**Artykuły wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:**

1.1. **Najman K.,** Sadowska A., Hallmann E.: Influence of thermal processing on the bioactive, antioxidant, and physicochemical properties of conventional and organic agriculture black garlic (*Allium sativum* L.). Applied Sciences-Basel, **2020**, 10 (23), 1–17.

[Punkty MEiN[1]: 100; $IF^{2}_{2020}$: 2,679; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,736]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej czarnego czosnku, wykonaniu większości badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji, napisaniu tekstu manuskryptu, a także prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

1.2. **Najman K.,** Sadowska A., Hallmann E.: Evaluation of bioactive and physicochemical properties of white and black garlic (*Allium sativum* L.) from conventional and organic cultivation. Applied Sciences-Basel, **2021**, 11(2), 1–23.

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2021}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej czarnego czosnku, wykonaniu większości badań laboratoryjnych oraz wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu*

[1] Punkty MEiN według: komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019r. i 18 grudnia 2019r., komunikatu Ministwa 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

*przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji, napisaniu tekstu manuskryptu, a także na prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

1.3. **Najman K**., Leontowicz H., Leontowicz M.: The influence of plants from *Alliaceae* family on morphological parameters in atherogenic rats. Nutrients, **2021**, 13(11), 3876.

[Punkty MEiN:140; $IF_{2021}$: 6,706; $IF_{5\text{-letni}}$: 7,185]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu badań na zwierzętach i sekcji zwierząt, pobieraniu tkanek do badań podczas sekcji i wykonaniu badań histometrycznych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników badań in vitro i in vivo i ich dyskusji, a także na prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

1.4. **Najman K.,** Sadowska A., Buczak K., Leontowicz H., Leontowicz M.: Effect of heat treated garlic (*Allium sativum* L.) on growth parameters, plasma lipid profile and histological changes in the ileum of atherogenic rats. Nutrients, **2022**, 14(2), 336.

[Punkty MEiN:140; $IF_{2022}$: 6,706; $IF_{5\text{-letni}}$: 7,185]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, badań na zwierzętach i sekcji zwierząt (pobieranie tkanek do badań) i wykonaniu badań histometrycznych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników badań i ich dyskusji i prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 80%.*

1.5. **Najman K.,** Król K., Sadowska A.: The physicochemical properties, volatile compounds and taste profile of black garlic (*Allium sativum* L.) cloves, paste and powder. Applied Sciences-Basel, **2022**, 12(9), 4215.

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2022}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu jej koncepcji i założeń, przeprowadzeniu obróbki technologicznej czarnego czosnku, wykonaniu większości badań laboratoryjnych oraz wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu i dyskusji wyników, napisaniu tekstu manuskryptu, a także poprawieniu pracy zgodnie z sugestiami recenzentów oraz prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny). Mój udział w w/w pracy wynosi 90%.*

## II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

### 1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1)

Brak

### 2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.

2.1. **Najman-Murzyn K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Gorinstein S., Trakhtenberg S.: The influence of garlic (*Allium sativum* L.) on lipid profile and antioxidant activity in plasma and hematological parameters in rats fed with an atherogenic diet. Journal of Physiology and Pharmacology, **2007**, 58(2), 50. [Abstracts book]

2.2. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Gorinstein S., Trakhtenberg S.: The comparison of white onion and red onion, raw and subjected to different treatment on antioxidant potential and lipid profile in rats fed atherogenic diet. Journal of Physiology and Pharmacology, **2008**, 59(3), 39. [Abstracts book]

2.3. **Najman K.,** Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Trakhtenberg S.: The health-beneficial effects of garlic (*Allium sativum* L.). Leibniz Institute for Farm Animal Biology, **2010**, 17, 30. [Abstracts book]

2.4. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Gorinstein S., Trakhtenberg S.: The health-beneficial of red onion (*Allium cepa* L.). Physiology and Biochemistry in Animal Nutrition, The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition (Polish Academy of Sciences), **2010**, 146-148. [Punkty MEiN: 3]

2.5. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Latocha P., Gorinstein S., Park Y.S.: „Morphometric analysis of ileum in rats fed diets with cholesterol and kiwifruit of *Actinidia arguta* or *Actinidia deliciosa*. Physiology and Biochemistry in Animal Nutrition, Polish Academy of Sciences, The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition (Polish Academy of Sciences), **2015**, 54. [Abstracts book]

2.6. Teixé J., Oms G., **Najman K.**; Odriozola I.: Influence of the nature of emulsifiers on the bioaccessibility of β-carotene encapsulated in nanoemulsions. Annals of Nutrition and Metabolism, **2018**, 73(2), 61–61. [Abstracts book]

## 3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii

Brak

## 4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (niewchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt. I)

### 4.1. Publikacje naukowe w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR)

**Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora:**

4.1.1. Gorinstein S., Drzewiecki J., Leontowicz H., Leontowicz M., **Najman K.,** Jastrzebski Z., Zachwieja Z., Barton H., Shtabsky B., Katrich E., Trakhtenberg S.: Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **2005**, 53, 2726–2732.

[Punkty MEiN: 24; $IF_{2005}$: 2,507; $IF_{5\text{-letni}}$: 0,278]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, wykonaniu części badań laboratoryjnych, a także na opracowaniu i opisie wyników badań i ich dyskusji oraz udziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu.*

4.1.2. Gorinstein S., Leontowicz M., Leontowicz H., **Najman K.,** Namieśnik J., Park Y.S., Jung S.T., Kang S.G., Trakhtenberg S.: Supplementation of garlic lowers lipids and increases antioxidant capacity in plasma of rats. Nutrition Research, **2006**, 26, 362–368.

[Punkty MEiN: 10; $IF_{2006}$: 0,728; $IF_{5\text{-letni}}$: 0,065]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej materiału badawczego, przeprowadzeniu badań na szczurach, pobieraniu tkanek podczas sekcji i wykonaniu części badań laboratoryjnych, a także na opracowaniu i opisie wyników badań, ich dyskusji oraz udziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu.*

4.1.3. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Drzewiecki J., **Najman K.,** Katrich E., Barasch D., Yamamoto K., Trakhtenberg S.: Raw and boiled garlic enhances plasma antioxidant activity and improves plasma lipid metabolism in cholesterol-fed rats. Life Sciences, **2006**, 78, 655–663.

[Punkty MEiN: 20; $IF_{2006}$: 2,389; $IF_{5\text{-letni}}$: 0,368]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej materiału badawczego, przeprowadzeniu badań na szczurach, pobieraniu tkanek*

*podczas sekcji i wykonaniu części badań laboratoryjnych, a także na opracowaniu i opisie wyników badań, ich dyskusji oraz udziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu.*

4.1.4. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Namieśnik J., **Najman K.,** Drzewiecki J., Cvikrová M., Martincová O., Katrich E., Trakhtenberg S.: Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activities in garlic and white and red onions after treatment protocols. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **2008**, 56, 4418–4426.

[Punkty MEiN: 24; $IF_{2008}$: 2,562; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,165]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, wykonaniu części badań laboratoryjnych, opracowaniu uzyskanych wyników, ich dyskusji, a także na zebraniu literatury i udziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu.*

4.1.5. Gorinstein S., Jastrzebski Z., Leontowicz H., Leontowicz M., Namieśnik J., **Najman K.,** Park Y.S., Heo B.G., Cho J.Y., Bae J.H.: Comparative control of the bioactivity of some frequently consumed vegetables subjected to different processing conditions. Food Control, **2009**, 20, 407–413.

[Punkty MEiN: 24; $IF_{2009}$: 2,463; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,526]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, wykonaniu części badań laboratoryjnych, opracowaniu i dyskusji uzyskanych wyników, na zebraniu literatury i na współudziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu.*

4.1.6. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Jastrzębski Z., **Najman K**., Tashma Z., Katrich E., Heo B.G., Cho J.Y., Park Y.J., Trakhtenberg S.: The influence of raw and processed garlic and onions on plasma classical and non-classical atherosclerosis indices: investigations *in vitro* and *in vivo*. Phytotherapy Research, **2010**, 24, 706–714.

[Punkty MEiN: 20; $IF_{2010}$: 1,878; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,222]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, przeprowadzeniu badań na zwierzętach (4 tyg.), pobieraniu tkanek podczas sekcji i wykonaniu badań histologicznych, na udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury i opracowaniu wyników badań.*

4.1.7. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., **Najman K.**, Bielecki W., Ham K.S., Kang S.G., Paredes-Lopez O., Martinez-Ayala A.L., Trakhtenberg S.: Aorta and liver changes in rats fed cholesterol-containing and raw vegetable-supplemented diets: experiments *in vitro* and *in vivo*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, **2011**, 59, 7441–7451.

[Punkty MEiN: 45; $IF_{2011}$: 2,823; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,239]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, przeprowadzeniu badań na zwierzętach (6 tyg.), pobieraniu tkanek podczas sekcji, wykonaniu badań histologicznych, na udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników badań i ich dyskusji.*

4.1.8. Im M.H., Park Y.S., Leontowicz H., Leontowicz M., Namieśnik J., Ham K.S., Kang S.G., **Najman K.,** Gorinstein S.: The thermostability, bioactive compounds and antioxidant activity of some vegetables subjected to different durations of boiling: investigation *in vitro*. LWT-Food Science and Technology, **2011**, 44, 92–99.

[Punkty MEiN: 35; $IF_{2011}$: 2,545; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,011]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej roślin, wykonaniu części badań laboratoryjnych, opracowaniu i opisie wyników i ich dyskusji oraz na zebraniu literatury do przygotowywanego tekstu manuskryptu.*

**Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora:**

4.1.9. Im M.H., Park Y.S., Ham K.S., Kang S.G., Leontowicz H., Leontowicz M., Namiesnik J., **Najman K.,** Gorinstein, S.: Effects of cooking on the bioactivity of lotus roots and white onions. International Journal of Food Properties, **2012**, 15, 49–59.

[Punkty MEiN: 25; $IF_{2012}$: 0,877; $IF_{5\text{-letni}}$: 1,142]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu obróbki technologicznej materiału badawczego oraz współudziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu, w tym na zebraniu literatury oraz opracowaniu i opisie części wyników.*

4.1.10. Drzewiecki J., Latocha P., Leontowicz H., Leontowicz M., Park Y.S., **Najman K.,** Weisz M., Ezra A., Gorinstein S:. Analytical methods applied to characterization of *Actinidia arguta*, *Actinidia deliciosa*, and *Actinidia eriantha* kiwi fruit cultivars. Food Analytical Methods, **2016**, 9, 1353–1366.

[Punkty MEiN: 30; $IF_{2016}$: 2,038; $IF_{5\text{-letni}}$: 1,982]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu, w tym na zebraniu niezbędnego piśmiennictwa, opracowaniu i opisie części uzyskanych wyników badań i ich dyskusji.*

4.1.11. Leontowicz M., Leontowicz H., Lasocka I., Bielecki W., **Najman K.,** Latocha P., Park Y.S., Gorinstein S.: *Actinidia arguta* supplementation protects aorta and liver in rats with induced hypercholesterolemia. Nutrition Research, **2016**, 36, 1231–1242.

[Punkty MEiN: 25; $IF_{2016}$: 2,737; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,183]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przeprowadzeniu badań na zwierzętach (6 tyg.), pobieraniu tkanek podczas sekcji, przeprowadzeniu badań histologicznych wątroby i aorty oraz na współudziale w przygotowaniu tekstu manuskryptu, w tym zebraniu niezbędnej literatury, opracowaniu, analizie i dyskusji wyników badań in vivo.*

4.1.12. Stasiak A., Latocha P., Drzewiecki J., Hallmann E., **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Łata B.: The choice of female or male parent affects some biochemical characteristics of fruit or seed of kiwiberry (*Actinidia arguta*). Euphytica, **2019**, 215:52.

[Punkty MEiN: 70; $IF_{2019}$: 1,614; $IF_{5\text{-letni}}$: 1,883]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań laboratoryjnych, w tym oznaczeniu zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej, a także opracowaniu części metodyki badawczej, wyników badań i ich dyskusji.*

4.1.13. Jaworska D., Mojska H., Gielecińska I., **Najman K.,** Gondek E, Przybylski W., Krzyczkowska P.: The effect of vegetable and spice addition on the acrylamide content and antioxidant activity of innovative cereal products. Food Additives and Contaminants: Part A, **2019**, 36(3), 374–384.

[Punkty MEiN: 70; $IF_{2019}$: 2,340; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,516]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań laboratoryjnych, w tym oznaczeniu zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej, a także w opracowaniu części metodyki badawczej, wyników badań i ich dyskusji.*

4.1.14. Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N., Kulaitiene J., **Najman K.,** Hallmann E.: Studies of the variability of polyphenols and carotenoids in different methods fermented organic leaves of willowherb (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub). Applied Sciences-Basel, **2020**, 10(15), 1–11.

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2020}$: 2,679; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,736]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań laboratoryjnych, w tym oznaczeniu zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej, a także w opracowaniu części metodyki badawczej, wyników badań i ich dyskusji.*

4.1.15. Lasinskas M., Jariene E., Vaitkeviciene N., Hallmann E., **Najman K.:** Effect of different durations of solid-phase fermentation for fireweed (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) leaves on the content of polyphenols and antioxidant activity in vitro. Molecules, **2020**, 25(4), 1–12.

[Punkty MEiN: 140; $IF_{2020}$: 4,412; $IF_{5\text{-letni}}$: 4,588]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań laboratoryjnych, w tym oznaczeniu zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej, a także w opracowaniu części metodyki badawczej, wyników badań i ich dyskusji.*

4.1.16. Jariene E., Lasinskas M., Danilcenko H., Vaitkeviciene N., Slepetiene A., **Najman K**., Hallmann E.: Polyphenols, antioxidant activity and volatile compounds in fermented leaves of medicinal plant rosebay willowherb (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub). Plants, **2020**, 9(12), 1–15.

[Punkty MEiN: 70; $IF_{2020}$: 3,935; $IF_{5\text{-letni}}$:4,827]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań laboratoryjnych, w tym oznaczeniu zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej, a także w opracowaniu części metodyki badawczej, wyników badań i ich dyskusji.*

4.1.17. Sadowska A., Świderski F., Kostyra E., Rachtan-Janicka J., **Najman K.:** Effect of ageing time on quality characteristics of different bovine muscles. International Journal of Food Science and Technology, **2020**, 55(3), 1189–1198.

[Punkty MEiN: 70; $IF_{2020}$: 3,713; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,408]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał zebraniu niezbędnej literatury, opracowaniu części wyników i ich dyskusji oraz na udziale w przygotowaniu tekstu publikacji.*

4.1.18. **Najman K**., Sadowska A.: Effect of red cabbage sprouts treating with organic acids on the content of polyphenols, antioxidant properties and colour parameters. Applied Sciences-Basel, **2021**, 11(11), 1–15.

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2021}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i założeń pracy, wykonaniu części badań laboratoryjnych, opracowaniu, analizie i dyskusji wyników, napisaniu manuskryptu, poprawieniu tekstu zgodnie z uwagami recenzentów i prowadzeniu korespondencji z redaktorem (autor korespondencyjny).*

4.1.19. Siol M., Sadowska A, Król K., **Najman K**.: Bioactive and physicochemical properties of exotic fruit seed powders: mango (*Mangefiera indica* L.) and rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) obtained by various drying methods. Applied Sciences-Basel, **2022**, 12, 4995.

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2022}$: 2,838; $IF_{5\text{-letni}}$: 2,921]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań laboratoryjnych, opracowaniu części metodyki badawczej i wyników oraz udziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu manuskryptu zgodnie z uwagami recenzentów.*

4.1.20. Ponder A., **Najman K**., Aninowski M., Leszczyńska J., Głowacka A., Bielarska A.M., Laniskas M., Hallmann E.: Polyphenols content, antioxidant properties and allergenic potency of organic and conventional blue honeysuckle berries. Molecules, **2022**, 27 (18), 6068.

[Punkty MEiN: 140; $IF_{2022}$: 4,927; $IF_{5\text{-letni}}$: 5,110]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu części badań laboratoryjnych, opracowaniu części metodyki badawczej i wyników oraz udziale w przygotowaniu tekstu publikacji do druku oraz poprawieniu manuskryptu zgodnie z uwagami recenzentów.*

4.1.21. Sadowska A, Świderski F., Siol M., Niedziółka D., **Najman K**.: Functional properties of fruit fibers preparations and their application in wheat bakery products (kaiser rolls). Agriculture, **2022.** (artykuł zaakceptowany dnia 14 października 2022r.).

[Punkty MEiN: 100; $IF_{2022}$: 3,408; $IF_{5\text{-letni}}$: 3,459]

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury oraz przygotowaniu tekstu publikacji do druku.*

**4.2. Publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR**

**Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora:**

4.2.1. Szterk A., Roszko M., **Najman K.,** Kruk M., Mroczek E., Zarodkiewicz M., Rogalski M., Waszkiewicz-Robak B.: Comparison of various detection systems coupled to high performance liquid chromatography for determination of tocopherols in meat. The influence and comparison of the most popular sample preparation method. Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques, 2014, S2.005.

*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury oraz przygotowaniu tekstu publikacji do druku*

**5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)**

Brak

**6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)**

Brak

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

7.1. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Gorinstein S., Trakhtenberg S.: The influence of garlic (*Allium sativum* L.) on lipid profile and antioxidant activity in plasma and hematological parameters in rats fed with an atherogenic diet. V$^{th}$ Physiology Conference of Young Scientists on Digestive System (Polish Physiological Society), May 11-12, **2007**, Lublin, Poland.

7.2. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Gorinstein S., Trakhtenberg S.: The comparison of white onion and red onion, raw and subjected to different treatment on antioxidant potential and lipid profile in rats fed atherogenic diet. International Symposium for Young Scientists (ISYS), XXIV$^{th}$ Congress of the Polish Physiological Society, Experimental Epileptology and Neurodegeneration, Session 1: Regulation of Growth. September 9-10, **2008**, Lublin, Poland.

7.3. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Gorinstein S., Trakhtenberg S.: The influence of raw garlic (*Allium sativum* L.), onion red and white (*Allium cepa* L.) on performance, lipids and plaques in aortha of atherogenic rats. VI$^{th}$ Physiology Conference of Young Scientists on Digestive System (Polish Physiological Society), May 8-9, **2009**, Poznań, Poland.

7.4. Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Jastrzębski Z., Tashma Z., Katrich E., Weisz M., **Najman K.,** Trakhtenberg S.: The influence of raw and processed garlic and onions on plasma classical and non-classical atherosclerosis indices: investigations *in vitro* and *in vivo*. The 75$^{th}$ Meeting of the Israel Chemical Society, January 25-26, **2010**, 49, P2, Tel Aviv, Israel.

7.5. **Najman K.,** Gorinstein S., Leontowicz H., Leontowicz M., Trakhtenberg S.: The health-beneficial effects of garlic (*Allium sativum* L.). I$^{st}$ Graduate Meeting of Nutritional Physiologists in Animal and Human Nutrition Research (GMPNP), June 16-19, **2010**, 30, P5, Dummerstorf, Germany. [Best Poster]

7.6. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Gorinstein S., Trakhtenberg S.: The health-beneficial of red onion (*Allium cepa* L.). VII$^{th}$ Conference of Young Researchers, "Physiology and Biochemistry in Animal Nutrition", The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, The Group on Animal Nutrition of The Committee on Animal Sciences of the Polish Academy of Sciences, September 20-21, **2010**, Kraków, Poland. [Best Poster]

7.7. **Najman K.,** Leontowicz H., Leontowicz M., Latocha P., Gorinstein S., Park Y.S.: „Morphometric analysis of ileum in rats fed diets with cholesterol and kiwifruit of *Actinidia arguta* or *Actinidia deliciosa*. XII$^{th}$ International Conference of Young Researchers, "Physiology and Biochemistry in Animal Nutrition". The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, The Group on Animal Nutrition of The Committee on Animal Sciences of the Polish Academy of Sciences, 23-24 September, **2015**, Jabłonna, Łowicz-Nieborów, Poland.

7.8. Teixe J., Oms G., **Najman K.,** Odriozola I.: "Influence of the Nature of Emulsifiers on the Bioaccessibility of Beta-Carotene Encapsulated in Nanoemulsions". XVII$^{th}$ Conference of Spanish Nutrition Society (SEŇ) and the X$^{th}$ Meeting of the Catalan Association of Food Science (ACCA), June 27-29, **2018**, Barcelona, Spain.

7.9. Knysak D., Eliza Kostyra E., Piotrowska A., Żakowska-Biemans S., **Najman K.,** Laskowski W., Latocha P.: Discovering and tracking the emotion in relation to Kiwiberry juice mixed with apple juice. Question is what consumers feel during consumption of juices? Find more about sensory characteristics and liking. 13$^{th}$ Pangborn Sensory Science Symposium, 28 July - 1 August, 2019, Edinburgh, Scotland. **2019**, P1_251.

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

Brak

## 9. 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

### 9.1. Kierowanie krajowymi projektami badawczymi, projekty zrealizowane

Brak

### 9.2. Udział w zrealizowanych projektach badawczych

9.2.1. „Wpływ bioaktywnych składników owoców mini kiwi (*Actinidia arguta*) na profil transkryptomiczny i miRNA oraz metabolizm lipidów w tkankach szczurów z indukowaną hipercholesterolemią", NCN, panel NZ9, konkurs OPUS 3, 2013-2016, **współrealizator**.

9.2.2. „Opracowanie optymalnej technologii pozbiorczej dla owoców minikiwi (*Actinidia arguta*) oraz prototypu modułu nieinwazyjnie sortującego owoce pod względem stopnia dojrzałości (MODOM)", grant finansowany przez ARiMR ze środków „Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie", 2021-2022, **współrealizator**.

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

Brak

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

11.1. **Staż naukowo-badawczy (krajowy)** w **Narodowym Instytucie Leków w Warszawie**, w Zakładzie Farmakologii, w terminie 02.01.2009 do 31.03.2009 (**3 miesiące**), pod kierunkiem dr hab. Zenona Jastrzębskiego oraz mgr Krystyny Żelakiewicz. Odbyty staż miał charakter naukowo-badawczy, dotyczył poznania specyficznych technik badawczych (przygotowanie i utrwalanie preparatów, techniki barwienia) niezbędnych do określania zmian histologicznych w materiale biologicznym. Staż dotyczył wykonywania oznaczeń w próbkach narządów pobranych od szczurów, w tym w ścianach naczyń krwionośnych, wątrobie, sercu, mózgu.

11.2. **Staż naukowo-badawczy (zagraniczny) na Wydziale Technologii Żywności Uniwersytetu w Lleidzie w Hiszpanii** (Universitat de Lleida, Departament de Tecnologia d'Aliments), w terminie od 02.04.2016 do 30.06.2016 (**3 miesiące**), pod kierunkiem prof. Olgi Martin-Belloso oraz dr Gemmy Oms. Odbyty staż miał charakter naukowo-badawczy, dotyczył technik projektowania nanoemulsji (wytwarzanych na drodze mikrofluidyzacji) jako nośników i systemów zabezpieczających barwniki o właściwościach funkcjonalnych w celu uzyskania lepszej biodostępności dostarczanych tym sposobem do przewodu pokarmowego nutraceutyków. Prowadzone podczas stażu badania dotyczyły również oceny właściwości fizykochemicznych nanoemulsji, oceny biodostępności i bioprzyswajalności składników funkcjonalnych (β-karotenu) zawartych w zaprojektowanych nanostrukturach w warunkach *in vitro.*

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

12.1. Członek komitetu redakcyjnego („Guest Editor") w wydaniu specjalnym „Research Progress of the Functional Properties of Fruit and Vegetables and Their Preserves" czasopisma Agriculture (IF: 3.408, ISSN 2077-0472), w grupie MDPI, 2022.

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

Brak

**14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych**

Brak

**15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9**

15.1. Członek zespołu realizującego projekt: „Opracowanie składu dodatku roślinnego stanowiącego uzupełnienie wody mineralnej"– badania wykonano na zlecenie PP-H-U „Thier" s.c. Agnieszka Thier Marek Thier [CliTT-KZL-104/2017] (2017), dotyczące

opracowania składu recepturowego trzech funkcjonalnych dodatków roślinnych w postaci proszku, pełniących rolę składnika recepturowego (uzupełnienia) napojów dla osób aktywnych fizycznie i odchudzających się, bazujących na wodzie mineralnej, opracowania technologii produkcji dodatku roślinnego oraz opracowania technologii produkcji i dozowania dodatku roślinnego za pomocą tzw. korków dozujących (sprawozdanie z badań)

15.2. Udział w zespołach realizujących badania dotyczące „Analizy porównawczej wybranych produktów spożywczych zakupionych na rynku polskim i niemieckim" – badania na zlecenie Fundacji Instytutu im. Mikołaja Sienickiego, współfinansowane ze środków FUNDACJI LOTTO projektu w sferze pożytku publicznego (2018), dotyczące doboru produktów, metod badawczych, badań porównawczych i oceny cech jakościowych wybranych produktów spożywczych zakupionych na rynku polskim i niemieckim (sprawozdanie z badań)

15.3. Udział w projekcie „ABC of Healthy Eating – ABC of Kid'sNutrition", realizowanym w roku 2016 na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie we współpracy z 7 ośrodkami akademickimi na terenie całego kraju, tj. Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie, Uniwersytetem Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu, Akademią Morską w Gdyni, Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie, Uniwersytetem Medycznym w Białymstoku oraz Wydziałem Wychowania Fizycznego i Sportu Filia w Białej Podlaskiej, finansowanym przez Fundację Carrefour (ABC No2/2016), dotyczącym oceny zwyczajów żywieniowych wśród dzieci i młodzieży.

15.4. Udział w międzynarodowych zespołach badawczych, realizujących badania naukowe dotyczące oceny zawartości składników bioaktywnych, właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych roślin z rodziny czosnkowatych (*Alliaceae*). Efektem współpracy z 4 jednostkami naukowymi krajowymi (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie, Narodowy Instytut Leków w Warszawie, Politechnika Gdańska) i 11 jednostkami zagranicznymi (Szkoła Medyczna Hadassa Uniwersytetu Hebrajskiego (The Hebrew University-Hadassah Medical School) w Jerozolimie (Izrael), Uniwersyteckie Centrum Medyczne Kaplana (Kaplan University Medical Center) w Rechowocie (Izrael), Narodowy Uniwersytet Mokpo

(Mokpo National University) w Muan (Korea Południowa), Państwowy Uniwersytet Medyczny (State Medical University) we Lwowie (Ukraina), Państwowy Instytut Badań Żywności (National Food Research Institute) w Tsukubie (Japonia), Akademia Nauk Republiki Czeskiej (Czech Academy of Sciences) w Pradze (Rebublika Czeska), Fundacja Naju (Foundation of Natural Dyeing Culture) w Naju (Korea Południowa), Uniwersytet WonKwang w Iksan (Korea Południowa), Szkoła Jeonnam Provincial College w Damyang (Korea Południowa), Narodowy Instytut Badawczy - Centrum Badawcze Studiów Zaawansowanych (Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigació on en Estudios Avanzados) w Guanajuato (Meksyk), Narodowy Instytut Badawczy - Centrum Badań Biotechnologii Stosowanej (Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigacióon en Biotecnología Aplicada) w Tlaxcala (Meksyk)) była publikacja 9 artykułów (łączny IF: 18,772; punkty MEiN: 227), (Załącznik 4, pkt II, 4.1.1. – 4.1.9.).

15.5. Udział w międzynarodowym zespole badawczym realizującym badania naukowe dotyczące oceny zawartości składników bioaktywnych i właściwości funkcjonalnych roślin leczniczych z rodzaju wierzbówka (*Chamerion*). Efektem współpracy z 2 zagranicznymi jednostkami naukowymi (Akademia Rolnicza Uniwersytetu Witolda Wielkiego (Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences) w Kownie (Litwa) oraz Litewskie Centrum Badawcze Rolnictwa i Leśnictwa, (Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute of Agriculture) w Kiejdanach (Litwa)), była publikacja 3 artykułów (łączny IF: 11,026; punkty MEiN: 310), (Załącznik 4, pkt II, 4.1.14. – 4.1.16.).

15.6. Udział w międzynarodowym zespole badawczym realizującym badania naukowe dotyczące oceny zawartości składników bioaktywnych, właściwości antyoksydacyjnych i alergennych owoców roślin z rodziny przewiertniowatych (*Caprifoliaceae*). Efektem współpracy z 3 krajowymi jednostkami naukowymi (Politechnika Łódzka, Wojskowy Instytut Medycznym w Warszawie i Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach) oraz 1 jednostką zagraniczną (Akademia Rolnicza Uniwersytetu Witolda Wielkiego (Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Institute of Agriculture and Food Sciences) w Kownie (Litwa)), była 1 publikacja ($IF_{2022}$: 4,927; punkty MEiN: 140) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.20.).

15.7. Udział w zespole badawczym, we współpracy z Instytutem Żywności i Żywienia im. prof. dr med. Aleksandra Szczygła w Warszawie, realizującym badania naukowe dotyczące projektowania i oceny właściwości przekąsek zbożowo-warzywnych. Efektem współpracy była 1 publikacja ($IF_{2019}$: 2,340; punkty MEiN: 70) (Załącznik 4, pkt II, 4.1.13.).

**16. 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

W latach 2017 – 2022 współpracę nawiązano z następującymi firmami:

2.1. **PP-H-U „Thier" s.c. Agnieszka Thier Marek Thier (2017)**:

- wykonanie badań chemicznych w zakresie właściwości fizykochemicznych (zawartość suchej masy, aktywności wody) i aktywności przeciwutleniającej proszków oraz osmolalności i aktywności przeciwutleniającej gotowych napojów (sprawozdanie z badań)

**2.2. Fundacja Instytut im. Mikołaja Sienickiego (2018):**

- zestawienia treści etykiet w zakresie wartości odżywczej oraz składników recepturowych, oceny cech jakościowych wybranych produktów spożywczych zakupionych na rynku polskim i niemieckim
- koordynacja badań fizykochemicznych (w tym. analiza kwasów tłuszczowych, oznaczenie zawartości kofeiny, karotenoidów, ekstraktu ogółem) wybranych produktów spożywczych zakupionych na rynku polskim i niemieckim (sprawozdanie z badań)

**2.3. P.P.H. PRIMART Marek Łukasiewicz (2018, 2019, 2020):**

- Badania dotyczące zawartości składników bioaktywnych (polifenoli) oraz aktywności przeciwutleniającej w batonach funkcjonalnych „ Określenie właściwości przeciwutleniających próbki XW1 oraz próbki YW2 w porównaniu do próby kontrolnej z wykorzystaniem kationorodników ABTS oraz oznaczenie polifenoli z odczynnikiem Folina" [Z/ZZFiT/2018] (**2018**) (sprawozdanie z badań)
- Badania dotyczące zawartości składników bioaktywnych (polifenoli) oraz aktywności przeciwutleniającej w funkcjonalnych batonach zbożowych (gryczanych) z nadzieniem truskawkowym oraz dodatkiem czekolady i łuski gryczanej „Określenie właściwości przeciwutleniających próbki ZW3 z wykorzystaniem kationorodników ABTS oraz oznaczenie polifenoli z odczynnikiem Folina" [0041/2019/993004/4] (**2019**) (sprawozdanie z badań)
- Badania dotyczące zawartości składników bioaktywnych (polifenoli) oraz aktywności przeciwutleniającej w biszkoptach funkcjonalnych „Określenie właściwości przeciwutleniających z wykorzystaniem kationorodników ABTS oraz oznaczenie polifenoli z odczynnikiem Folina dla próbki kontrolnej, próbki 10/2020, R343, C183, Miś Arti-Nowy Biszkopt Funkcjonalny" [Umowa 704/20, 13.03.2020] (**2020**) (sprawozdanie z badań)

**2.4. Natura Sp. z o.o. (2021):**

- badania dotyczące technologii produkcji kiełków z nasion brokułu i rzodkiewki poddanych działaniu kwasów organicznych oraz wody ozonowanej, o wydłużonym terminie przydatności do spożycia, w tym oceny właściwości fizykochemicznych, przeciwutleniających, zawartości składników bioaktywnych (polifenoli ogółem), a także jakości mikrobiologicznej kiełków poddanych suszeniu konwekcyjnemu, próżniowemu i sublimacyjnemu w 14-dniowym okresie ich przechowywania [Umowa, 14.12.2020] (sprawozdanie z badań)

**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

5.1. Ekspertyza dotycząca „Opinii nt. bezpieczeństwa stosowania suplementów diety, środków spożywczych wzbogacanych i środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego wprowadzanych po raz pierwszy do obrotu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, zawierających pochrzyn (*Dioscorea* L.)" [81/13/GIS/SGGW/ŻP] (**2013**)

5.2. Karta aplikacji produktu będącego wynikiem badań naukowych lub prac rozwojowych: wytyczne dotyczące możliwości suplementacji, modyfikacji i indywidualizacji żywności dla osób o specjalnych potrzebach żywieniowych włączanej w zintegrowane programy treningów funkcjonalnych i zabiegów fizjoterapeutycznych: „Opracowanie instrukcji edukacyjnej w zakresie propagowania spożycia warzyw i owoców przez młodzież gimnazjalną" [Działalność statutowa 505-20-102700-N00202-99;2014-2015], zasięg oddziaływania aplikacji produktu w latach 2014-2015: Gimnazjum im. św. Jana Pawła II w Nadarzynie (**2014**)

5.3. Karta aplikacji produktu będącego wynikiem badań naukowych lub prac rozwojowych: wytyczne dotyczące możliwości suplementacji, modyfikacji i indywidualizacji żywności dla osób o specjalnych potrzebach żywieniowych włączanej w zintegrowane programy treningów funkcjonalnych i zabiegów fizjoterapeutycznych: „Opracowanie instrukcji edukacyjnej w zakresie propagowania spożycia produktów spożywczych (w szczególności owoców i warzyw) będących źródłem składników bioaktywnych o właściwościach przeciwutleniających przez młodzież licealną" [Działalność statutowa 505-20-102700-N00202-99;2015-2016], zasięg oddziaływania aplikacji produktu w latach 2015-2016: Zespół Szkół nr 1 w Milanówku (**2015**)

## 6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych

6.1. Członek komisji oceniającej blok tematyczny „Żywienie Człowieka i Gospodarstwo Domowe" na etapie centralnym XXXVII edycji Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, 7-8 czerwca 2013, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

6.2. Członek komisji oceniającej blok tematyczny „Gastronomia" na etapie okręgowym XLI edycji Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, 17 kwietnia 2017, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

6.3. Członek komisji oceniającej blok tematyczny „Gastronomia" na etapie okręgowym XLII edycji Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, 20 kwietnia 2018, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

6.4. Członek komisji oceniającej blok tematyczny „Gastronomia" na etapie okręgowym XLIII edycji Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, 12 kwietnia 2019, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

**7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi**

Brak

## IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

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

1.1. Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **IF: 78,018**, **$IF_{5\text{-letni}}$: 78,534** (w tym po uzyskaniu stopnia naukowego doktora **IF: 60,123, $IF_{5\text{-letni}}$: 63,660**)

**2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań (na dzień 14.10.2022r.)**

2.1. Liczba cytowań według bazy Web of Science (WoS): **504** (bez autocytowań **448**)

2.2. Liczba cytowań według bazy Scopus: **573** (bez autocytowań **517**)

2.3. Liczba cytowań według Research Gate: **745**

**3. Indeks Hirscha**

3.1. Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): **10**

3.2. Indeks Hirscha według bazy Scopus: **10**

3.3. Indeks Hirscha według bazy Research Gate: **12**

## 4. Liczba punktów MEiN

4.1. Liczba punktów MEiN, zgodnie z odpowiednimi komunikatami Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministra Edukacji i Nauki, w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, wydawanymi w latach 2005-2021, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi: **1825 punktów** (w tym **1620** po uzyskaniu stopnia naukowego doktora)

W poniższej tabeli 1 podano zestawienie oryginalnych prac twórczych:

**Tabela 1.** Zestawienie oryginalnych prac twórczych

| L.p. | Nazwa czasopisma | Ilość | Pkt MEiN* | IF** | $IF_{5\text{-letni}}$*** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora** | | | | | |
| **1** | Journal of Agricultural and Food Chemistry (2005, 2008, 2011) | 3 | 24<br>24<br>45 | 2,507<br>2,562<br>2,823 | 0,278<br>3,165<br>3,239 |
| **2** | Nutrition Research (2006) | 1 | 10 | 0,728 | 0,065 |
| **3** | Life Sciences (2006) | 1 | 20 | 2,389 | 0,368 |
| **4** | Food Control (2009) | 1 | 24 | 2,463 | 2,526 |
| **5** | Phytotherapy Research (2010) | 1 | 20 | 1,878 | 2,222 |
| **6** | LWT-Food Science and Technology (2011) | 1 | 35 | 2,545 | 3,011 |
| **7** | Journal of Physiology and Pharmacology (2007, 2008) | 2 | - | - | - |
| **8** | Leibniz Institute for Farm Animal Biology (2010) | 1 | - | - | - |
| **9** | The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences (2010) | 1 | 3 | - | - |
| **Razem (pozycje 1-9)** | | **12** | **205** | **17,895** | **14,874** |
| **Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora** | | | | | |
| **Wchodzące w skład Osiągnięcia** | | | | | |
| **10** | Applied Sciences-Basel (2020, 2021, 2022) | 3 | 100<br>100<br>100 | 2,679<br>2,838<br>2,838 | 2,736<br>2,921<br>2,921 |
| **11** | Nutrients (2021, 2022) | 2 | 140<br>140 | 6,706<br>6,706 | 7,185<br>7,185 |
| **Razem (pozycje 9-10)** | | **5** | **580** | **21,767** | **22,948** |
| **Pozostałe** | | | | | |
| **12** | International Journal of Food Properties (2012) | 1 | 25 | 0,877 | 1,142 |
| **13** | The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, Polish Academy of Sciences (2015) | 1 | - | - | - |
| **14** | Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques (2014) | 1 | - | - | - |
| **15** | Nutrition Research (2016) | 1 | 25 | 2,737 | 3,183 |
| **16** | Food Analytical Methods (2016) | 1 | 30 | 2,038 | 1,982 |
| **17** | Annals of Nutrition and Metabolism (2018) | 1 | - | - | - |
| **18** | Euphytica (2019) | 1 | 70 | 1,614 | 1,883 |
| **19** | Food Additives and Contaminants: Part A (2019) | 1 | 70 | 2,340 | 2,516 |
| **20** | International Journal of Food Science and Technology (2020) | 1 | 70 | 3,713 | 3,408 |
| **21** | Applied Sciences-Basel (2020, 2021, 2022) | 3 | 100<br>100<br>100 | 2,679<br>2,838<br>2,838 | 2,736<br>2,921<br>2,921 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **22** | Molecules (2020,2022) | 2 | 140<br>140 | 4,412<br>4,927 | 4,588<br>5,110 |
| **23** | Plants (2020) | 1 | 70 | 3,935 | 4,827 |
| **24** | Agriculture (2022) | 1 | 100 | 3,408 | 3,495 |
| **Razem (pozycje 12-24)** | | **16** | **1040** | **38,356** | **40,712** |
| **Razem po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (pozycje 10-24)** | | **21** | **1 620** | **60,123** | **63,660** |
| **Razem (pozycje 1-24)** | | **33** | **1 825** | **78,018** | **78,534** |

[*] Punkty MEiN według komunikatów: MNiSW z dnia 7 i 25 października 2005r., w sprawie wykazu czasopism wraz z liczbą punktów za umieszczoną w nich publikację naukową; MNiSW z dnia 29 lutego 2008r., 28 listopada 2008r. i 16 lipca 2009r. w sprawie uzupełnienia wykazu wybranych czasopism wraz z liczbą punktów za umieszczoną w nich publikację naukową; MNiSW z dnia 25 czerwca i 29 grudnia 2010r. w sprawie ujednoliconego wykazu czasopism punktowanych za lata 2007-2010; MNiSW z dnia 20 grudnia 2012r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach, MNiSW z dnia 25 stycznia 2017r. dot. ujednoliconego wykazu punktowanych czasopism naukowych za lata 2013-2016; MNiSW z dnia 31 lipca 2019r. i 18 grudnia 2019r., MEiN z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych oraz z dn. 21.12.2021r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zasady obowiązujące za lata 2019-2021;

[**] Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania;

[***] Impact Factor 5-letni według listy Journal Citation Reports (JCR).

Katarzyna Najman

.....

(*podpis wnioskodawcy*)