



SCP/6586/2024
ID: 17900300029187



RPW/9524/2024
Data: 2024-10-24

**Instytut Nauk o Żyw
Szkoła Główna Gospodarstwa wiejskiego
w Warszawie**

za pośrednictwem:

Rady Doskonałości Naukowej

pl. Defilad 1

00-901 Warszawa

(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Iwona Wojtasik-Kalinowska

Zakład Projektowania Żywności
Katedra Techniki i Projektowania Żywności
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wniosek

z dnia 24 października 2024

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie **nauk rolniczych** w dyscyplinie¹ **technologia żywności i żywienia**

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

"Wpływ wybranych procesów technologicznych oraz podwyższonej wartości bioaktywnej na właściwości fizykochemiczne oraz profil związków lotnych mięsa i tłuszczu"

Wniosuję – 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 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

Iwona Wojtasik-Kalinowska
.....
(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.

Autoreferat

Załącznik 3

dr inż. Iwona Maria Wojtasik-Kalinowska

Warszawa, 2024

Spis treści

1. Dane osobowe	4
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania	4
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	5
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.)	6
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	6
4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego	6
4.3. Cel naukowy publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników badań wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	8
4.3.1. Wprowadzenie	8
4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia oraz omówienie wyników badań	12
4.3.3. Podsumowanie osiągnięcia	43
4.3.4. Spis literatury	45
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej	51
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę	61
6.1. Informacje o osiągnięciach dydaktycznych	61
6.2. Osiągnięcia organizacyjne i popularyzujące naukę	64
7. Pozostałe informacje dotyczące kariery zawodowej	67
7.1. Pozostały dorobek publikacyjny	67
7.1.1. Wpływ suplementacji pasz zwierząt substancjami bioaktywnymi na fizykochemiczne właściwości mięsa	67
7.1.2. Związki bioaktywne dodawane do żywności i ich wpływ na jakość produktów finalnych	71
7.1.3. Wpływ innowacyjnych metod przedłużania trwałości przechowalniczej żywności	77
7.1.4. Wykorzystanie „elektronicznego nosa” jako innowacyjnej metody służącej do oceny jakości i świeżości żywności	80
7.2. Podsumowanie dorobku naukowego	83
7.3. Nagrody i wyróżnienia	85

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko: Iwona Wojtasik-Kalinowska

Miejsce pracy: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka

Katedra Techniki i Projektowania Żywności

Zakład Projektowania Żywności

ul. Nowoursynowska 159 c, bud. 32, pok. 0120, 02-776 Warszawa

tel. +48 22 59 37 086; e-mail: iwona_wojtasik-kalinowska@sggw.edu.pl

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania

2018 r. Doktor nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, rozprawa pt.: „Charakterystyka profilu związków lotnych w mięsie i wyrobach z mięsa wieprzowego o podwyższonej wartości biologicznej”, wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Agnieszki Wierzbickiej i promotora pomocniczego dr hab. Dominiki Guzek (obecnie Prof. dr hab.), recenzenci: prof. dr hab. inż. Władysław Migdał, Uniwersytet im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, dr hab. inż. Bożena Danyluk, prof. UPP, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.

Dyplom uznania za wyróżniającą rozprawę doktorską przyznany uchwałą Rady Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 27.06.2018 r.

2005 r. Magister inżynier technologii żywności, specjalizacja: Biotechnologia i Mikrobiologia Żywności, specjalność: Technologia i Ocena Żywności, kierunek: Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, praca magisterska pt.: „Aktywność antagonistyczna wybranych szczepów *Lactobacillus plantarum* oraz określenie podczas przechowywania napoju słodowego zmian oporności szczepu *Lactobacillus plantarum* ATCC 4080 na wybrane warunki stresowe”. Praca wykonana w Zakładzie Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pod kierunkiem prof. dr hab. Wiesława Wzorka.

Wykształcenie uzupełniające

2011 r. **Licencjat z Filologii angielskiej,** Instytut Neofilologii i Komunikacji Społecznej, Politechnika Koszalińska.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

10.2018 **Adiunkt badawczo-dydaktyczny**
obecnie Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Katedra Techniki i Projektowania Żywności
Zakład Projektowania Żywności

10.2019 **Kierownik Zakładu Projektowania Żywności**
obecnie Katedra Techniki i Projektowania Żywności
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

11.2016 **Asystent naukowo-dydaktyczny**
09.2018 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Katedra Techniki i Projektowania Żywności

04.2013 **Asystent naukowy**
11.2016 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu

09.2006 **Asystent naukowo-dydaktyczny**
04.2013 Politechnika Koszalińska
Wydział Mechaniczny
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego

Zagraniczne staże naukowe

2016 r. – 3 miesiące Staż naukowy w Agri-Food and Biosciences Institute, Belfast, Irlandia Północna. Środki pozyskane z Własnego Funduszu Stypendialnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

2005/2006 r. – 9 miesięcy Staż naukowy realizowany w ramach programu Leonardo Da Vinci w Sartorius Corporate Administration GmbH. Getynga, Niemcy

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 sześciu publikacji naukowych.

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

”Wpływ wybranych procesów technologicznych oraz podwyższonej wartości bioaktywnej na właściwości fizykochemiczne oraz profil związków lotnych mięsa i tłuszczu”

4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

O1. Wojtasik-Kalinowska I., Szpicer A., Bińkowska W., Hanula M., Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A. Effect of Processing on Volatile Organic Compounds Formation of Meat—Review. Applied Science-Basel, 2023, 13, 1-13. DOI:10.3390/app13020705

[Punkty MNiSW: 100, IF₂₀₂₃: 2,5; IF_{5-letni}: 2,7]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji przeglądu doniesień naukowych, gromadzeniu danych, analizie i interpretacji uzyskanych wyników przeglądu, przygotowaniu, napisaniu i korekcie ostatecznej wersji publikacji.

Jestem autorem wiodącym pracy. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 70%.

O2. Wojtasik-Kalinowska I., Górską-Horczyczak, E., Stelmasiak, A., Marcinkowska-Lesiak, M., Onopiuk A., Wierzbicka A., Półtorak, A. Effect of temperature and oxygen dose during rendering of goose fat to promote fatty acid profiles. European Journal of Lipid Science and Technology, 2021, 123(12), 1-8. DOI: 10.1002/ejlt.202100085

[Punkty MNiSW: 100, IF₂₀₂₁: 3,196; IF_{5-letni}: 2,852]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy badawczej polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk badawczych, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury,

opracowaniu wyników i ich dyskusji. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział w ww. pracy wynosi 70%.

O3. Wojtasik-Kalinowska I., Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Stelmasiak A., Szpicer A., Holc D., Wierzbicka A. Półtorak, A. Geese filets flavor stability and quality characteristics at different stages of *sous-vide* cooking. *Animal Science Papers and Reports*, 2021, 39(4), 419-435.

[Punkty MNiSW₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₁: 0,967; IF_{5-letni}: 1,050]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk badawczych, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 70%.

O4. Wojtasik-Kalinowska I., Farmer L.J., Hagan T.D.J., Gordon A., Polkinghorne R., Pogorzelski G., Wierzbicka A., Półtorak A. The Influence of Cooking Methods and Muscle on Beef Aroma Profile and Consumer Satisfaction: Insights from Volatile Compound Analysis. *Applied Science-Basel*, 2024, 14, 4477. DOI:10.3390/app14114477

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 100, IF₂₀₂₃: 2,5; IF_{5-letni}: 2,7]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji, założeń, opracowaniu metodyk badawczych, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji oraz odpowiedzi na recenzje. Byłam autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział w ww. pracy wynosi 65%.

O5. Wojtasik-Kalinowska I., Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak, A. Frozen storage quality and flavor evaluation of ready to eat steamed meat products treated with antioxidants. *Cyta-Journal of Food*, 2021, 19(1), 152-162.

DOI:10.1080/19476337.2020.1869103

[Punkty MNiSW₂₀₂₁: 40, IF₂₀₂₁: 2,478; IF_{5-letni}: 2,905]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy badawczej polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk badawczych, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury,

opracowaniu wyników i ich dyskusji oraz odpowiedzi na recenzje. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 80%.

O6. Wojtasik-Kalinowska I., Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak, A. The effect of *Solanum lycopersicum* L. extract on quality and flavor stability of ready to eat meat products. *Animal Science Papers and Reports*, 2022, 40, 423-438.

[Punkty MNiSW₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₂:1,0 IF_{5-letni}: 1,1]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy badawczej polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk badawczych, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji oraz odpowiedzi na recenzje. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 75%.

Podsumowanie

Sumaryczna liczba punktów MNiSW/MEiN oraz Impact Factor (IF) dla sześciu publikacji naukowych stanowiących oryginalne osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2 ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wynosi: Suma liczby punktów MNiSW/MEiN = **540**; IF = **12,641** (IF_{5-letni} = **13,307**). We wszystkich pracach jestem pierwszym i wiodącym autorem oraz w pięciu z nich jestem autorem korespondencyjnym.

- 4.3. Cel naukowy publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego i osiągniętych wyników badań wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.3.1. Wprowadzenie

Aromat odgrywa kluczową rolę w ocenie jakości żywności przez konsumentów oraz pełni istotną funkcję jako wskaźnik jej świeżości (Insausti i wsp., 2005; Bryhni i wsp., 2002). Składowe aromatu tj. profil związków lotnych w mięsie i produktach mięsnych zależy od jakości surowca, jego świeżości i parametrów przetwarzania. Jakość surowca mięsnego jest determinowana przez czynniki endogenne (np. genetyka, wiek, płeć, rodzaj mięśnia) oraz egzogenne (np. sposób żywienia, poziom stresu, metody uboju, metody dojrzewania

i przetwarzania mięsa). Wpływ na profil związków lotnych żywności mają substancje bioaktywne dodawane do paszy lub bezpośrednio do produktu oraz termiczne i nietermiczne metody przetwarzania, takie jak zróżnicowane metody obróbki termicznej, ultradźwięki, pulsacyjne pole elektryczne, niskotemperaturowa plazma, czy ozonowanie.

Obróbka termiczna mięsa jest kluczowym czynnikiem determinującym właściwości sensoryczne produktu, a w szczególności składowe tekstury (m.in. takie jak kruchość, elastyczność, soczystość), aromat, smak i barwę (Dominguez-Hernandez i wsp., 2018). Jedną z metod obróbki termicznej jest niskotemperaturowa technika *sous-vide*, polegająca na pełnym zanurzeniu w wodzie zapakowanego próżniowo mięsa przy kontrolowanych warunkach czasu i temperatury (Ayub i Ahmad, 2019; Ismail i wsp., 2019). Metoda *sous-vide* zapewnia precyzyjną kontrolę nad przebiegiem i powtarzalnością procesu, który determinuje jakość tak obrabianych produktów (Macharáčková i wsp., 2021). Możliwość zastosowania niskich temperatur w obróbce termicznej metodą *sous-vide* pozwala na zwiększenie efektywności procesu, a zastosowanie warunków próżniowych minimalizuje utratę związków aromatycznych i wrażliwych na wysoką temperaturę składników odżywczych (Naqvi i wsp., 2021; Aguilera, 2018).

Odpowiedni dobór parametrów obróbki termicznej w przemyśle mięsnym jest kluczowy dla uzyskania oczekiwanych cech sensorycznych i fizykochemicznych produktu końcowego. Wyniki analiz wykazały bezpośredni związek między metodami obróbki termicznej, a powstawaniem określonych lotnych związków aromatycznych, które mogą wpływać na akceptację produktu przez konsumentów (Dominiguez i wsp., 2014; Chevance i Farmer, 1999). Warunki obróbki termicznej mięsa silnie determinują wynikające z tego przemiany, w tym denaturację białek i zmianę struktury i składu chemicznego mięsa (Dubost i wsp., 2013). Ponadto warunki obróbki termicznej determinują przebieg reakcji Maillarda, które są niezbędne do powstawania związków lotnych odpowiedzialnych za charakterystyczny pieczony i mięsny smak oraz aromat mięsa (Mottram, 1998). Jednak zastosowanie wyższych temperatur obróbki termicznej wiąże się ze zwiększonym stopniem utlenienia lipidów i redukcją niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, w porównaniu z łagodniejszymi metodami obróbki termicznej (Rasińska i wsp., 2019). Akceptacja zapachu przez konsumentów odgrywa kluczową rolę w ocenie ogólnej jakości mięsa, gdyż zapach jest jednym z pierwszych czynników wpływających na postrzeganie produktu. Dostępnych jest stosunkowo niewiele informacji na temat relacji między związkami lotnymi, a oceną zapachu mięsa przez konsumentów. Wykazano, że pokrewne klasy związków aromatycznych reagują wspólnie na

czynniki wpływające na jakość wołowiny, a także że niektóre klasy związków są pozytywnie lub negatywnie związane z oceną aromatu przez konsumentów (Farmer i wsp., 2012). Dlatego celowym wydaje się monitorowanie „związków markerowych” (charakterystycznych dla danej obróbki termicznej), które są związane z pożądanymi lub niepożądanymi cechami sensorycznymi. Określenie „związków markerowych” może pomóc w wyjaśnieniu różnic między aromatem różnych mięśni przygotowanych odmiennymi metodami obróbki termicznej.

Czas i temperatura obróbki termicznej mają również wpływ na teksturę i skład mięsa. Określenie wpływu temperatury na właściwości żywności pomaga dostosować warunki przetwarzania surowców spożywczych, co przyczynia się do poprawy jakości produktów końcowych. Obróbka termiczna metodą *sous-vide*, wykorzystująca próżnię minimalizuje straty produktu i ryzyko obniżenia jego jakości. Warunki te zapobiegają także rozwojowi mikroorganizmów tlenowych, które są odpowiedzialne za obniżenie jakości produktów spożywczych, a także zachowują wartość odżywczą produktu poprzez wyższą retencję witamin i składników mineralnych w porównaniu z tradycyjnymi metodami obróbki termicznej (Gámbaro i wsp., 2023).

Przechowywanie produktów pochodzenia zwierzęcego prowadzi do wielu przemian biochemicznych, takich jak m.in. utlenianie tłuszczu, na skutek czego mogą powstawać związki, które wpływają na niepożądany smak i zapach żywności oraz mają potencjalnie negatywny wpływ na zdrowie (Márquez-Ruiz i wsp., 2008). Proces utleniania tłuszczów jest związany z cyklem reakcji, które rozpoczynają się od powstawania wolnych rodników lipidowych, a kończą na tworzeniu trzeciorzędowych produktów utleniania (Kamal-Eldin i Pokorný, 2005).

Aromat jest istotnym elementem ogólnej smakowitości mięsa, wpływając na jego akceptowalność konsumencką (Insausti i wsp., 2005; Bryhni i wsp., 2002). Produkty utleniania lipidów, które powstają podczas obróbki termicznej mięsa, odgrywają ważną rolę w procesie wytwarzania związków smakowo-aromatycznych charakterystycznych dla poddawanego obróbce mięsa (Mottram, 1998). Związki te mogą również przyczynić się do utleniania kwasów tłuszczowych obecnych w żywności. W procesie utleniania niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych powstają związki takie m.in. jak aldehydy, ketony, alkohole, czy też kwasy, które w niskich stężeniach mogą nadawać produktom mięsnym również pożądaną smak. W wyniku intensywnego utleniania lipidów powstają wtórne produkty peroksydacji, które powodują niekorzystne zmiany cech sensorycznych (Campo i wsp., 2006). W rezultacie, zmniejsza się akceptacja konsumencka produktów mięsnych, co wpływa na ich postrzeganą

jakość i świeżość. Przechowywanie produktów mięsnych w stanie zamrożonym nie eliminuje procesu utleniania lipidów, a jedynie go spowalnia (Kim i wsp., 2017). Wolne rodniki tłuszczowe charakteryzuje znaczna stabilność w niskich temperaturach, są one również rozpuszczalne w tłuszczach co powoduje, że przemieszczają się w produkcie rozszerzając zakres reakcji procesu utleniania (Kanner, 1994).

W celu ograniczenia procesu utleniania lipidów i przedłużenia terminu przydatności produktów pochodzenia zwierzęcego, często stosuje się syntetyczne przeciwutleniacze, takie jak *butylohydroksytoluen* (BHT), czy *butylohydroksyanizol* (BHA). Jednakże, ze względów zdrowotnych możliwość ich dodawania jest ograniczona. W związku z niezadowalającymi właściwościami funkcjonalnymi syntetycznych przeciwutleniaczy (stabilność termiczna, rozpuszczalność), ich potencjalną toksycznością oraz sceptycyzmem konsumentów wobec ich stosowania w produkcji żywności, obecnie podejmuje się próby zastosowania naturalnych źródeł związków o charakterze antyoksydacyjnym. Alternatywnym rozwiązaniem zgodnym ze strategią „*clean label*” jest zastosowanie naturalnych przeciwutleniaczy (Valencia i wsp., 2008). Odpowiednie dawki dodawanych substancji aktywnych są ważne w ograniczaniu procesu utleniania tłuszczu i zapewnieniu akceptowalności produktów przez konsumentów.

Przykładem takich źródeł są przyprawy i zioła, w tym szalwia, oregano, rozmaryn, majeranek, podbiał, czosnek, goździki, kminek, bazylia, papryka, pieprz czarny, gorczyca, kurkuma i cynamon (Abbas i wsp., 2020). Ekstrakty ziołowe, warzywne i owocowe wykazują właściwości przeciwutleniające, co może przyczynić się do hamowania niekorzystnych zmian w mięsie przechowywanym w warunkach chłodniczych i mroźniczych (Sampaio i wsp., 2012). Przykładem naturalnego źródła przeciwutleniaczy jest m.in. zielona herbata (Jongberg i wsp., 2015; Wu i wsp., 2013). W liściach zielonej herbaty znajdują się polifenole, takie jak katechiny, epigalokatechiny, galusan epigalokatechiny, galusan epikatechiny, epikatechina, galokatechina, a także flawonoidy, kwercetyna, kemferol, myricetyna, kwasy fenolowe i pochodne kwasu kawowego. Polifenole te wykazują działanie przeciwutleniające, przeciwnowotworowe i przeciwzapalne (Chan i wsp., 2007). Alternatywą dla syntetycznych antyoksydantów może być także ekstrakt z pomidora, który jest źródłem związków o właściwościach przeciwutleniających i barwiących, takich jak karotenoidy (likopen, β -karoten, fitoen, fitofluen i luteina), związki fenolowe (kwasy fenolowe i flawonoidy), witaminy (kwas askorbinowy i witamina A) oraz glikoalkaloidy (Pinela i wsp., 2019; Andres i wsp., 2017). Karotenoidy jako naturalne barwniki obecne w roślinach i owocach są obiecującymi składnikami, które charakteryzują się aktywnością przeciwutleniającą oraz

intensywną barwą. Dzięki temu mogą być stosowane jako potencjalne przeciwutleniacze i barwniki w przemyśle mięsnym (Lourenço i wsp., 2019). Ich regularne spożycie chroni przed wieloma chorobami cywilizacyjnymi, takimi jak choroby układu krążenia, nowotwory, miażdżyca czy cukrzyca (Sharoni i wsp., 2012).

Opisane powyżej metody zastosowania procesów technologicznych oraz podwyższonej wartości bioaktywnej mięsa i tłuszczu mają wpływ na profil aromatyczny produktu finalnego. Dlatego celowym jest monitorowanie profilu związków lotnych żywności. Zastosowanie metod chromatograficznych stanowi przydatne narzędzie do śledzenia profili aromatycznych produktów pochodzenia zwierzęcego, które charakteryzują różne metody obróbki termicznej w zależności od temperatury, czasu oraz warunków przechowywania. Wykorzystanie zaawansowanych urządzeń, m.in. „elektronicznego nosa” Heracles II, do analizy profili aromatycznych pozwala na szybkie ustalenie standardu oraz natychmiastową ocenę zgodności próbki z tym standardem. Nowoczesna technologia umożliwia również szybką identyfikację charakterystycznych związków aromatycznych. Dzięki takiemu podejściu możliwe jest zwiększenie konkurencyjności wyrobów pochodzenia zwierzęcego na rynku oraz zapewnienie stałej jakości produkowanej żywności.

4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia oraz omówienie wyników badań

Celem osiągnięcia naukowego, będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, była ocena wpływu wybranych procesów technologicznych oraz podwyższonej wartości bioaktywnej na parametry fizykochemiczne oraz profil związków lotnych w mięsie i tłuszczu zwierzęcym. Badania miały na celu optymalizację procesów przetwarzania, w tym obróbki termicznej, aby osiągnąć korzystne właściwości sensoryczne, zdrowotne oraz przedłużyć trwałość produktów mięsnych i tłuszczowych.

Cele szczegółowe monotematycznego cyklu publikacji:

1. Opracowanie metody wytapiania tłuszczu z gęsi techniką *sous-vide*, która zapewnia zachowanie stabilności aromatu oraz korzystnego profilu kwasów tłuszczowych.
2. Określenie wpływu parametrów obróbki termicznej na wybrane właściwości fizykochemiczne i profil aromatyczny mięsa gęsi.
3. Określenie wpływu wybranych metod obróbki termicznej na zawartość ”markerowych związków lotnych” oraz akceptację konsumencką w mięsie wołowym.

4. Określenie wpływu ekstraktów roślinnych, obróbki termicznej oraz mrożenia na wybrane parametry fizykochemiczne i profil związków lotnych w produktach mięsnych typu „ready to eat”.

W pracy postawiono następujące hipotezy badawcze:

H1: Zastosowanie metody *sous-vide* wpływa na zachowanie stabilności aromatu oraz utrzymanie wartości odżywczej tłuszczu i mięsa gęsi.

H2: Istnieją różnice w zawartości „markerowych związków” lotnych pomiędzy wybranymi elementami mięsa wołowego poddawanych wybranym metodom obróbki termicznej.

H3: Rodzaj elementu i obróbki termicznej wpływa na akceptację konsumencką aromatu mięsa wołowego.

H4: Zastosowanie naturalnych ekstraktów roślinnych do produkcji wyrobów z mięsa mielonego korzystnie zmienia profil związków lotnych i pozytywnie wpływa na redukcję stopnia utlenienia lipidów oraz na wyższą akceptację sensoryczną.

Zastosowanie zaawansowanych technik analitycznych w ocenie parametrów fizykochemicznych i profilu związków lotnych w mięsie

Weryfikacji powyższych hipotez dokonałam poprzez wykorzystanie zaawansowanych, nowoczesnych metod badawczych takich jak analiza profilu związków lotnych z wykorzystaniem „elektronicznego nosa” Heracles II (Alpha M.O.S., Toulouse, Francja) wykorzystującego zasadę działania chromatografii gazowej jako wstępnej metody identyfikacji. Urządzenie wyposażone jest w dwie równoległe pracujące kolumny kapilarne o różnej polarności (kolumna niepolarna MXT-5 i kolumna o średniej polarności MXT-1701, o długości = 10 m i średnicy = 180 µm) podłączone do dwóch detektorów płomieniowo-jonizacyjnych (FID). Opracowano protokół identyfikacji wstępnej, który obejmował dopasowanie czasów retencji w określonym zakresie tolerancji na obu kolumnach. Uzyskane dane analizowane były przy użyciu oprogramowania Alphasoft V12.4. Do kalibracji stosowałam roztwory alkanów (n-heksan do n-heksadekan). Indeks retencji dla nieznanymi związków lotnych porównywałam z bazą indeksów Kovats zawartą w bazie AroChemBase (2020). Na tej podstawie typowane były związki o najbardziej zbliżonych indeksach retencji. Do analizy zawartości lotnych „związków markerowych” wykorzystałam metodę

chromatografii gazowej przy użyciu urządzenia HP 6890 Series GC-MS (z ang. *Gas Chromatography - Mass Spectrometry*) (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) wyposażonego w detektor masowy 5973 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), używany do separacji i wykrywania lotnych związków. **Analizy przeprowadziłam w ramach 3-miesięcznego stażu w Agri-Food and Biosciences Institute (Belfast, Irlandia Północna).** Przeprowadziłam również ocenę akceptacji konsumenckiej, w której wzięło udział 360 osób. Ocena prowadzona była zgodnie z protokołem oceny mięsa wołowego według *Meat Standards Australia* (MSA) (Watson i wp., 2008).

Dokonałam także analizy zawartości kwasów tłuszczowych metodą estrów metylowych przy użyciu chromatografu gazowego Shimadzu GC-2010 wyposażonego w kolumnę RT – 2560 o wymiarach 100 m x 0,25 mm ID x 0,20 µm. Poszczególne kwasy tłuszczowe zostały zidentyfikowane przez porównanie ich czasów retencji w analizowanej próbce, z czasem retencji kwasów tłuszczowych standardu (FAME Mix Supelco 37 FAME Component, Sigma-Aldrich Co.). Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych została wyrażona jako procent wszystkich oznaczonych kwasów tłuszczowych. Ponadto dokonałam pomiarów barwy w systemie L*a*b (CR-400, Konica Minolta Inc., Tokio, Japonia), stężenia substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBARS, z ang. *Thiobarbituric Acid Reactive Substances*), całkowitej zdolności antyoksydacyjnej (DPPH, 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl), całkowitej zawartości polifenoli (TPC, z ang. *Total Phenolic Content*), instrumentalnego pomiaru wartości siły cięcia (WBSF, z ang. *Warner-Bratzler shear force*) przy użyciu uniwersalnej maszyny testującej Instron (model 5965, Instron Corp., Canton, USA) z przystawką Warnera-Bratzler'a, także wyznaczyłam temperaturę pierwszej denaturacji białek z wykorzystaniem analizy termicznej (DSC, z ang. *Differential Scanning Calorimetry*) (Mettler Toledo, Schwerzenbach, Szwajcaria). Przeprowadziłam również pomiar wartości pH, składu podstawowego (NIR, z ang. *Near Infrared Reflectance*) oraz zdolności utrzymania wody własnej (WHC, z ang. *Water-Holding Capacity*).

Publikacje wchodzące w skład 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.) podzieliłam na następujące etapy:

Etap 1: Analiza literatury dotyczący wpływu termicznych i nietermicznych procesów przetwarzania mięsa na powstawanie związków lotnych w mięsie i przetworach mięsnych (publikacja O1).

Etap 2: Określenie wpływu zastosowania obróbki termicznej *sous-vide* na profil związków lotnych i wybrane parametry fizykochemiczne tłuszczu i mięsa gęsi (publikacja O2 i O3).

Etap 3: Określenie wpływu wybranych rodzajów obróbki termicznej na zawartość „markerowych związków lotnych” w mięsie wołowym (publikacja O4).

Etap 4: Określenie wpływu udziału ekstraktów roślinnych na stabilność oksydacyjną, wybrane parametry fizykochemiczne oraz profil związków lotnych produktów mięsnych poddanych obróbce termicznej w trakcie przechowywania w stanie zamrożonym (publikacja O5 i O6).

Omówienie wyników badań zrealizowanych w ramach poszczególnych etapów:

Etap 1: Analiza literatury dotyczącej wpływu termicznych i nietermicznych procesów przetwarzania mięsa na powstawanie związków lotnych w mięsie i produktach mięsnych (publikacja O1).

Publikacja O1: Wojtasik-Kalinowska I., Szpicer A., Bińkowska W., Hanula M., Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A. Effect of Processing on Volatile Organic Compounds Formation of Meat—Review. *Applied Science*, 2023, 13, 1-13. DOI:10.3390/app13020705

W etapie 1 przeprowadziłam analizę literatury dotyczącą wpływu procesów termicznych i nietermicznych przetwarzania mięsa na powstawanie związków lotnych zarówno w mięsie, jak i w przetworach mięsnych. Dobór odpowiednich metod przetwarzania jest niezbędny, aby zapewnić pożądaną jakość oraz wydłużyć okres przydatności do spożycia produktów mięsnych.

Publikacja została podzielona na wstęp oraz trzy rozdziały dotyczące kształtowania profilu związków lotnych w mięsie w zależności od:

1. cech genetycznych zwierząt,
2. nietermicznych metod przetwarzania mięsa,
3. termicznych metod przetwarzania mięsa.

Analiza i opracowanie publikacji umożliwiła zgromadzenie i usystematyzowanie najnowszych doniesień naukowych dotyczących wpływu cech osobniczych zwierząt, ich dobrostanu, sposobu żywienia oraz termicznych i nietermicznych metod przetwarzania mięsa i produktów mięsnych na profil związków lotnych. Do czynników inherentnych wpływających na profil związków lotnych mięsa zaliczają się genetyka, rasa, płeć, wiek i rodzaj elementu/mięśnia zwierząt (mięśnie statyczne i pracujące) (Ivanović i wsp., 2020; Sun i wsp., 2018). Czynniki zewnętrzne takie jak kastracja, sposób żywienia, poziom stresu, metody uboju, a także metody dojrzewania i przetwarzania mięsa (Liu i wsp., 2022; Wang i wsp., 2021; Ripoll i wsp., 2019) również mają znaczący wpływ na profil związków lotnych w mięsie. W związku z tym liczne badania naukowe koncentrują się na analizie wpływu ww. czynników na profil aromatyczny mięsa.

Jednym z głównych celów pracy Ivanović i wsp., (2020) była ocena wpływu rasy zwierząt na jakość mięsa, ze szczególnym uwzględnieniem składu chemicznego, w tym profilu kwasów tłuszczowych i zawartości związków lotnych. Analiza związków lotnych przeprowadzona

została za pomocą chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrią mas (GC-MS). Wśród zidentyfikowanych związków lotnych dominowały aldehydy, z przewagą heksanal. Kolejną zidentyfikowaną grupę stanowiły ketony, w tym 2-butanon oraz 2,3-butanodion. W mięsie stwierdzono również obecność węglowodorów i kwasów organicznych. Zawartość ketonów wykazywała korelację z dietą zwierząt.

Badania Liu i wsp., (2022) koncentrowały się na wpływie probiotyków na jakość mięsa jagniąt, w tym na profil związków lotnych. W eksperymencie zwierzęta karmiono paszą bez udziału probiotyków (kontrola) oraz paszą suplementowaną probiotykami (10 g/dzień). Identyfikacji związków lotnych dokonano przy użyciu „elektronicznego nosa” oraz technik chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrią mas (GC-MS). Do ekstrakcji zastosowano technikę mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME z ang. *solid phase microextraction*). W obu badanych grupach zidentyfikowano 31 związków lotnych. Próbkę mięsa pochodzące z mięsa zwierząt, karmionych paszą suplementowaną probiotykami, charakteryzowały się niższą ogólną intensywnością aromatu w porównaniu z mięsem pochodzącym z grupy kontrolnej. Wyniki badań wykazały także wyższe zawartości alkanów w mięsie jagniąt żywionych paszą wzbogaconą w probiotyki w porównaniu z próbkami kontrolnymi.

Analizę wpływu pasz na profil związków lotnych przeprowadzono także w innych badaniach (Ripoll i wsp., 2019). Praca ta skoncentrowała się na ocenie różnic w jakości mięsa kóz odchowanych na mleku naturalnym w porównaniu z preparatami z tymi, które były karmione preparatami mlekozastępczymi. Głównymi składnikami preparatów mlekozastępczych była serwatka i mleko odtłuszczone. Analizie poddano mięso ośmiu ras kóz hodowanych w trzech gospodarstwach. Do identyfikacji związków lotnych w próbkach wykorzystano chromatografię gazową połączoną ze spektrometrią mas (GC-MS), a konsumenci oceniali aromat, soczystość oraz ogólną akceptowalność mięsa. Na podstawie przeprowadzonych analiz instrumentalnych zidentyfikowano 35 związków lotnych, z czego 44,3%, 25,1%, 6,9% i 2,3% stanowiły odpowiednio aldehydy, węglowodory, ketony i alkohole. Stwierdzono wyraźny wpływ rasy zwierząt na profil związków lotnych. Zastosowanie preparatów mlekozastępczych w porównaniu z naturalnym mlekiem nie miało wpływu na zawartość aldehydów. Jednak przeważająca zawartość w próbkach mięsa aldehydu takiego jak heksanal (34,8%), była związana z użyciem naturalnego mleka. W tym przypadku wykazano słabą dodatnią korelację między zawartością tego związku, a oceną aromatu ($r = 0,21$) oraz ogólną akceptowalnością ($r = 0,24$) dokonaną przez konsumentów. Z drugiej strony, węglowodory takie jak heksan były związane z preparatami mlekozastępczymi, a 2-metylo-

pentan i 3-metylo-pentan korelowały negatywnie z akceptowalnością smaku ($r = -0,22$ i $-0,25$) oraz ogólną akceptowalnością ($r = -0,21$ i $-0,24$). Związki 2-pentyl furan i 2-etylo-1-heksanol były negatywnie skorelowane z ogólną akceptowalnością ($r = -0,22$ i $-0,22$). Na tej podstawie można mówić o wyznaczeniu „związków markowych”, które pozwalają na identyfikację wpływu systemu odchowu na profil lotnych związków organicznych oraz ocenę sensoryczną mięsa.

Celem badań przeprowadzonych przez Sun i wsp. (2018) było porównanie wpływu systemu chowu na jakość mięsa dwóch ras kurcząt, hodowanych na wolnym wybiegu oraz w systemie klatkowym. W systemie klatkowym każde zwierzę było utrzymywane w oddzielnej klatce, natomiast kurczęta z wolnego wybiegu miały dostęp do zamkniętego kurnika i swobodny dostęp do wybiegu w ciągu dnia. Wszystkie zwierzęta były żywione identyczną paszą. Do analizy związków lotnych zastosowano technikę *headspace* z wykorzystaniem włókna SPME oraz system GC-MS 2010 Series. Wyniki badań wykazały, że zawartość wszystkich związków lotnych, z wyjątkiem kwasów, była wyższa w grupie kurcząt z wolnego wybiegu w porównaniu z grupą kurcząt utrzymywaną w systemie klatkowym. Najczęściej występującą grupą związków były związki karbonylowe. Stwierdzono, że aromat mięsa różnił się w zależności od systemu chowu.

W rozdziale poświęconym nietermicznym metodom przetwarzania mięsa oraz ich wpływowi na profil związków lotnych scharakteryzowano nowoczesne metody utrwalania żywności, takie jak wysokie ciśnienia (HPP, z ang. *high-pressure processing*), ultradźwięki, niskotemperaturowa plazma, ozonowanie oraz pulsacyjne pole elektryczne (PEF, z ang. *pulsed electric field*).

Technologia HPP stosowana jest w przemyśle spożywczym w celu przedłużania trwałości produktów poprzez zwiększenie ich bezpieczeństwa mikrobiologicznego. W badaniach przeprowadzonych przez Pérez-Santaescolástica i wsp. (2019) analizowano wpływ HPP na wybrane cechy jakościowe szynki suszonej. Badaniu poddano próby doświadczalne poddane działaniu HPP (600 MPa w 21°C) oraz próby kontrolne bez zastosowania HPP. Związki lotne zostały ekstrahowane za pomocą metody SPME. Najczęściej występującymi grupami związków lotnych zidentyfikowanymi we wszystkich próbkach były alkohole, ketony i aldehydy, jednak ich zawartość zależała od metody przygotowania prób (z zastosowaniem HPP lub bez).

Zastosowanie fal ultradźwiękowych w przetwórstwie mięsnym ma na celu poprawę kruchości surowca poprzez uwalnianie białek miofibrylarnych w komórkach mięsniowych, co

wpływa na poprawę parametrów najpierw struktury, a następnie tekstury mięsa. Dodatkowo, ultradźwięki zwiększają zdolności wiązania wody oraz spoistość mięsa (Peña-Gonzalez i wsp., 2019). Badania przeprowadzone przez Bao i wsp. (2022) oraz Zou i wsp. (2018) wykazały, że obróbka ultradźwiękami prowadzi do wzrostu zawartości związków lotnych, w szczególności aldehydów, alkoholi i ketonów, co ma istotny wpływ na właściwości fizykochemiczne mięsa. Cichoski i wsp., (2021) ocenili natomiast wpływ gotowania z wykorzystaniem ultradźwięków na jakość i profil związków lotnych w przetworach mięsnych. Pierwszy dzień eksperymentu wykazał istotne różnice w ilości związków, takich jak kwas heksanowy, pentan, -pinen, kariofilen, kopen, siarczek dimetylu, disiarczek diallilu, kwas azotowy, ester etylowy, benzen oraz 1-propen-1- i metylotio-E. Te różnice nasiliły się w trakcie przechowywania, co skutkowało powstaniem 19 nowych związków lotnych.

Nietermiczna plazma znajduje coraz szersze zastosowanie w przemyśle spożywczym jako metoda do dekontaminacji żywności. Oprócz wpływu na aktywność mikroorganizmów, proces ten ma także istotny wpływ na cechy jakościowe mięsa, w tym na profil związków lotnych (Pérez-Andrés i wsp., 2020). Należy jednak zauważyć, że bezpośrednia obróbka plazmą może prowadzić do intensyfikacji procesów utleniania tłuszczów w surowcu. Dłuższa ekspozycja na niskotemperaturową plazmę nasila to zjawisko, co skutkuje powstawaniem wtórnych związków lotnych, takich jak alkohole, aldehydy, związki karbonylowe, furany oraz węglowodory (Jadhav, 2021; Estévez, 2018).

Ozonowanie żywności jest również coraz bardziej popularną praktyką w produkcji oraz dystrybucji żywności, gdzie cząsteczki tlenu są przekształcane w ozon. Ozon jest silnym utleniaczem, który może być stosowany do redukcji aromatów, eliminacji zanieczyszczeń organicznych oraz inaktywacji mikroorganizmów w żywności. Proces ozonowania może istotnie wpływać na skład chemiczny i właściwości sensoryczne żywności, w tym na profil związków lotnych. Efekty ozonowania zależą od wielu czynników, takich jak rodzaj ozonowanej żywności, stężenie ozonu, czas i temperatura procesu. Wpływ ozonowania na profil związków lotnych w żywności może być zarówno pozytywny, jak i negatywny, w zależności od specyfiki produktu oraz warunków obróbki. Dlatego istotne jest kontrolowanie parametrów procesu ozonowania, aby minimalizować ewentualne negatywne jego skutki.

Przeprowadzono badania związków lotnych mięsa wołowego (Botta i wsp., 2018), w których wykorzystany został wodny ozon (6 mg/L) oraz woda elektrolizowana (100 mg/L). Profil związków lotnych analizowano przy użyciu techniki GC-MS. Próbkę przechowywano przez 1 i 15 dni w warunkach chłodniczych. Zidentyfikowano 32 związki lotne, w tym głównie

alkohole, aldehydy i ketony, których ilość zmieniała się w trakcie przechowywania. Wyniki badań wykazały, że ozonowanie może prowadzić do powstawania związków lotnych, takich jak aldehydy, ketony i alkohole o zwiększonej intensyfikacji aromatu.

Dokonano analizy literatury dotyczącej wpływu zastosowania pulsacyjnego pola elektrycznego PEF na profil związków lotnych w żywności. PEF jest metodą wykorzystywaną w przemyśle spożywczym do kontroli zmian mikrobiologicznych poprzez zastosowanie krótkotrwałych impulsów elektrycznych, które mogą modyfikować strukturę komórkową żywności, co potencjalnie prowadzi do zmian struktury, a następne tekstury mięsa. Badania przeprowadzone przez Kantono i wsp. (2021) koncentrowały się na wpływie PPE na profil związków lotnych w jagnięcinie. Wyniki jednoznacznie wskazały, że obróbka PPE miała istotny wpływ na zawartość związków lotnych w mięsie.

W rozdziale poświęconym termicznym metodom przetwarzania mięsa i ich wpływowi na profil związków lotnych omówiono proces wędzenia oraz suszenia. Analiza literatury wskazała, że profil związków lotnych w wędzonych produktach mięsnych jest wynikiem wielu czynników, takich jak rodzaj mięsa, metoda wędzenia, rodzaj i wilgotność używanego drewna oraz czas trwania procesu (Guo i wsp., 2021). Tworzenie charakterystycznego aromatu mięsa po obróbce termicznej jest rezultatem różnorodnych reakcji, głównie reakcji Maillarda oraz utleniania lipidów (Mottram, 1998). Reakcje te odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu profilu aromatycznego mięsa, prowadząc do powstawania szerokiego spektrum związków. Reakcja Maillarda, która zachodzi pomiędzy aminokwasami, a cukrami redukującymi w podwyższonej temperaturze, jest głównym źródłem wielu związków aromatycznych. Proces ten prowadzi do powstania związków karbonylowych, które mogą dalej reagować z aminami i aminokwasami, tworząc różnorodne związki azotowe i siarkowe. W wyniku tych przemian powstają między innymi pirazyny, tiazole oraz tiofeny, które mają znaczący wpływ na ostateczny aromat obrabianego mięsa. Pirazyny charakteryzują się prażonym, orzechowym aromatem, natomiast tiazole i tiofeny przyczyniają się do tworzenia złożonych, pikantnych nut aromatycznych (Ba i wsp., 2013). Utlenianie lipidów odgrywa istotną rolę w kształtowaniu aromatu mięsa. Lipidy, zwłaszcza niezbędne wielonienasycone kwasy tłuszczowe, są podatne na utlenianie podczas obróbki termicznej, co prowadzi do powstania lotnych związków, takich jak aldehydy, ketony i alkohole. Aldehydy są ważnymi nośnikami aromatu, nadając mięsu świeże, owocowe i maślane nuty. Ketony i alkohole mogą również przyczyniać się do tworzenia złożonych profili smakowo-zapachowych. Ponadto, inne reakcje, takie jak rozpad aminokwasów i termiczne degradacje, również wpływają na tworzenie aromatu mięsa. Na

przykład, cysteina, aminokwas zawierający siarkę, może ulegać termicznej degradacji, prowadząc do powstania lotnych związków siarkowych, które mają intensywny, charakterystyczny aromat. Reakcje zachodzące podczas obróbki termicznej mięsa są zatem wieloaspektowe i wzajemnie powiązane, a ich produkty końcowe są kluczowe dla ostatecznego aromatu mięsa. Zrozumienie tych procesów i ich kontrolowanie jest istotne dla przemysłu mięsnego, dążącego do optymalizacji jakości sensorycznej produktów i wysokiej akceptacji konsumentów. Yu i wsp., (2021) przeprowadzili analizę mięsa kurcząt po obróbce termicznej trzema metodami (smażenie, gotowanie i pieczenie) przy użyciu GC-IMS, z ang. *Gas Chromatography - Ion Mobility Spectrometry*. Zidentyfikowano 26 związków lotnych, takich jak fenyloacetaldehyd w gotowanym mięsie, 3-butanodion charakterystyczny dla smażenia oraz aldehyd 3-metylomasłowy obecny w mięsie pieczonym. Zhang i wsp., (2022) ocenili wpływ temperatury i czasu w metodzie *sous-vide* na parametry jakościowe mięsa kaczki. Stwierdzono, że w próbkach obrabianych w temperaturze 70°C przez 6 lub 12 godzin stężenia różnych związków lotnych były relatywnie wyższe niż w próbkach analizowanych w innych warunkach temperaturowych.

Profil związków lotnych w mięsie zależy również od stosowanej metody i czasu suszenia. Wzrost temperatury suszenia wpływa na zmiany w reakcjach biochemicznych, takich jak utlenianie kwasów tłuszczowych oraz aktywność enzymów, co przyczynia się do zwiększonej obecności alkoholi, aldehydów i ketonów (Gao i wsp., 2016). Chen i wsp., (2021) wykazali, że suszenie próżniowe zmniejsza ilość związków lotnych, zwłaszcza takich jak 1-heksanol, 1-okten-3-ol, heksanal i 2,3-oktanon, w porównaniu do innych metod suszenia.

W kontekście ograniczania powstawania nieprzyjemnych aromatów, związanych z obecnością związków takich jak 1-heksanol i 1-okten-3-ol, istotne znaczenie ma peklowanie, które nie tylko ogranicza utlenianie lipidów i działa przeciwbakteryjne, ale również wpływa na barwę, smak i aromat. Proces peklowania najczęściej polega na zastosowaniu mieszanki NaCl z azotynami lub azotanami w odpowiednich proporcjach, co umożliwia uzyskanie pożądaných właściwości sensorycznych przetworów mięsnych. Badania wykazały również, że stosowanie zamienników NaCl, takich jak KCl, wzmacniaczy smaku czy CaCl₂, wpływa znacząco na profil aromatyczny produktów peklowanych (Nachtigall i wsp., 2019).

Podsumowując, istnieje wiele czynników wpływających na profil związków lotnych w mięsie, które są kształtowane głównie podczas obróbki termicznej poprzez interakcje prekursorów obecnych w surowym mięsie. Procesy te obejmują pirolizę peptydów i aminokwasów, degradację rybonukleotydów i cukrów, reakcje Maillarda, degradację

Streckera, utlenianie lipidów, degradację tiaminy oraz metabolizm drobnoustrojów. Profil związków lotnych ściśle związany jest z zastosowanymi metodami termicznymi i nietermicznymi ich przetwarzania. Badania wykazują, że nowoczesne i zaawansowane metody przetwarzania mięsa, takie jak pulsacyjne pole elektryczne, ultradźwięki, niskotemperaturowa plazma oraz ozonowanie, mogą istotnie modyfikować skład związków lotnych. Te technologie mają potencjał do poprawy sensorycznych właściwości mięsa oraz jego przetworów, a także do wydłużania okresu przydatności do spożycia przez redukcję aktywności mikroorganizmów. Wyniki badań wskazują na możliwość kontrolowania aromatu i smaku produktów mięsnych poprzez odpowiednie dostosowanie warunków przetwarzania, co jest kluczowe dla satysfakcji konsumentów i zapewnienia wysokiej jakości żywności.

Dalsze badania dotyczące wspomnianych metod mogą przyczynić się do opracowania bardziej efektywnych i innowacyjnych technologii przetwarzania mięsa, które nie tylko spełniają wymagania jakościowe, ale także będą odpowiedzią na rosnące oczekiwania konsumentów co do właściwości prozdrowotnych żywności, środowiskowego wpływu produkcji żywności oraz trwałości produktów spożywczych.

Etap 2: Określenie wpływu zastosowania obróbki termicznej *sous-vide* na profil związków lotnych i wybrane parametry fizykochemiczne tłuszczu i mięsa z gęsi (publikacje O2 i O3).

Publikacja O2: Wojtasik-Kalinowska I., Górską-Horczyczak, E., Stelmasiak, A., Marcinkowska-Lesiak, M., Onopiuk A., Wierzbicka A., Półtorak, A. Effect of temperature and oxygen dose during rendering of goose fat to promote fatty acid profiles. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2021, 123(12), 1-8.

Publikacja O3: Wojtasik-Kalinowska I., Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Stelmasiak A., Szpicer A., Hoc D., Wierzbicka A. Półtorak, A. Geese filets flavor stability and quality characteristics at different stages of *sous-vide* cooking. *Animal Science Papers and Reports*, 2021, 39(4), 419-435. **Badania do publikacji zostały zrealizowane w ramach działania badawczego Miniatura 2 (2018/02/X/NZ9/01881), którego byłam kierownikiem.**

Badania przeprowadzone w ramach etapu 2 dotyczyły wpływu obróbki termicznej metodą *sous-vide* na profil związków lotnych i wybrane parametry fizykochemiczne tłuszczu i mięsa z gęsi. Wyniki tych badań zostały przedstawione w dwóch publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego (publikacje O2 i O3).

Istotny aspekt niniejszego osiągnięcia naukowego stanowiła analiza wpływu metod wytopu tłuszczu z gęsi na profil związków lotnych, profil kwasów tłuszczowych, barwę oraz stopień utlenienia lipidów (O2).

Tłuszcz gęsi zawiera liczne składniki odżywcze (Yu i wsp., 2020; Boz i wsp., 2019), jednak jego spożycie w Polsce nie jest wysokie głównie z powodu niskiej świadomości na temat jego wartości odżywczej (Wołoszyn i wsp., 2020). Badania naukowe wskazują na korzystny profil kwasów tłuszczowych obecnych w tłuszczu gęsi, zwłaszcza wysoką zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT) typu n-3, które odgrywają kluczową rolę w prawidłowym funkcjonowaniu mózgu oraz wspierają funkcje układu odpornościowego, mają działanie przeciwnowotworowe i zmniejszają ryzyko chorób serca. Tłuszcz gęsi jest cenny ze względu na wysoką zawartość kwasu oleinowego, linolowego i linolenowego (Yu i wsp., 2020).

Niestety proces wytopu tłuszczu może niekorzystnie modyfikować profil kwasów tłuszczowych. Utlenianie WNKT prowadzi do negatywnych zmian w profilu aromatycznym oraz obniża jakość tłuszczu. Proces ten jest szczególnie niekorzystny dla WNKT, które są podatne na utlenianie, co prowadzi do pogorszenia właściwości smakowych, funkcjonalnych i jakości odżywczej (Orkusz i Michalczyk, 2020).

W kontekście rosnącej konkurencji i wzrastającego zapotrzebowania rynku na produkty o wysokich właściwościach prozdrowotnych istnieje potrzeba zniwelowania negatywnych skutków oddziaływania wysokich temperatur na jakości tłuszczu gęsi. Można to osiągnąć poprzez zastosowanie odpowiednich metod wytopu. Przeprowadzone przeze mnie badanie miało na celu ocenę wpływu dwóch metod wytopu tłuszczu tj. metody *sous-vide* oraz obróbki termicznej w piecu konwekcyjno-parowym (model CPE 110, Kuppersbuch, Großkuchentechnik, Gelsenkirchen, Niemcy) na profil kwasów tłuszczowych, profil związków lotnych, barwę oraz stopień utlenienia lipidów.

Tłuszcz został podzielony na siedem grup w zależności od zastosowanej metody i temperatury wytopu. W przypadku metody *sous-vide*, próbki tłuszczu pakowano próżniowo, a następnie poddano obróbce w cyrkulatorze *sous-vide* przez 30 minut w temperaturach 60°C, 70°C i 90°C (oznaczone odpowiednio jako s-v 60°C, s-v 70°C i s-v 90°C). W drugiej metodzie

wytupu, tłuszcz umieszczono w otwartych formach aluminiowych i poddano obróbce w piecu konwekcyjno-parowym przez 30 minut w temperaturach 60°C, 70°C, 90°C i 130°C (oznaczone jako ov 60°C, ov 70°C, ov 90°C i ov 130°C). Po zakończeniu procesu wytupu, w celu usunięcia pozostałości białka, przeprowadzono wirowanie przy 8000 obr./min przez 10 minut przy użyciu wirówki MPW-251 (MPW Med. Instruments, Warszawa, Polska). Następnie usunięto supernatant zawierający wodę i białko, a oczyszczony tłuszcz przeniesiono do słoików. Analizę profilu kwasów tłuszczowych, profilu związków lotnych, barwy oraz stopnia utlenienia lipidów przeprowadzono pierwszego (D1), czterdziestego (D2) oraz osiemdziesiątego dnia (D3) przechowywania w warunkach chłodniczych ($4 \pm 1^\circ\text{C}$).

Tłuszcz gęsi wyróżnia się wysoką zawartością niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, takich jak kwas oleinowy (C 18:1), linolowy (C 18:2) i linolenowego (C 18:3) (Wężyk i wsp., 2003). W analizowanym tłuszczu zaobserwowałam wysoką zawartość jednonienasyconego kwasu tłuszczowego (JNKT) tj. kwasu oleinowego (C 18:1n-9c).

Kwas linolowy (C 18:2n6c) był dominującym wielonienasyconym kwasem tłuszczowym w analizowanym tłuszczu gęsim. Największą zawartość kwasu linolenowego (ALA; C 18:3n-3c) zaobserwowano w próbkach poddanych obróbce termicznej w *sous-vide* oraz najniższej temperaturze tłuszczu wytapianego w piecu. W trakcie procesu ogrzewania kwas linolenowy może ulegać izomeryzacji cis-trans, prowadzącej do powstawania izomerów trans kwasu α -linolenowego (Guo i wsp., 2020). Zastosowanie metody *sous-vide* do wytupu tłuszczu ograniczyło powstawanie izomerów trans, których ilość nie przekroczyła normy określonej w Rozporządzeniu Komisji (UE) 2019/649, tj. 2 g/100 g tłuszczu. Kwas linolowy (C 18:2n6c) był głównym wielonienasyconym kwasem tłuszczowym (WNKT) występującym w tłuszczu gęsim. Najwyższe wartości sumy nasyconych kwasów tłuszczowych ($\sum$ NKT) obserwowano w próbkach poddanych wysokotemperaturowej obróbce termicznej w piecu ($27,27 \pm 0,22\%$, ov 130°C, D3). Mechanizmy takie jak utlenianie lipidów oraz utrata wody podczas procesu termicznego mogą prowadzić do zmiany składu kwasów tłuszczowych (Alfaia i wsp., 2010). Suma jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (JNKT) w analizowanych próbkach wykazała nieistotne zmiany w trakcie przechowywania, za wyjątkiem próbek wytopionych w temperaturze 130°C, gdzie suma JNKT (D3) była istotnie statystycznie niższa w porównaniu do innych okresów przechowywania. Suma WNKT była statystycznie niższa w D2 i D3 dla wszystkich analizowanych próbek ($P < 0,05$). Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (FAO/WHO, 1994) stosunek WNKT do sumy nasyconych kwasów tłuszczowych (NKT) powinien wynosić co najmniej 0,40 (FAO/WHO,

1994). We wszystkich badanych próbkach tłuszczu wartości te przekroczyły 0,40, osiągając najwyższe wartości w próbie s-v 60°C, D1 (0,50) oraz najniższe w próbkach wytopionych w temperaturach 90°C i 130°C (D1) (0,47). Wartości te zmniejszały się wraz z czasem przechowywania. Statystycznie najniższą wartość tego wskaźnika stwierdzono w D3 w odniesieniu do próbek wytapianych w piecu w temperaturze 130°C ($0,41 \pm 0,01$).

Barwa tłuszczu stanowi ważny wizualny wskaźnik jego jakości (Weiss, 1983). W przeprowadzonych badaniach najwyższą wartość parametru L* (próba charakteryzująca się najjaśniejszą barwą) zaobserwowano po zastosowaniu obróbki termicznej w temperaturze 70°C ($79,13 \pm 0,37\%$), natomiast najniższą (próba charakteryzowała się najciemniejszą barwą) po zastosowaniu metody *sous-vide* przy 60°C ($75,14 \pm 0,35\%$). Wartości parametru L* dla wszystkich analizowanych tłuszczów nie wykazywały istotnych zmian w trakcie przechowywania, z wyjątkiem próbek poddanych obróbce metodą *sous-vide* w 70°C oraz w piecu w 130°C, gdzie wartości L* ulegały statystycznie istotnemu obniżeniu.

Zidentyfikowane związki lotne w analizowanych próbkach tłuszczu gęsi, w zależności od metody wytopu i czasu przechowywania, zostały pogrupowane w siedem charakterystycznych grup: aldehydy, ketony, tiole, pirazyny, estry, pirydyny i aminy. Dominującą grupą okazały się aldehydy, następnie ketony i tiole. Najniższą względną sumę powierzchni pików dla aldehydów zaobserwowano w próbkach poddanych obróbce *sous-vide* w 60°C i 90°C. Aldehydy są produktem procesu utleniania lipidów (Morrissey i wsp., 1998) i charakteryzują się tłuszczowym lub trawiastym aromatem, który jest postrzegany jako świeży i przyjemny przy niskich stężeniach, a nieprzyjemny przy wysokich (Casaburi i wsp., 2015). Ketony stanowią ważną grupę związków lotnych w tłuszczu gęsim, odpowiedzialną za jego pozytywnie postrzegany aromat. Powstają one zarówno w wyniku utleniania lipidów, jak i procesów mikrobiologicznych. Po procesie wytopu (D1), najniższe względne powierzchnie pików dla ketonów zaobserwowano w próbkach poddawanych obróbce termicznej w temperaturze *sous-vide* (90°C) i w piecu (130°C). Podobne wyniki uzyskano również w kolejnych dniach przechowywania tłuszczu gęsi (D3). Tiole zostały zidentyfikowane we wszystkich analizowanych próbkach, z wyjątkiem próbek *sous-vide* 90°C w dniu 40 (D2) oraz *sous-vide* 90°C w dniu 80 (D3). Pirazyny natomiast występowały w próbkach, gdzie temperatura wytopu wynosiła 90°C i 130°C. Związki te powstają w wyniku reakcji Maillarda, mającej istotne znaczenie dla profilu smakowo-aromatycznego żywności (Mildner-Szkudlarz i wsp., 2017). Z literatury wynika, że stężenie pirazyn wzrasta wraz z temperaturą i czasem obróbki termicznej (Jung i wsp., 1997). Największą sumę relatywnych

pól powierzchni analizowanych pików w przypadku amin stwierdzono po obróbce tłuszczu w temperaturze 130°C.

Analizując profil aromatyczny (na podstawie wykresu PCA, z ang. *Principal Component Analysis*, czyli technika statystyczna używana do redukcji wymiarów danych), rozkład analizowanych próbek przedstawiono na dwuwymiarowej płaszczyźnie z uwzględnieniem dwóch głównych składowych: PC1 (opisującej największy procent wariancji na osi poziomej) i PC2 (opisującej największy procent wariancji na osi pionowej). Próby przetworzone metodą *sous-vide* wykazały stabilność aromatu, który nie ulegał istotnym zmianom podczas 40 i 80 dniowego przechowywania (D2 i D3). Można także wnioskować, że po 80 dniach przechowywania (D3) aromat próbek wytapianych z wykorzystaniem metody wysokotemperaturowej (ov 90°C) był zbliżony do aromatu próbek wytapianych metodą *sous-vide* (s-v 60°C, s-v 70°C, s-v 90°C). Pozostałe próbki wytapiane w piecu znajdowały się w osobnych obszarach na wykresie dwuwymiarowym.

Grupy s-v 60°C i s-v 70°C charakteryzowały się najwyższą stabilnością oksydacyjną tłuszczu, czego dowodem było niskie stężenie malondialdehydu (MDA) wynoszące około 0,18–0,19 mg MDA kg/tłuszczu. Stosowanie wyższych temperatur podczas procesu wytopu tłuszczu spowodowało istotny wzrost ($P < 0,05$) stopnia utlenienia lipidów zarówno w metodzie *sous-vide*, jak i w piecu (90 i 130°C, odpowiednio). Najwyższy stopień utlenienia lipidów odnotowano w przypadku obróbki termicznej w piecu przy temperaturze 130°C ($0,70 \pm 0,02$ mg MDA kg/tłuszczu). Według badań Georgantelisa i wsp. (2007), aromat jełki tłuszczu identyfikowano w produktach pochodzenia zwierzęcego, gdy wartość substancji TBARS przekraczała 1 mg MDA kg/produktu. Wartości TBARS uzyskane w niniejszym badaniu były zgodne z wynikami Pop i Mihalescu (2017), gdzie dla kontrolnego tłuszczu z gęsi wynosiła ona $0,60 \pm 0,06$ mg MDA/kg. Karwowska i wsp., (2017) potwierdzili skuteczność oznaczania TBARS jako metody oceny stabilności lipidów w tłuszczu z gęsi oraz zasugerowali, że stopień utlenienia tego rodzaju tłuszczu można zmniejszyć poprzez stosowanie naturalnych przeciwutleniaczy oraz przechowywanie w niskich temperaturach. W niniejszym badaniu po 80 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych (D3), całkowita aktywność przeciwutleniająca w grupie, gdzie zastosowano obróbkę termiczną w piecu była dwukrotnie wyższa w porównaniu do grup *sous-vide*. Stopień utlenienia lipidów wzrastał wraz z czasem przechowywania.

Podsumowując, można stwierdzić, że przeprowadzone przeze mnie badania pozwoliły na zoptymalizowanie procesu wytopu tłuszczu. Jednym z istotnych wniosków

było stwierdzenie, że metoda *sous-vide*, szczególnie w temperaturach 60°C i 70°C, prowadziła do wyższej stabilności oksydacyjnej tłuszczu, czego dowodem było niższe stężenie MDA. Stosowanie wyższych temperatur (90°C przy wytopie metodą *sous-vide* oraz 130°C przy wytopie w piecu konwekcyjno-parowym) spowodowało istotny wzrost stopnia utlenienia lipidów, co negatywnie wpłynęło na jakość tłuszczu. Analizując profil kwasów tłuszczowych, stwierdzono, że obróbka z wykorzystaniem metody *sous-vide*, przy niższych temperaturach, sprzyjała zachowaniu korzystnego profilu kwasów tłuszczowych, w tym wysokiej zawartości WNKT typu n-3, takich jak kwas linolenowy, co pozytywnie wpływa na wartość odżywczą wytapianego tłuszczu. Z kolei wyższe temperatury i dłuższe czasy obróbki termicznej prowadziły do zmniejszenia zawartości tych kwasów. Wyniki badań dotyczące zawartości związków lotnych oraz barwy tłuszczu również miały istotne znaczenie. Zidentyfikowane związki lotne, takie jak aldehydy i ketony, które są ważnymi wskaźnikami jakości sensorycznej tłuszczu, różniły się w zależności od zastosowanej metody i temperatury wytopu w zależności od warunków obróbki termicznej. Przeprowadzone badania nie tylko przyczyniły się do lepszego zrozumienia wpływu różnych metod obróbki termicznej na tłuszcz gęsi, ale również dostarczyły praktycznych wskazówek dotyczących optymalizacji procesów w celu redukcji degradacji jakości tłuszczu. Optymalizacja tych procesów ma kluczowe znaczenie w kontekście zapewnienia wysokiej jakości produktów pochodzenia zwierzęcego, co jest szczególnie istotne w kontekście rosnącej konkurencji na rynku oraz wzrastających oczekiwań konsumentów co do prozdrowotnych właściwości żywności oraz ma istotny wkład w dyscyplinę technologia żywności i żywienia.

W ramach etapu 2 analizowano także wpływ obróbki termicznej metodą *sous-vide* na profil związków lotnych oraz wybrane parametry fizykochemiczne mięsa gęsiego. Mięso gęsi jest cenione ze względu na swoją wysoką wartość odżywczą i relatywnie niską kaloryczność w porównaniu z mięsem czerwonym. Tradycyjny sposób żywienia gęsi ziarnem owsa przyczynia się do wyższej zawartości cennych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (Oz i Celik, 2015; Orkusz, 2018).

Celem moich badań była analiza wpływu obróbki termicznej na mięsień piersiowy z gęsi, w zakresie trzech różnych temperatur (60°C, 70°C i 80°C) oraz dwóch skrajnych czasów obróbki termicznej (6 godzin i 24 godziny), pod względem profilu związków lotnych, stopnia denaturacji białka, stopnia utlenienia lipidów, barwy, składu podstawowego i tekstury (Publikacja O3).

Filety z gęsi owsianej podzielono losowo na sześć grup, stosując zmienne temperaturowe (60°C, 70°C i 80°C) oraz czasu obróbki termicznej (6 h i 24 h). Próbki zostały zapakowane próżniowo i umieszczone w cyrkulatorach *sous-vide* w wybranych układach temperatury i czasu obróbki (60°C/6 h, 60°C/24 h, 70°C/6 h, 70°C/24 h, 80°C/6 h i 80°C/24 h). Po obróbce termicznej, próbki przechowywano w warunkach chłodniczych ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) z zachowaniem warunków próżniowych. Analizy przeprowadzono w dniu pozyskania tłuszczu czyli w tzw. zerowym dniu przechowywania (D0), trzecim (D3) i dziewiątym dniu (D9).

Podsumowując przeprowadzone analizy, stwierdziłam, że wydłużenie czasu obróbki termicznej metodą *sous-vide* prowadziło do zmniejszenia wydajności produktowej. W temperaturze 60°C wydajność produktowa obniżyła się z 81% (6 h) do 72% (24 h), w temperaturze 70°C z 63% (6 h) do 59% (24 h), a w temperaturze 80°C z 57% (6 h) do 54% (24 h). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w wydajności produktowej pomiędzy próbkami poddawanych obróbce termicznej w temperaturze 70°C przez 24 h i w temperaturze 80°C przez 6 h ($P > 0,05$).

Nie zaobserwowano istotnych różnic w wartościach pH próbek dla różnych wariantów czasu i temperatury obróbki termicznej, z wyjątkiem znaczącej statystycznie różnicy między próbkami poddanymi obróbce termicznej w warunkach 60°C/6h i 60°C/24h, gdzie pH wynosiło odpowiednio 5,88 i 5,73.

Próbki poddane obróbce termicznej w temperaturze 60°C charakteryzowały się jaśniejszą barwą w porównaniu z próbkami poddanymi obróbce termicznej w temperaturach 70°C i 80°C, niezależnie od analizowanego dnia przechowywania w warunkach chłodniczych ($P < 0,05$). Podobne wyniki uzyskali Ismail i wsp. (2019), którzy stwierdzili, że próbki mięsa wołowego, wieprzowego i jagnięcego poddane obróbce termicznej techniką *sous-vide* w temperaturze 60°C charakteryzowały się jaśniejszą barwą w porównaniu z próbkami ogrzewanymi w temperaturze 80°C.

Wraz ze wzrostem temperatury obróbki termicznej zaobserwowano tendencję spadkową dla intensywności barwy czerwonej tj. parametru a^* (od 15,19 do 7,40 w D0), co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Biyikli i wsp., (2014). Udział barwy czerwonej w mięsie zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury obróbki termicznej. W moich badaniach nie zaobserwowałam istotnych zmian w intensywności barwy żółtej tj. w parametrze b^* podczas przechowywania w przypadku prób poddanych obróbce termicznej w temperaturach 60°C/6h i 70°C/24h.

Podczas obróbki termicznej dochodzi do denaturacji kolagenu w tkance łącznej, prowadzącej do powstania żelu kolagenowego oraz termicznej koagulacji białek miofibrylarnych (Ayub i Ahmad, 2019). Obróbka termiczna *sous-vide* powoduje hydrolizę tkanki łącznej, co z kolei prowadzi do osiągnięcia prawidłowej kruchości mięsa, przy jednoczesnym zmniejszeniu wartości siły cięcia (Rinaldi i wsp., 2014).

W badaniach, które przeprowadziłam, w próbach analizowanych w dniu przygotowania (D0), nie zaobserwowano istotnych zmian twardości, z wyjątkiem prób poddanych obróbce termicznej w warunkach 60°C przez 24 h, gdzie odnotowano statystycznie najniższą twardość, co potwierdziły wyniki testu cięcia (13,70 N) ($P < 0,05$). W próbach analizowanych w 6 dniu przechowywania chłodniczego zaobserwowałam odmienną tendencję. Statystycznie najniższą twardość odnotowałam w przypadku prób poddawanych obróbce termicznej w warunkach 60°C przez 24h, 70°C przez 24h oraz 80°C przez 24h. W próbach analizowanych w dniu 9, najwyższą twardość odnotowano w przypadku zastosowania temperatury 60°C przez 6 h. Wysoką stabilność oksydacyjną zaobserwowano w dniu przygotowania (D0) w grupach, gdzie zastosowano temperatury obróbki termicznej 60°C przez 6h i 70°C przez 6h. W tych próbach zawartość MDA/kg mięsa mieściła się w niskim zakresie 0,15-0,17 mg, co skutkuje minimalną zawartością MDA w gotowym produkcie. Zastosowanie wyższej temperatury (80°C) podczas procesu obróbki termicznej przyczyniło się do istotnego statystycznie ($P < 0,05$) wzrostu stopnia utlenienia tłuszczu w filetach z gęsi (80°C przez 6 h i 80°C przez 24 h; odpowiednio 0,20 i 0,21 MDA/kg mięsa). Najwyższy stopień utlenienia lipidów stwierdzono w grupach poddanych obróbce termicznej 70°C przez 24 h oraz 80° C przez 24 h w 9 dniu przechowywania chłodniczego (0,28 mg MDA/kg mięsa). Zatem należy stwierdzić, iż korzystnym jest stosowanie niższych temperatur w celu redukcji utleniania tłuszczów, co pozytywnie wpływa na wartość odżywczą produktów. W przeprowadzonych przez mnie badaniach stwierdziłam, że stężenie MDA wzrastało wraz ze wzrostem temperatury i czasu obróbki termicznej oraz przechowywania chłodniczego, co było zgodne z wynikami uzyskanymi również przez Roldána i wsp., (2014). Dynamika procesu utleniania lipidów w mięsie podczas obróbki termicznej zależy od zastosowanej temperatury (Shahidi i wsp., 1987), dlatego można się spodziewać, że wyższe temperatury i dłuższy czas doprowadzą do wyższych wartości TBARS. Georgantelis i wsp., (2007) zaobserwowali pojawienie jełkiego smaku i aromatu w produktach pochodzenia zwierzęcego przy wartościach TBARS wyższych niż 1 mg MDA/kg. W przeprowadzonych przeze mnie badaniach w analizowanym okresie przechowywania chłodniczego bez dostępu tlenu wszystkie wartości TBARS były poniżej

1 mg MDA/kg. MDA jest bardzo podatny na reakcje z białkami, czy fosfolipidami (Ventanas i wsp., 2007). Redukcja MDA i innych reaktywnych karbonylków lipidowych dostępnych do reakcji z kwasem tiobarbiturowym, doprowadziła do spadku wartości TBARS, co jest korzystne dla jakości gotowego produktu.

W przypadku grupy D0 (60°C/6h) profil aromatyczny różnił się od pozostałych grup. Najwyższa zastosowana temperatura (80°C) oraz najdłuższy czas obróbki termicznej (24h) we wszystkich analizowanych dniach spowodowały oddzielenie się tych grup (znajdowały się w różnych obszarach wykresu). W przypadku pozostałych prób można stwierdzić, że aromat mięsa gęsi nie zmienił się znacząco podczas przechowywania chłodniczego w analizowanym okresie.

Na podstawie przeprowadzonej analizy z wykorzystaniem „elektronicznego nosa” stwierdziłam obecność od 18 (60°C/6h) do 23 związków lotnych w próbach poddawanych obróbce termicznej z zastosowaniem parametrów 70°C /6h oraz 70°C /24h. W próbkach poddanych obróbce termicznej w temperaturach 70°C/h, 70°C przez 24h, 80°C przez 6h, 80°C przez 24h zidentyfikowano 2,3-dimetylopirazynę (AroCHemBase, 2020). Deskryptor sensoryczny tego związku odnosi się do zapachu pieczonego, co sugeruje, że związek ten może być wskaźnikiem intensywności zapachu uzyskiwanego w wyniku obróbki termicznej metodą *sous-vide*. 2,3-dimetylopirazyna należy do grupy związków alkilopirazynowych, które są naturalnie występującymi substancjami o silnym aromacie i niskim progu wykrywalności zapachu (Fors i Olofsson, 1985), znacząco wpływającymi na smak i zapach żywności (Zhao i wsp., 2021).

Wyznaczono temperaturę denaturacji miozyny, która wyniosła 50°C, osiągając maksimum (T_{max}) przy 56°C. Drugi pik, związany z denaturacją kolagenu i białek sarkoplazmatycznych, osiągnął T_{max} w temperaturze 63°C. Proces termiczny rozpoczęty przy 72°C dotyczył denaturacji aktyny. Uzyskane wyniki wykazały, że temperatury denaturacji aktyny w mięsie gęsi są bardzo zbliżone do tych obserwowanych w przypadku innych gatunków mięsa, takich jak wołowina i wieprzowina (Rochdi i wsp., 2000). Wyniki te mogą stanowić podstawę do ograniczenia miejscowych przegrzań w mięsie, które w konsekwencji prowadzą do niekorzystnych zmian barwnych i powstawania związków antyodżywczych wynikających z nadmiernej dawki ciepła w funkcji czasu. Moje osiągnięcie posiada szczególną wartość wdrożeniową w przypadku wyznaczania optymalnych zakresów temperatur dla obróbek termicznych mięsa, tak aby zachowane były wszystkie właściwości odżywcze i prozdrowotne. Bardzo ważnym moim osiągnięciem jest to, że dzięki wynikom badań, które

uzyskałam zaistniała możliwość istotnego obniżenia temperatury i czasu trwania obróbki termicznej, co skutkuje minimalizacją niekorzystnych zmian, istotnym obniżeniem zużycia energii procesu i zwiększeniem efektywności produktowej i procesowej, przekładając się na zwiększenie ekonomiki procesu.

Podsumowując, dzięki uzyskanym wynikom zaistniała możliwość optymalizacji obróbki termicznej *sous-vide* filetów z gęsi. Wykazałam znaczącą redukcję strat jakościowych, jak również przedstawiłam warunki efektywności tego procesu zależącego od czasu i temperatury obróbki termicznej. Badania wykazały, że największą stabilność oksydacyjną w filetach z gęsi zaobserwowano w temperaturach 60°C i 70°C. Ponadto stwierdziłam, że wraz ze wzrostem stopnia denaturacji aktyny wzrastała twardość mięsa. Zidentyfikowałam zależność stosowania najwyższej temperatury podczas obróbki termicznej *sous-vide* (80°C przez 24 h) wobec zmiany w profilu aromatycznym filetów z gęsi. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdziłam, że wraz z wydłużeniem czasu obróbki termicznej następuje wyższa dynamika powstawania związku 2,3-dimetylopirazyna, który sklasyfikowałam jako potencjalny wskaźnik intensywności aromatu „pieczonego” w filetach z gęsi. Dzięki mojemu osiągnięciu możliwa będzie optymalizacja procesu obróbki termicznej, zarówno pod względem oczekiwanego aromatu mięsa, jak i odpowiedniego poziomu denaturacji białek. Jednocześnie ograniczone zostanie powstawanie nadmiernej ilości związków antyodżywczych, w tym 2,3-dimetylopirazyny, która powstawała podczas obróbki termicznej z zastosowaniem wyższej temperatury i dłuższego czasu trwania procesu. Uzyskane wyniki stanowią wysoką wartość aplikacyjną dla przemysłu spożywczego w optymalizacji procesów ze względu na zwiększenie efektywności produktowej, procesowej i jakościowej.

Hipoteza 1 (H1) dotycząca analizy wpływu zróżnicowanych parametrów obróbki termicznej na zachowanie stabilności aromatu tłuszczu i mięsa gęsi oraz wartości odżywczej tłuszczu z gęsi została pozytywnie zweryfikowana (O1 i O2). Świadczy o tym fakt, że próby obrabiane metodą *sous-vide* wykazały stabilność aromatu, który nie uległ istotnym zmianom podczas okresu przechowywania (D2 i D3). Pozyskiwanie tłuszczu gęsiego z zastosowaniem obróbki termicznej metodą *sous-vide* wpłynęło pozytywnie na profil kwasów tłuszczowych, w tym wysoką zawartość WNKT typu n-3, takich jak kwas linolenowy. Obróbka termiczna metodą *sous-vide* w 80°C i czasie 24 h pozytywnie

wpłynęła na zachowanie stabilności aromatu mięsa z gęsi w trakcie przechowywania chłodniczego.

Etap 3: Określenie wpływu wybranych rodzajów obróbki termicznej na zawartość „markerowych związków lotnych” w mięsie wołowym (publikacja O4)

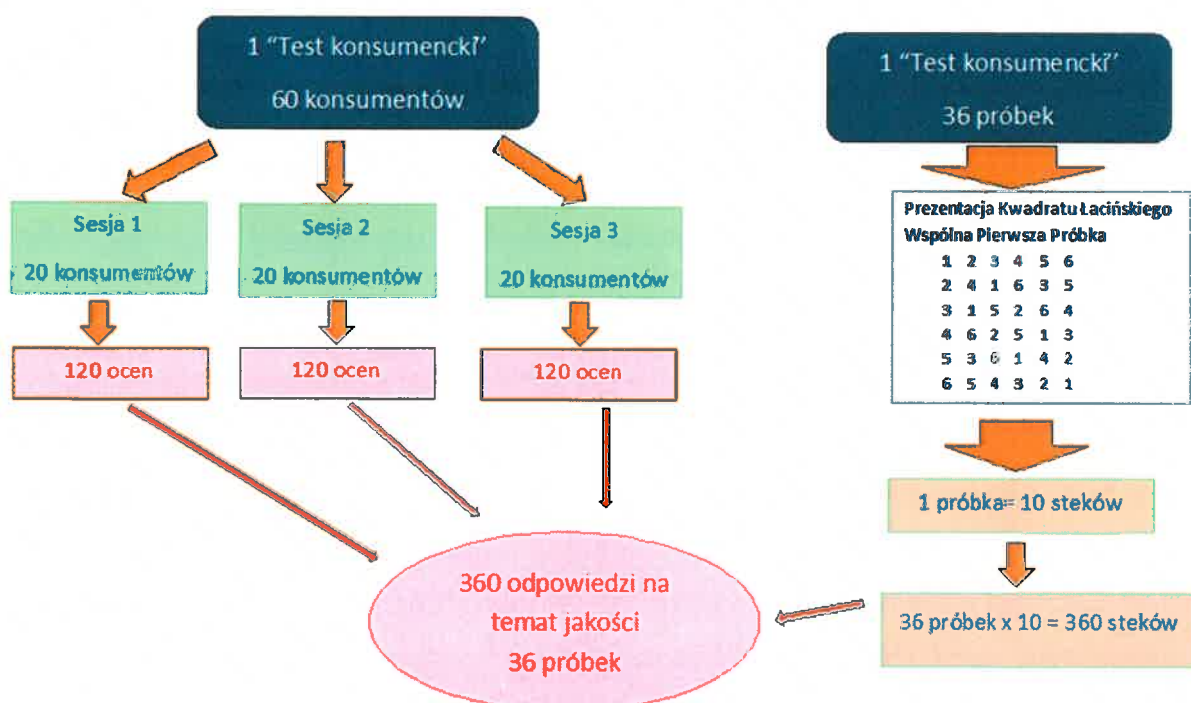
Publikacja O4: Wojtasik-Kalinowska I., Farmer L.J., Hagan T.D.J., Gordon A.W., Polkinghorne R., Pogorzelski G., Wierzbicka A., Półtorak A. The influence of cooking methods and muscle on beef aroma profile and consumer satisfaction: insights from volatile compound analysis. *Applied Science*, 2024, 14, 4477. DOI:10.3390/app14114477

Celem moich kolejnych badań przeprowadzonych w ramach etapu 3 było zbadanie związku między oceną konsumencką mięsa wołowego, a związkami lotnymi oznaczonymi z technikami chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrią mas (GC-MS). Przeprowadzone badania są zupełnie nowym podejściem do badania relacji między oceną konsumencką mięsa, a oceną instrumentalną związków lotnych. Szczególnie wartościowym moim osiągnięciem jest zidentyfikowanie „markerowych związków” lotnych dla różnych klas związków, które określają wpływ metod obróbki termicznej w zależności od rodzaju elementu mięsa wołowego.

Stosunkowo niewiele informacji dostępnych jest na temat zależności między związkami lotnymi, a oceną konsumencką mięsa wołowego. Przeprowadzane do tej pory badania wykazały, że niektóre klasy związków lotnych są w sposób pozytywny lub negatywny związane z akceptacją aromatu przez konsumentów (Farmer i wsp., 2012).

W etapie 3 w zupełnie nowy, dotychczas nieopisany w literaturze sposób zaproponowałam monitorowanie „związków markerowych”, które wiązały się z pożądanymi lub niepożądanymi cechami sensorycznymi. W mojej ocenie ważne jest określenie „markerowych związków”, które mogą pomóc w wyjaśnieniu różnic między aromatem mięsa wołowego przygotowywanego z wykorzystaniem zróżnicowanych metod obróbki termicznej. To innowacyjne podejście badawcze, które zaproponowałam przyczyni się do rozwoju metod badawczych identyfikujących „związki markerowe” pozytywnie jak i negatywnie wpływające na oczekiwane cechy sensoryczne. Zaproponowany sposób badawczy z pewnością wpłynie na rozwój dyscypliny technologii żywności i żywienia.

W zaplanowanym i przeprowadzonym przeze mnie eksperymencie badawczym poddałam zróżnicowanej obróbce termicznej trzy elementy (mięśnie): *M. Semimembranosus* (SM), *M. biceps femoris* (BF) i *M. rectus femoris* (RF), uprzednio poddane procesowi dojrzewania przez 21 dni w temperaturze 4°C przy wilgotności względnej 77%. Zastosowałam dwie metody obróbki termicznej krótkotrwały proces smażenia (w czasie 90 s), a następnie poddanie ekspozycji wodnej w czasie 2 h i temperaturze 93°C – 95°C (1), proces pieczenia w warunkach konwekcji wymuszonej w temperaturze 160°C do osiągnięcia 65°C w centrum geometrycznym próby (2) (metodyka obróbek została podana w publikacji Wojtasik-Kalinowska I. i wsp. *The influence of cooking methods and muscle on beef aroma profile and consumer satisfaction: insights from volatile compound analysis*. Applied Science, 2024, 14, 4477 (O4)). W zaprojektowanym przeze mnie eksperymencie badawczym zmaksymalizowałam liczbę konsumentów biorących udział w ocenie do 360, co pozwoliło, aby próbkę mięsa poddanego obróbce termicznej jego termicznie oceniało po 180 konsumentów. Ten zaproponowany przeze mnie sposób, jak i zakres oceny, który zrealizowałam w ramach tego eksperymentu nie był dotychczas stosowany w badaniach prowadzonych w Polsce, zarówno w przypadku zakresu oceny, jak i liczebności osób oceniających. Schemat oceny konsumenckiej przedstawiono na rys. 1.



Rysunek 1. Schemat badań konsumenckich.

W celu zapewnienia obiektywizacji oceny, eliminacji błędów względnych metody i oceny oraz utworzenia ogólnej miary dla porównania różnych czynników produkcji i przetwarzania, został wprowadzony wspólny zoptymalizowany wskaźnik jakości mięsa oparty na 4 zmiennych (MQ4), na podstawie wyników konsumenckich dotyczących kruchości, soczystości, aromatu oraz ogólnego zadowolenia, jak opisano wcześniej przez Watsona i wsp., (2008). Wzór na MQ4 jest następujący:

$$LMQ4 = 0,3TE + 0,1JU + 0,3FL + 0,3OL$$

gdzie:

TE - kruchość (z ang. *tenderness*);

JU - soczystość (z ang. *juiciness*);

FL - aromat (z ang. *flavor*);

OL - ogólna akceptowalność (z ang. *overall liking*).

Związki lotne z fazy nadpowierzchniowej mięsa były pozyskiwane z wykorzystaniem techniki mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej (SPME). Do ekstrakcji i analizy lotnych związków użyto systemu GC-MS HP 6890 Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) z detektorem masowym 5973 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA).

Po przeprowadzonej analizie po raz pierwszy zaproponowałam i wybrałam osiemnaście „związków markerowych”, które zidentyfikowałam jako charakterystyczne dla mechanizmów ich formowania. Następnie oznaczono ilościowo (ng/g próbki mięsa poddanego obróbce termicznej) związki lotne w próbkach mięsa poddanego obróbce termicznej z wykorzystaniem dwóch metod.

Na podstawie zrealizowanych badań z wykorzystaniem elementów o zróżnicowanym składzie podstawowym, stwierdziłam, że elementy mięsa wołowego charakteryzujące się istotnie niższą zawartością tłuszczu, ale wyższą zawartością wody (co daje podstawy w prognozowaniu jakości po obróbce termicznej) były oceniane lepiej przez konsumentów pod względem wszystkich cech tj. aromatu, kruchości, soczystości i ogólnej akceptowalności. Wynik uzyskany z badań posiada wysoką wartość aplikacyjną, gdyż umożliwia prognozowanie uzyskiwania określonej jakości i akceptowalności konsumenckiej elementu na podstawie wyników badań i zależności w składzie podstawowym badanego elementu wołowego. Szczególną wartością wdrożeniową ww. zaobserwowanych zależności jest to, że istnieje

możliwość prognozowania poziomu jakości i satysfakcji konsumenckiej z uzyskanej jakości wołowiny na podstawie analiz składu podstawowego, bez konieczności prowadzenia czasochłonnej i kosztownych badań konsumenckich. Mięsień RF (dla obu analizowanych obróbek termicznych) uzyskał istotnie wyższą ocenę we wszystkich cechach sensorycznych ($P < 0,05$) w porównaniu do mięśni SM i BF. Różnice ocen między elementami były większe w przypadku mięsa pieczonego niż duszonego. Średnia ocena akceptacji aromatu dla (mięśnia) RF była o 11–15 punktów (skala 100 mm) wyższa niż dla pozostałych dwóch mięśni. To, co należy w sposób szczególny podkreślić jako wartość zastosowanej po raz pierwszy w Polsce metody badawczej, to fakt niskiego potencjalnego wpływu różnic między ocenami konsumentów (błędu metody). Ten ważny aspekt wysokiej ufności wyników został osiągnięty dzięki dużej liczbie ocenionych prób przez wysoką liczbę oceniających. Moje wyniki potwierdzają istotne różnice w ocenach poszczególnych elementów poddawanych różnym metodom obróbki termicznej. Najwyższe wyniki w odniesieniu do akceptacji konsumenckiej uzyskano dla mięśnia RF. Nie stwierdziłam natomiast wpływu zastosowanej obróbki termicznej na analizowane wyróżniki.

„Związki markerowe” zostały zaklasyfikowane do ośmiu grup: aldehydy, aldehydy Streckera, tiofeny, ketony, siarczki, furany, alkohole i kwasy. Wiele aldehydów, alkoholi i ketonów powstaje w wyniku termicznej oksydacji kwasów tłuszczowych i jest znane ze swoich charakterystycznych profili aromatycznych, obejmujących deskryptory sensoryczne takie jak maślane, słodkie, kwiatowe, tostowe czy zielone (Stahnke, 1994). Degradacja specyficznych aminokwasów - alaniny, izoleucyny, leucyny, metioniny, fenyloalaniny i waliny - prowadzi do powstawania aldehydów Streckera, takich jak acetaldehyd, 2-metylobutanal, 3-metylobutanal, 3-metylobutanal, 3-(metylotio)propanal oraz fenyloacetaldehyd. Ponadto, 2,3-butanodion powstaje w wyniku degradacji węglowodanów (Granvogl i wsp., 2012). Analizując wpływ metody obróbki termicznej na związki lotne w trzech różnych elementach, stwierdzono, że mięśnie poddane procesowi pieczenia charakteryzowały się znacząco mniejszą ilością lotnych związków w porównaniu do mięśni poddanych procesowi obróbki termicznej w wilgotnym środowisku. Nie stwierdzono statystycznie istotnych głównych efektów wynikających z rodzaju elementu (mięśnia) ($P \geq 0,05$). Zaobserwowano jednak istotne interakcje między metodą obróbki termicznej, a rodzajem mięśnia. Wyższe poziomy związków lotnych zaobserwowano w przypadku zastosowania procesu obróbki termicznej w wilgotnym środowisku w porównaniu do pieczenia, które odnotowano w odniesieniu do: pentanal, heksanal, benzaldehyd, 2-metylotiofenu, dimetylodisulfidu,

dimetylotrisulfidu oraz 2-pentylfuranu. Istotne interakcje między mięśniami, a metodami obróbki termicznej były zaobserwowane dla wszystkich tych związków. Dominującym efektem było zwiększenie ich ilości w wołowinie duszonej (1) w porównaniu do pieczonej (2). Najbardziej zauważalny efekt dotyczył mięśni SM i RF dla pentanal, heksanal i 2-pentylfuranu; mięśni SM i BF dla benzaldehydu, dimetylodisulfidu i dimetylotrisulfidu oraz mięśnia RF dla 2-metylotiofenu, dimetylodisulfidu, dimetylotrisulfidu, 3- i 2-metylobutanal, 2-metylotiofen oraz benzaldehyd zostały uwzględnione jako wskaźniki różnych ścieżek reakcji Maillarda, złożonej reakcji chemicznej między aminokwasami, a cukrami redukującymi. 2-Metylotiofen może być tworzony z reakcji Maillarda dając 1,4-diketony, z dalszymi reakcjami na przykład z H_2S z cysteiny (Vernin i Parkanyi, 1982). Związki 3-metylobutanal i 2-metylobutanal powstają w wyniku degradacji Streckera leucyny i izoleucyny (Mottram, 1991). Benzaldehyd może być tworzony przez ten sam mechanizm co aminokwas fenyloglicyna. Dimetylodisulfid, dimetylotrisulfid powstają poprzez degradację Streckera metioniny do uwolnienia metanetiolu, który następnie ulega utlenianiu do dimetylodisulfidu i dimetylotrisulfidu. Legako i wsp. (2015) analizowali związki lotne oraz ocenę konsumencką dla różnych mięśni wołowych (*Longissimus lumborum*, *Psoas major*, *Semimembranosus* i *Gluteus medius*) oraz różnych klas jakości USDA (Prime, Upper 2/3 Choice, Low Choice, Select i Standard). Badania te wykazały, że wskaźniki jakości mięsa nie miały bezpośredniego wpływu na ocenę mięsa przez konsumentów. Również nie zaobserwowano ich bezpośredniego wpływu na zróżnicowanie w zakresie związków lotnych. Zidentyfikowano natomiast istotne interakcje między rodzajem mięśnia, a jego jakością. Podobnie jak w moich badaniach, zaobserwowano różnice w ocenach konsumentów oraz w profilach związków lotnych między różnymi mięśniami. Wyniki te sugerują, że cechy specyficzne dla poszczególnych mięśni, takie jak ich anatomia, skład tłuszczowy czy struktura tkanki mięśniowej, mogą mieć istotny wpływ na percepcję jakości mięsa przez konsumentów oraz na ich profil aromatyczny. Zależność między związkami lotnymi, oceną konsumencką, a analizą składu podstawowego została przedstawiona za pomocą map preferencji. Przeprowadzona analiza daje podstawy stwierdzeniu, że mięso wołowe smażone, a następnie obrabiane termicznie w środowisku wodnym, w porównaniu do mięsa pieczonego, wykazywało większą obecność produktów Maillarda. Smak i ogólna akceptacja mięsa były skorelowane z dodatnią stroną drugiej składowej i oceną marmurkowatości USDA (*United States Department of Agriculture*), bez wyraźnego związku z metodami obróbki termicznej. Na mapach preferencji zauważono, że produkty Maillarda wyraźnie różnicują się od produktów utleniania lipidów. Tendencję do

grupowania związków z podobnych szlaków reakcyjnych wskazują wcześniejsze badania (Zhu i wsp., 2023; Gerber i wsp., 2009; Sitz i wsp., 2005), co potwierdza użyteczność „związków markerowych” do reprezentowania różnych klas związków w analizie mięsa wołowego. Podsumowując, zależności między związkami lotnymi, a ocenami konsumentów oraz charakterystyką fizykochemiczną mięsa wołowego zostały zbadane, uwzględniając różne klasy związków takie jak aldehydy, aldehydy Streckera, ketony, oraz związki siarkowe. Uzyskane z tych badań informacje mogą być istotne dla dalszego rozwoju metod analizy sensorycznej i jakościowej mięsa. Zgodnie z danymi literaturowymi, aldehydy takie jak heksanal i pentanal powstają w wyniku termicznego i oksydacyjnego rozkładu lipidów (Shi i Ho, 1994). Na mapie preferencji zauważono, że heksanal i pentanal znajdują się w znacznej odległości od wyników ocen konsumentów dla duszonej i pieczonej wołowiny. Jest to zgodne z odbiorem tych aromatów jako nieprzyjemne, żywiczne i przypominające aromat zielonych liści lub warzyw (Górska i wsp., 2017). W moich badaniach zidentyfikowałam trzy lotne aldehydy reakcji Streckera: 3-metylobutanal, 2-metylobutanal oraz benzaldehid, które charakteryzowały się statystycznie istotnie wyższymi poziomami benzaldehydu w duszonej wołowinie w porównaniu do mięsa pieczonego ($P < 0,05$). Moje wyniki korelują z wcześniejszymi badaniami, które wykazały, że aldehydy Streckera mogą być istotnymi „markerami” akceptacji sensorycznej grillowanej wołowiny (Farmer i wsp., 2012). Mapy preferencji w moich badaniach potwierdzają, że zarówno 3-metylobutanal, jak i 2-metylobutanal znajdują się w obszarze skorelowanym z pozytywną oceną aromatu i ogólną akceptacją duszonej wołowiny, ale nie są istotne dla pieczonej wołowiny.

Na mapie preferencji konsumenckiej związki takie jak dimetylodisulfid i dimetylotrisulfid umiejscowiły się w pozycji nawiązującej do niechęci konsumentów wobec akceptacji aromatu mięsa. Efekt ten był znacznie większy w przypadku duszonego mięsa, przypuszczalnie ze względu na znacznie wyższe stężenia tych związków. Dimetylotrisulfid (zapach kapuściany/kwaśny) i dimetylodisulfid (zapach siana) odgrywają ważną rolę w odczuwaniu mięsnego i tłustego aromatu (Farmer i wsp., 2013). Źródło dimetylodisulfidu i dimetylotridisulfidu stanowią aminokwasy zawierające siarkę, takie jak metionina i cysteina (Insausti i wsp., 2005). Te prekursory są również źródłem kluczowych związków aromatycznych w wołowinie, takich jak 2-metylo-3-furantiol oraz innych pokrewnych związków (Legako i wsp., 2015), które odpowiadają za mięsny oraz pieczony zapach. Pomimo, że związki te występują w bardzo niskich stężeniach, ich wspólne pochodzenie może tłumaczyć pozytywną zależność między dimetylodisulfidem i dimetylotrisulfidem, a preferencją zapachu

w przypadku pieczonych próbek, gdzie ich poziomy są stosunkowo niskie. Jednakże literatura wskazuje, że zawartości dimetylodisulfidu, jak i dimetylotrisulfidu mogą być zmniejszone przez obecność tioli pochodzących z reakcji Maillarda, takich jak 2-metylo-3-furantiol (Zhang i wsp., 2023). Ten fakt może tłumaczyć częściowe powiązanie między tymi związkami, a akceptacją aromat przez konsumentów (Legako i wsp., 2015). Otrzymane w moich badaniach mapy preferencji konsumenckiej wskazują, że w przypadku duszonych próbek mięsa, znacznie wyższe stężenia dimetylodisulfidu i dimetylotrisulfidu mogą nadawać aromat, który jest postrzegany jako nieprzyjemny przez konsumentów.

Podsumowując wyniki etapu 3, stwierdziłam, że metoda obróbki termicznej ma istotny wpływ na zawartość związków lotnych powstających w mięsie wołowym. Analiza „związków markerowych” wskazuje, że różne grupy związków lotnych odpowiadają za percepcję różnic w aromacie spowodowanych obróbką termiczną. Zidentyfikowałam „markerowe związki” lotne dla różnych klas związków, które określają wpływ metod obróbki termicznej w zależności od rodzaju elementu mięsa wołowego.

Heksanal, pentanal i 2-pentylfuran można uznać za „markery” procesów utleniania lipidów, natomiast dimetylo disiarczek, dimetylo trisiarczek, 3- i 2-metylobutanal oraz benzaldehyd są „markerami” szlaków reakcji Maillarda. Badania konsumenckie wskazały na zróżnicowanie pomiędzy elementami. Najwyższe oceny konsumenckie dotyczące kruchości, MQ4, ogólnej akceptowalności i zapachu uzyskano dla mięśnia RF zarówno w przypadku wołowiny poddawanej obróbce termicznej w wilgotnym środowisku, jak i wołowiny pieczonej. Związki będące wynikiem utleniania lipidów, takie jak heptanony są markerami niepożądanego aromatu, podczas gdy aldehydy Streckera są związane z pożądanym aromatem w metodach obróbki termicznej mięsa wołowego. Dimetylodisulfid i dimetylotrisulfid są związane z pożądanym aromatem w pieczonym mięsie, ale z jego niepożądanym aromatem w mięsie duszonym.

Hipoteza 2 (H2) dotycząca różnicy w zawartości markerowych związków lotnych pomiędzy wybranymi mięśniami wołowymi poddawanych różnym metodom obróbki termicznej została pozytywnie zweryfikowana. Zawartość związków lotnych, takich jak heksanal, pentanal, 2-pentylfuran, dimetylodisulfid, dimetylotrisulfid, 3- i 2-metylobutanal oraz benzaldehyd różniła się w zależności zastosowanej metody obróbki termicznej. Mięso duszone zawierało większe zawartości związków lotnych w porównaniu do mięsa pieczonego.

Hipotez 3 (H3) dotycząca faktu, że rodzaj elementu i obróbki termicznej wpływa na akceptację konsumencką zapachu mięsa wołowego została pozytywnie zweryfikowana. Konsumencka ocena mięsa wskazała różnice w akceptacji aromatu w zależności od rodzaju elementu (najwyższe oceny dla mięśnia RF).

Etap 4: Określenie wpływu ekstraktów roślinnych na profil związków lotnych oraz wybrane parametry fizykochemiczne mięsnych produktów poddanych obróbce termicznej i przechowywanych w stanie zamrożonym (publikacje O5 i O6).

Publikacja O5: Wojtasik-Kalinowska I., Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak, A. Frozen storage quality and flavor evaluation of ready to eat steamed meat products treated with antioxidants. *Cyta – Journal of Food*, 2021, 19(1), 152-162.

Publikacja O6: Wojtasik-Kalinowska I., Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak, A. The effect of *Solanum lycopersicum* L. extract on quality and flavor stability of ready to eat meat products. *Animal Science Papers and Reports*, 2022, 40, 423-438.

Celem badań opisanych w publikacjach O5 i O6 było określenie wpływu ekstraktu z *Camellia sinensis* L. oraz ekstraktu z *Solanum lycopersicum* L. na profil związków lotnych oraz stabilność oksydacyjną wieprzowo-wołowych produktów mięsnych „ready to eat” poddanych obróbce termicznej z wykorzystaniem pary, a następnie przechowywanych w warunkach mroźniczych.

Przeprowadziłam analizę czterech grup badawczych kulek mięsnych: kontrola (C1), kontrola pozytywna (C2) z udziałem BHT (0,01%), grupa doświadczalna (E) z udziałem ekstraktu z *Camellia sinensis* L. (1%) oraz grupa (ET) z udziałem ekstraktu z *Solanum lycopersicum* L. (1%). Próbkę poddano obróbce termicznej z wykorzystaniem pary przez 5 minut, a następnie zapakowano próżniowo i przechowywano w temperaturze $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ przez okres 90 dni. Analizy przeprowadzono w dniach 0, 14, 28, 42 oraz 90.

Najwyższą wartość aktywności przeciwutleniającej (DPPH) stwierdziłam w grupie z udziałem ekstraktu *Camellia sinensis* L. w dniu D0 ($P \leq 0,05$). Wartość ta malała w trakcie przechowywania, jednak w D90 wartość DPPH w grupie E była istotnie wyższa ($21,10 \pm 1,65$) w porównaniu z grupą C1 ($10,0 \pm 1,01$) ($P \leq 0,05$). Ekstrakt *Camellia sinensis* L. jest bogaty w takie związki jak flawonoidy, katechiny i kwas galusowy. Mechanizmy antyoksydacyjne

obejmują przenoszenie pojedynczych elektronów i atomów wodoru, związanych z pozycją fenolowych grup hydroksylowych (Carrizo i wsp., 2014). **Wyniki moich badań dotyczące zdolności antyoksydacyjnej wykazały, że ekstrakt z *Camellia sinensis* L. ma potencjał do wydłużenia okresu przydatności do spożycia mrożonych produktów mięsnych typu „ready to eat”.**

Zawartość fenoli w grupie kontrolnej (D0) wynosiła $69,65 \pm 1,23\%$. Po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym ta wartość spadła aż o 61,52%. W grupie, gdzie dodano ekstrakt z *Camellia sinensis* L., całkowita zawartość fenoli zmniejszyła się o 57,77%. W ostatnim dniu przechowywania w stanie zamrożonym wartość analizowanego parametru w mięsnym produkcie typu „ready to eat” (grupa E) pozostawała na wysokim poziomie ($173,28 \pm 2,98\%$). We wszystkich analizowanych dniach przechowywania wartości całkowitej zawartości związków fenolowych (TPC z ang. *total phenolic content*) były istotnie wyższe ($P \leq 0,05$) w porównaniu z grupami C1 i C2. Aktywność przeciwutleniająca związków fenolowych w przyprawach i ziołach wynika z ich właściwości potencjału redoks i właściwości chemicznych, które pozwalają im pełnić funkcje reduktorów, chelatorów Fe^{2+} , zmiataaczy wolnych rodników lub inhibitorów powstawanie singletowego tlenu (Pizzale i wsp., 2002; Das i wsp., 2016).

W przeprowadzonych przeze mnie badaniach wszystkie próbki wykazywały wzrost wartości TBARS w trakcie przechowywania. Udział ekstraktu z *Camellia sinensis* L. zmniejszał stopień utleniania lipidów w czasie przechowywania w stanie zamrożonym. W D90 najwyższą wartość TBARS obserwowano w próbie C1 ($2,01 \pm 0,02$), a najniższą w grupie C2 ($1,40 \pm 0,07$). Wyniki wskazują, że udział BHT był najskuteczniejszy w redukcji dialdehydu malonowego w czasie 90 dni przechowywania zamrożonych klopsików mięsnych. Jednakże w D28 i D42 nie stwierdzono istotnych różnic między BHT, a ekstraktem z *Camellia sinensis* L. Lorenzo i wsp., (2014), badając potencjał przeciwutleniający różnych ekstraktów roślinnych dodawanych do kotletów wieprzowych, wykazali, że ekstrakt z *Camellia sinensis* L. był jednym z najefektywniejszych antyoksydantów redukujących stopień utlenienia lipidów. W moich badaniach po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym udział ekstraktu *Camellia sinensis* L. spowodował obniżenie wartości TBARS ($1,75 \pm 0,08$ mg MDA/kg mięsa). Wartość TBARS w grupie E była istotnie niższa w porównaniu z grupą C1 ($2,01 \pm 0,02$ mg MDA/kg mięsa). Wartość TBARS równa 2 mg MDA/kg mięsa jest uważana za poziom, przy którym wyczuwalne są cechy smaku i aromatu jeliękiego (Greene i Cumuze, 1981). **Na podstawie przeprowadzonych analiz można więc wnioskować, że udział ekstraktu z *Camellia sinensis***

L. do mięsa ogranicza powstawanie niepożądanych cech aromatu jelkiego podczas długotrwałego przechowywania w stanie zamrożonym.

Na podstawie badań własnych przeprowadzonych z wykorzystaniem „elektronicznego nosa” stwierdziłam, że w grupie C1 zidentyfikowano (AroChemBase, 2020) 13 związków lotnych, w grupie C2 - 13, natomiast w grupie E - 17. Po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym zidentyfikowano 15 charakterystycznych związków w przypadku grup C1 i C2 oraz 16 związków lotnych w przypadku grupy E. Analiza PCA wykazała, że w grupie C po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym aromat mięsnych produktów uległ zmianie w porównaniu do D0. Natomiast w próbkach, gdzie zastosowano BHT oraz ekstrakt z *Camellia sinensis* L., profil związków lotnych nie uległ istotnej zmianie w trakcie przechowywania.

Podsumowując wyniki badań omówionych w publikacji O5 można stwierdzić, że udział ekstraktu *Camellia sinensis* L. wykazał pozytywny wpływ na trwałość mięsnych produktów „ready to eat”, które zostały poddane obróbce termicznej z zastosowaniem pary, a następnie były przechowywane w warunkach mroźniczych. Zaobserwowano, że ekstrakt ten skutecznie hamował stopień utlenienia lipidów, co zostało potwierdzone przez zmniejszenie wartości TBARS w porównaniu z grupą kontrolną. Wyniki sugerują, że *Camellia sinensis* L. może stanowić naturalną alternatywę dla komercyjnych przeciwutleniaczy, wspomagając przedłużenie okresu przydatności do spożycia mięsnych produktów „ready to eat” przechowywanych w stanie zamrożonym. Dodatkowo, udział ekstraktu z *Camellia sinensis* L. miał pozytywny wpływ na profil związków lotnych w badanych produktach mięsnych. Profil ten nie uległ istotnym zmianom po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym, co sugeruje stabilizujący wpływ ekstraktu na składniki aromatyczne produktu mięsnego.

Wnioskiem z przeprowadzonych badań jest stwierdzenie istnienia potencjału ekstraktu z *Camellia sinensis* L. jako składnika wspierającego jakość i trwałość mięsnych wyrobów gotowych, co może mieć znaczenie w praktycznych zastosowaniach przemysłowych oraz dla konsumentów poszukujących naturalnych alternatyw dla tradycyjnych dodatków chemicznych.

W badaniach omówionych w kolejnej publikacji (O6) oceniono wpływ ekstraktu pozyskanego z *Solanum lycopersicum* L. na wybrane cechy jakościowe oraz stabilność aromatu

produktów mięsnych poddanych obróbce termicznej z zastosowaniem pary i przechowywanych w warunkach mroźniczych.

Udział ekstraktu *Solanum lycopersicum* L. spowodował pociemnienie barwy gotowych produktów mięsnych (niższa wartość parametru L^*). Nie zaobserwowano wpływu czasu przechowywania produktów mięsnych w stanie zamrożonym na składową a^* , jednakże stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy grupami C, BHT i ET we wszystkich analizowanych dniach. Analiza próbek z udziałem ekstraktu *Solanum lycopersicum* L. (grupa ET) wykazała, że powierzchnia zewnętrzna kulek mięsnych charakteryzowała się intensywniejszą barwą czerwoną (wyższa wartość składowej a^*). **Proces obróbki termicznej przyczynił się do uzyskania atrakcyjnej czerwono-brązowej barwy produktu mięsnego.**

Ocena właściwości przeciwutleniających wykazała, że na początku badania (D0) najwyższą wartość DPPH odnotowano w grupie z udziałem ekstraktu z *Solanum lycopersicum* L. i BHT. W trakcie przechowywania wartość ta zmniejszała się, jednak w grupie ET w dniu 90 i była istotnie wyższa ($20,18 \pm 0,12\%$) w porównaniu z grupą C ($9,98 \pm 0,49\%$) ($P < 0,05$).

Na początku badania (D0), aktywność przeciwutleniająca w grupie kontrolnej wynosiła $70,12 \pm 0,48\%$. Po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym, wartość ta spadła do $32,15 \pm 0,03\%$ (spadek o 54,15%). W grupie z dodatkiem ekstraktu z *Solanum lycopersicum* L., obserwowano mniejszy spadek aktywności przeciwutleniającej (o 46%), gdzie w ostatnim dniu przechowywania osiągnęła ona poziom $142,17 \pm 0,60\%$ w porównaniu do początkowej wartości $263,18 \pm 0,03\%$.

W przypadku wszystkich analizowanych próbek, wartości TBARS wzrosły podczas przechowywania w stanie zamrożonym, co świadczy o zachodzącym procesie utleniania lipidów. Udział ekstraktu z *Solanum lycopersicum* L. wykazał zdolność do spowolnienia tego procesu. Pomimo, że udział 0,01% BHT był najbardziej skuteczny w zmniejszaniu stopnia utlenienia lipidów w badanych próbach przez 90 dni przechowywania w stanie zamrożonym, to w D42 wartość TBARS w grupie ET ($1,58 \pm 0,02$ mg MDA/kg) była istotnie niższa w porównaniu do grupy C ($1,74 \pm 0,03$ mg MDA/kg). **Wyniki te sugerują, że ekstrakt z *Solanum lycopersicum* L. skutecznie hamował proces utleniania lipidów przez pierwsze 42 dni mrożenia produktów mięsnych typu „ready to eat”.**

W D0 zidentyfikowano (AroChemBase, 2020) 12 związków z grupy C, 12 z grupy BHT, 24 z grupy ET. Po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym zidentyfikowano 14 charakterystycznych związków w przypadku grupy C, 12 w przypadku grupy BHT i 26

w przypadku grupy ET. W przypadku udziału 0,01% BHT najmniejszą ilość związków lotnych stwierdzono po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym w porównaniu z innymi grupami badawczymi. Można stwierdzić, że udział BHT do produktów mięsnych typu „*ready to eat*” spowodował obniżenie charakterystycznego intensywnego zapachu mięsa.

Podsumowując wyniki badań przedstawione w publikacji O6 należy zauważyć, że udział przeciwutleniaczy pochodzenia roślinnego może przedłużać trwałość mięsnych produktów typu „*ready to eat*” podczas przechowywania w stanie zamrożonym. Zaobserwowano korzystny wpływ ekstraktu *Solanum lycopersicum* L. na hamowanie stopnia utleniania lipidów poprzez zmniejszenie wartości TBARS. Ekstrakt ten jest więc obiecującym naturalnym związkiem mogącym zastąpić stosowanie komercyjnych przeciwutleniaczy w celu wydłużenia okresu przydatności do spożycia produktów mięsnych typu „*ready to eat*” podczas przechowywania w stanie zamrożonym. Uzyskane wyniki podkreślają również potencjał ekstraktu *Solanum lycopersicum* L. jako naturalnego przeciwutleniacza w modyfikacji aromatu mięsnych produktów.

Hipoteza (H4) dotyczyła zastosowania naturalnych ekstraktów roślinnych do produkcji wyrobów z mielonego mięsa wieprzowo-wołowego i ich wpływu na profil związków lotnych. Hipoteza ta została pozytywnie zweryfikowana. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że udział *Solanum lycopersicum* L. oraz *Camellia sinensis* L. zmienił profil związków lotnych w produktach mięsnych. Udział naturalnych ekstraktów w produktach mięsie wieprzowo-wołowym wpływa na zachowanie stabilności zapachu po 90 dniach przechowywania mroźniczego.

4.3.3. Podsumowanie osiągnięcia

Przeprowadzone przeze mnie badania, które wchodzą w skład osiągnięcia naukowego, dotyczącego „Wpływ wybranych procesów technologicznych oraz podwyższonej wartości bioaktywnej na właściwości fizykochemiczne oraz profil związków lotnych mięsa i tłuszczu” potwierdziły postawione hipotezy badawcze. Uzyskane wyniki badań własnych mają zarówno wartość poznawczą, metodyczną, jak i aplikacyjną.

Na podstawie wyników badań przedstawionych w 6 publikacjach stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego sformułowano następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Zastosowanie „elektronicznego nosa” oraz zaawansowanych metod chromatograficznych stanowi skuteczny sposób oceny profilu związków lotnych i wyznaczania „markerów aromatycznych” w mięsie poddanym obróbce termicznej.
2. Metoda obróbki termicznej *sous-vide*, szczególnie w niższym zakresie temperatur (60°C i 70°C), okazała się skuteczna w zachowaniu wysokiej stabilności oksydacyjnej tłuszczu gęsi oraz korzystnego profilu kwasów tłuszczowych, w tym wysokiej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT) typu n-3, m.in. kwasu linolenowego.
3. „Markery aromatyczne” lotnych, takich jak heksanal, pentanal, dimetylodisulfid, czy aldehydy Streckera, pełnią kluczową rolę w określaniu profilu aromatycznego mięsa. Analiza tych związków umożliwia identyfikację i kontrolowanie reakcji chemicznych, takich jak utlenianie lipidów i reakcje Maillarda, które wpływają na aromat i ogólną jakość mięsa.
4. Rodzaj metody obróbki termicznej istotnie wpływa na zawartość „markerowych związków lotnych” w mięsie wołowym. Modelowanie oceny akceptowalności mięsa umożliwiło wyznaczenie aromatycznych związków lotnych odpowiedzialnych za pożądalność aromatu mięsa.
5. Istnieje potencjał wdrożeniowy dla zastosowania ekstraktu z *Camellia sinensis* L. jako naturalnego przeciwutleniacza w produkcji mięsnych wyrobów „*ready to eat*” przeznaczonych do mrożenia.
6. Wskazano kluczowy wpływ ekstraktu *Camellia sinensis* L. w stabilizacji aromatu mięsnych produktów typu „*ready to eat*” przechowywanych w stanie zamrożonym przez okres do 90 dni.

To co jest ważne i zasługuje na szczególne podkreślenie, to fakt, iż wyniki moich badań stanowią możliwość wdrożenia przemysłowego w zakresie:

1. Optymalizacji procesów obróbki termicznej oraz wykorzystania naturalnych ekstraktów w produkcji wyrobów mięsnych;
2. Znaczącej efektywności obróbki termicznej zastosowanych parametrów, które wpływają na jakość tłuszczu i mięsa oraz na konsumencką percepcję sensoryczną;
3. Wysokiej ważności śledzenia i analizy „markerów związków lotnych” stanowiących istotny element w zapewnianiu wysokiej jakości i konkurencyjności wytwarzanych produktów mięsnych;

4. Efektywnej i zdrowej alternatywy stosowania naturalnych ekstraktów roślinnych, takich jak *Camellia sinensis* L. i *Solanum lycopersicum* L. dla powszechnie stosowanych chemicznych przeciwutleniaczy, przyczyniając się do podwyższenia jakości i stabilności aromatycznej produktów mięsnych;

5. Osiągnięcia istotnych wyników mających znaczenie w kontekście intensyfikującej się rywalizacji rynkowej i uzyskiwania stałych przewag konkurencyjnych wyższej jakości, wartości odżywczej i prozdrowotnej wyrobów mięsnych.

Podsumowując, wierzę, że moje wyniki badań przyczynią się do podwyższenia jakości tłuszczu i wyrobów mięsnych.

4.3.4. Spis literatury

1. Abbas R.J., Al-Jrrah I.A.T. (2020). Effects of natural and synthetic lycopene dietary supplementation on selected biochemical traits and antioxidant status of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Animal Science Papers and Reports*, 38, 275–286.
2. Aguilera J.M. (2018). Relating Food Engineering to Cooking and Gastronomy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 1021–1039.
3. Alfaia M.M., Alves S.P., Lopes A.F., Fernandes, M.J.E., Costa A.S.H., Fontes C.M.G.A., Castro M.L.F., Bessa R.J.B., Prates J.A.M. (2010). Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science*, 84, 769.
4. Andres A.I., Petron M.J., Delgado-Adamez J., Lopez M., Timon M. (2017). Effect of tomato pomace extracts on the shelf-life of modified atmosphere-packaged lamb meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e13018.
5. Ayub H., Ahmad A. (2019). Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 17, 100145.
6. Ba H.V., Amna T., Hwang I. (2013). Significant influence of particular unsaturated fatty acids and pH on the volatile compounds in meat-like model systems. *Meat Science*, 94, 480–488.
7. Bao G., Niu J., Li S., Zhang L., Luo Y. (2022). Effects of ultrasound pretreatment on the quality, nutrients and volatile compounds of dry-cured yak meat. *Ultrasonics Sonochemistry*, 82, 105864.
8. Biyikli M., Akoğlu A., Kurhan S., Akoğlu I.T. (2014). Effect of different Sous Vide cooking temperature-time combinations on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of turkey cutlet. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 20, 100204.
9. Botta C., Ferrocino I., Cavallero M.C., Riva S., Giordano M., Cocolin L. (2018). Potentially active spoilage bacteria community during the storage of vacuum packaged beefsteaks treated with aqueous ozone and electrolyzed water. *International Journal of Food Microbiology*, 266, 227–345.
10. Boz M.A., Oz F., Yamak U.S., Sarica M., Cilavdaroglu E. (2019). *Poultry Science*, 98, 3067.

11. Bryhni E.A., Byrne D.V., Rodbotten M., Claudi-Magnussen C., Agerhem H., Johansson M. (2002). Consumer perceptions of pork in Denmark, Norway and Sweden. *Food Quality and Preference*, 13, 257–266.
12. Campo M.M., Nute G.R., Hughes S.I., Enser M., Wood J.D., Richardson R.I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72, 303–311.
13. Carrizo D., Gullo G., Bosetti O., Nerin C. (2014). Development of an active food packaging system with antioxidant properties based on green tea extract. *Food Additives & Contaminants Part A*, 31(3), 364–373.
14. Casaburi A., Piombino P., Nychas G., Villani F., Ercolini D. (2015). Bacterial populations and the volatilome associated to meat spoilage. *Food Microbiology*, 45, 83.
15. Chan E.W.C., Lim Y.Y., Chew Y.L. (2007). Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food Chemistry*, 102(4), 1214–1222.
16. Chen X., Luo J., Lou A., Wang Y., Yang, D., Shen, Q.W. (2021). Duck breast muscle proteins, free fatty acids and volatile compounds as affected by curing methods. *Food Chemistry*, 338, 128138.
17. Chevance F.F., Farmer L.J. (1999). Release of Volatile Odor Compounds from Full-Fat and Reduced. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 5161–5168.
18. Cichoski A.J., Da Silva J.S., Leães Y.S.V., Robalo S.S., Dos Santos B.A., Reis S.R., Nehring P., Santos S.P., Wagner R., De Menezes C.R., Campagnol P.C.B. (2021). Effects of ultrasonic-assisted cooking on the volatile compounds, oxidative stability, and sensory quality of mortadella. *Ultrasonics Sonochemistry*, 72, 105443.
19. Das A.K., Rajkumar V., Nanda P.K., Chauhan P., Pradhan S. R., Biswas S. (2016). Antioxidant efficacy of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp extract in sheep meat nuggets. *Antioxidants*, 5, 16.
20. Dominguez-Hernandez E., Salaseviciene A., Ertbjerg P. (2018). Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science*, 143, 104–113.
21. Domínguez, R.; Gómez, M.; Fonseca, S.; Lorenzo, J.M. Effect of Different Cooking Methods on Lipid Oxidation and Formation of Volatile Compounds in Foal Meat. *Meat Science*, 2014, 97, 223–230.
22. Dubost A., Micol D., Picard B., Lethias C., Andueza D., Bauchart D., Listrat A. (2013). Structural and Biochemical Characteristics of Bovine Intramuscular Connective Tissue and Beef Quality. *Meat Science*, 95, 555–561.
23. Estévez M.J., Lorenzo M. (2018). Impact of antioxidants on oxidized proteins and lipids in processed meat. *Encyclopedia of Food Chemistry*, 600–608.
24. FAO/WHO, Report of a joint expert consultation. Fats and oils in human nutrition, FAO, Rome 1994, p. 1.
25. Farmer L., Hagan T.D.J., Devlin Y., Gordon A., Oltra O. Relationships between Beef Aroma Compounds and Other Quality Attributes. In *Proceedings of the International Congress on Meat Science and Technology*, Montreal, QC, Canada, 12–17 August 2012.
26. Farmer L., Hagan T.D.J., Oltra O.R., Devlin Y., Gordon, A. Relating Beef Aroma Compounds to Flavour Precursors and Other Measures of Quality. In *Current Topics in Flavor Chemistry & Biology, Proceedings of the Wartburg Flavour Symposium Wartburg Symposium on Flavor Chemistry and Biology*, Eisenach, Germany, 16–19 April 2013.

27. Fors S.M., Olofsson B.K. (1985). Alkylpyrazines, volatiles formed in the Maillard reaction. *Chemical Senses* 10(3), 287-296.
28. Gámbaro A., Panizzolo L.A., Hodos N., Da Rosa G., Barrios S., Garmendia G., Gago C., Martínez-Monzó J. (2023). Influence of temperature and time in sous-vide cooking on physicochemical and sensory parameters of beef shank cuts. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 32, 100701.
29. Gao P., Wang W., Jiang, Q., Xu Y., Xia W. (2016). Effect of autochthonous starter cultures on the volatile flavour compounds of Chinese traditional fermented fish (Suan yu). *JFST*, 51, 1630–1637.
30. Georgantelis D., Blekas G., Katikou P., Ambrosiadis I., Dimitiros J. F. (2007). Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, 75, 256.
31. Gerber N., Scheeder M.R.L., Wenk C. (2009). The Influence of Cooking and Fat Trimming on the Actual Nutrient Intake from Meat. *Meat Science*, 81, 148–154.
32. Górská E., Nowicka K., Jaworska D., Przybylski W., Tambor K. (2017). Relationship between Sensory Attributes and Volatile Compounds of Polish Dry-Cured Loin. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 30, 720–727.
33. Granvogl M., Beksan E., Schieberle P. (2012). New Insights into the Formation of Aroma-Active Strecker Aldehydes from 3-Oxazolines as Transient Intermediates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 6312–6322.
34. Greene B. E., Cumuze, T. H. (1981). Relationship between TBA numbers and inexperienced 'panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef. *Journal of Food Science*, 47, 52–54.
35. Guo J., Wang Q., Chen C., Yu H., Xu B. (2021). Effects of different smoking methods on sensory properties, free amino acids and volatile compounds in bacon. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101, 2984–2993.
36. Guo Q., Li T., Qu Y., Wang X., Liu L., Liu H., Wang Q. (2020). Molecular formation mechanism of trans linolenic acid in thermally induced α -linolenic acid. *LWT – Journal of Food Science*, 130, 109595.
37. Insausti K., Goñi V., Petri E., Gorraiz C., Beriain M. J. (2005). Effect of weight at slaughter on the volatile compounds of cooked beef from Spanish cattle breeds. *Meat Science*, 70, 83–90.
38. Ismail I., Hwang Y.H., Joo S.T. (2019). Interventions of two-stage thermal sous-vide cooking on the toughness of beef semitendinosus. *Meat Science*, 157, 107882.
39. Ivanović S. Pavlović M., Pavlović M., Tasić A., Janjić J., Baltić M.Ž. (2020). Influence of breed on selected quality parameters of fresh goat meat. *Archives Animal Breeding* 14, 219–229.
40. Jadhav H.B., Annapure U. (2021). Consequences of non-thermal cold plasma treatment on meat and dairy lipids—A review. *Future Foods*, 4, 100095.
41. Jongberg S., Terkelsen L., Miklos R., Lund M.N. (2015). Green tea extract impairs meat emulsion properties by disturbing protein disulfide cross-linking. *Meat Science*, 100, 2–9.
42. Jung M.Y., Bock J.Y., Back S.O., Lee T.K., Kim J.H. (1997). Pyrazine contents and oxidative stabilities of roasted soybean oils. *Food Chemistry*, 60, 95-102.
43. Kamal-Eldin A., Pokorný J. *Analysis of Lipid Oxidation*. AOCS Press 2005.
44. Kanner J. (1994). Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications. *Meat Science*, 36, 169–189.

45. Kantono K., Hamid N., Chadha D., Ma Q., Oey I., Farouk M.M. (2021). Pulsed electric field (Pef) processing of chilled and frozenthawed lamb meat cuts: Relationships between sensory characteristics and chemical composition of meat. *Foods*, 10, 1148.
46. Karwowska M., Grabowicz M., Stadnik J., Szterk P., Bernacki Z., Dolatowski Z.J. (2017). The effect of corn or beet pulp silage supplemented diet on production parameters, oxidative stability of muscles and fatty acid composition of abdominal fat in geese. *Annals of Animal Science*, 17(3), 887–902.
47. Kim H.W., Miller D.K., Yan F., Wang W., Cheng H.W., Kim Y.H.B. (2017). Probiotic supplementation and fast freezing to improve quality attributes and oxidation stability of frozen chicken breast muscle. *LWT – Food Science and Technology*, 75, 34–41.
48. Legako J.F., Brooks J.C., Quinn, T.G.O., Hagan T.D.J., Polkinghorne R., Farmer L.J., Miller M.F. (2015). Consumer Palatability Scores and Volatile Beef Flavor Compounds of Five USDA Quality Grades and Four Muscles. *Meat Science*, 100, 291–300.
49. Lorenzo J.M., Sineiro J., Amado I.R., Franco D. (2014). Influence of natural extracts on the shelf life of modified atmosphere-packaged pork patties. *Meat Science*, 96(1), 526–534.
50. Lourenço S.C., Moldão-Martins M., Alves V.D. (2019). Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24, 4132.
51. Liu C., Hou Y., Su R., Luo Y., Luo Y., Dou L., Yang Z., Yao D., Wang B., Zhao L., Su L., Jin Y. (2022). Effect of dietary probiotics supplementation on meat quality, volatile flavor compounds, muscle fiber characteristics, and antioxidant capacity in lambs. *Food Science & Nutrition*, 10, 2646–2658.
52. Macharáčková B., Saláková A., Bogdanovičová K., Haruštiaková D., Kameník J. (2021). Changes in the concentrations of selected mineral elements in pork meat after sous-vide cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103752.
53. Márquez-Ruiz G., García-Martínez M.C., Holgado F. (2008). Changes and Effects of Dietary Oxidized Lipids in the Gastrointestinal Tract. *Lipids Insights*, 2, 11–19.
54. Mildner-Szkudlarz S., Siger A., Szwengiel A., Przygoński K., Wojtowicz E., Zawirska-Wojtasiak R. (2017). Phenolic compounds reduce formation of N^ε-(carboxymethyl)lysine and pyrazines formed by Maillard reactions in a model bread system. *Food Chemistry*, 231, 175.
55. Mottram D.S. (1998). Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistry*, 62, 415–426.
56. Mottram D.S. *Meat In Volatile Compounds in Foods and Beverages*; Dekker, M., Ed.; Imprint Routledge: New York, NY, USA, 1991.
57. Morrissey P.A., Sheehy P.J.A., Galvin K., Kerry J.P., Buckley D.J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49, S73.
58. Nachtigall F.M., Vidal V.A., Pyarasani R.D., Domínguez R., Lorenzo J.M., Pollonio M.A., Santos L.S. (2019). Substitution effects of NaCl by KCl and CaCl₂ on lipolysis of salted meat. *Foods*, 8, 595.
59. Naqvi Z.B., Campbell M.A., Latif S., Thomson P.C., McGill D.M., Warner R.D., Friend M.A., (2021). Improving tenderness and quality of *M. biceps femoris* from older cows through concentrate feeding, zingibain protease and sous vide cooking. *Meat Science*, 180, 108563.
60. Orkus A., Michalczuk M. (2020). Effect of packaging atmosphere on the fatty acid profile of intramuscular, subcutaneous fat, and odor of goose meat. *Poultry Science*, 99, 647.

61. Orkusz A. (2018). Effects of packaging conditions on some functional and sensory attributes of goose meat. *Poultry Science*, 97, 2988-2993.
62. Ortuño J., Mateo L. Rodríguez-Estrada M.T. Bañón S. (2021). Effects of sous vide vs grilling methods on lamb meat colour and lipid stability during cooking and heated display. *Meat Science*, 171, 108287.
63. Oz F., Celik T. (2015). Proximate composition, color and nutritional profile of raw and cooked goose meat with different methods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 2442-2454.
64. Peña-Gonzalez E., Alarcon-Rojo A.D., Garcia-Galicia I., Carrillo-Lopez L., Huerta-Jimenez M. (2019). Ultrasound as a potential proces to tenderize beef: Sensory and technological parameters. *Ultrasonics Sonochemistry*, 53, 134–141.
65. Pérez-Andrés, J.M., Cropotova, J., Harrison, S.M., Brunton, N.P., Cullen, P.J., Rustad, T., Tiwari, B.K. (2020). Effect of cold plasma on meat cholesterol and lipid oxidation. *Foods*, 9, 1786.
66. Pérez-Santaescolástica C., Fraeye I., Barba F.F., Gómez B. (2019). Application of non-invasive technologies in dry-cured ham: Anoverview. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 360–374.
67. Pinela J., Montoya C., Carvalho A.M., Martins V., Rocha F., Barata A.M., Barros L., Ferreira I.C.F.R. (2019). Phenolic composition and antioxidant properties of ex-situ conserved tomato (*Solanum lycopersicum* L.) germplasm. *Food Research International*, 125, 108545.
68. Pizzale L., Bortolomeazzi R., Vichi S., Uberegger E., Conte L. (2002). Antioxidant activity of Sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *Origanum indercedens*) extracts related to their phenolic compound content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(14), 1645–1651.
69. Pop F., Mihalescu L. (2017). Effects of α -tocopherol and citric acid on the oxidative stability of alimentary poultry fats during storage at low temperatures. *International Journal of Food Properties*, 20, 1085.
70. Rasińska E., Rutkowska J., Czarniecka-Skubina E., Tambor K. (2019). Effects of Cooking Methods on Changes in Fatty Acids Contents, Lipid Oxidation and Volatile Compounds of Rabbit Meat. *LWT—Food Science & Technology*, 110, 64–70.
71. Rinaldi M., Dall'Asta C., Paciulli M., Cirlini M., Manzi C., Chiavaro E. (2014). A novel time/temperature approach to sous vide cooking of beef muscle. *Food Bioprocess Technology*, 7(10), 2969-2977.
72. Ripoll G., Cordoba M., Alcalde M., Martin A., Argüello A., Cosqete R., Panea B. (2019). Volatile organic compounds and consumer preference for meat from suckling goat kids raised with natural or replacers milk. *Italian Journal of Animal Science*, 18, 1259–1270.
73. Rochdi A., Foucat L., Renou J.P. (2000). NMR and DSC studies during thermal denaturation of collagen. *Food Chemistry*, 69(3), 295-299.
74. Roldan M., Antequera T., Armenteros M., Ruiz J. (2014). Effect of different temperature-time combinations on lipid and protein oxidation of sous-vide cooked lamb loins. *Food Chemistry*, 149, 129-136
75. Sampaio G.R., Saldanha T., Soares R.A.M, Torres E.A.F.S. (2012). Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage, *Food Chemistry*, 135, 1383–1390.

76. Shahidi F., Yun J., Rubin L.J., Wood D.F. (1987). The hexanal content as an indicator of oxidative stability and flavor acceptability in cooked ground pork, Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 20, 104-106.
77. Shi H., Ho C.T. (1994). The Flavour of Poultry Meat. In Flavor of Meat and Meat Products Meat Products; Shahidi, F., Ed.; Blackie Academic and Professional: Glasgow, UK, 52-69.
78. Sharoni Y., Linnewiel-Hermoni K., Khanin M., Salman H., Veprik A., Danilenko M., Levy J. (2012). Carotenoids and apocarotenoids in cellular signaling related to cancer: A review. Molecular Nutrition and Food Research, 56(2), 259-269.
79. Sitz B.M., Calkins C.R., Feuz D.M., Umberger W.J., Eskridge K.M. (2005). Consumer Sensory Acceptance and Value of Domestic, Canadian, and Australian Grass-Fed Beef Steaks. Journal of Animal Science, 83, 2863-2868.
80. Stahnke L.H. (1994). Aroma Components from Dried Sausages Fermented with *Staphylococcus Xylosus*. Meat Science, 38, 39-53.
81. Sun J., Wang Y., Li N., Zhong H., Xu H., Zhu Q., Liu Y. (2018). Comparative Analysis of the Gut Microbial Composition and Meat Flavor of Two Chicken Breeds in Different Rearing Patterns. BioMed Research International, 4343196.
82. Valencia I., O'Grady M.N., Ansorena D., Astiasarán I., Kerry J.P. (2008). Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. Meat Science, 80, 1046-1054.
83. Ventanas S., Estevez M., Delgado C. L., Ruiz J. (2007). Phospholipid oxidation, non-enzymatic browning development and volatile compounds generation in model systems containing liposomes from porcine Longissimus dorsi and selected amino acids. European Food Research and Technology, 225, 665-675.
84. Vernin, G., Parkanyi, C. Mechanisms of Formation of Heterocyclic Compounds in Maillard and Pyrolysis Reactions. In Chemistry of Heterocyclic Compounds in Flavors and Aromas; Vernin, G., Ed.; Ellis Horwood: Chichester, UK, 1982; pp. 151-207.
85. Wang F., Gao Y., Wang H., Xi B., He X., Yang X., Li W. (2021). Analysis of volatile compounds and flavor fingerprint in Jingyuan lamb of different ages using gas chromatography-ion mobility spectrometry (GC-IMS) 175, 108449. Meat Science, 175, 108449.
86. Weiss T.J., Food Oils and Their Uses, 2nd ed., The AVI Publishing Co, Westport, CT 1983.
87. Wężyk S., Rosiński A., Bielińska H., Badowski J., Cywa-Benko K. (2003). A note on the meat quality of W11 and W33 White Kołuda geese strains. Animal Science Papers and Reports, 21, 191.
88. Watson R. (2008). Consumer Assessment of Eating Quality—Development of Protocols for Meat Consumer Assessment of Eating Quality—Development of Protocols for Meat Standards Australia (MSA) Testing. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48, 1360-1367.
89. Wołoszyn J., Haraf G., Okruszek A., Wereńska M., Goluch Z., Teleszko M. (2020). Fatty acid profiles and health lipid indices in the breast muscles of local Polish goose varieties. Poultry Science, 99, 1216
90. Wu J., Chen S., Ge S., Miao J., Li J., Zhang Q. (2013). Preparation, properties and antioxidant activity of an active film from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin incorporated with green tea extract. Food Hydrocolloids, 32(1), 42-51.

91. Yu Y., Wang G., Yin X., Ge C., Guozhou. L. (2021). Effects of different cooking methods on free fatty acid profile, water-soluble compounds and flavor compounds in Chinese Piao chicken meat. *Food Research International*, 2021, 149, 110696.
92. Yu J., Yang H.M., Lai Y.Y., Wan X.L., Wang Z.Y. (2020). The body fat distribution and fatty acid composition of muscles and adipose tissues in geese. *Poultry Science*, 99, 4634.
93. Zhang Z., Wang B., Cao Y. (2023). Effect of Maillard Reaction Products Derived From Cysteine On the Formation of Dimethyl Disulfide and Dimethyl Trisulfide During Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71, 13043–13053.
94. Zhang L., Chen Q., Liu Q., Xia X., Wang Y., Kong B. (2022). Effect of different types of smoking materials on the flavor, heterocyclic aromatic amines, and sensory property of smoked chicken drumsticks. *Food Chemistry*, 367, 130680.
95. Zhao, C., Cao, H., Xiao, J. (2021). Pyrazines in Food. Ed.; Xiao, J., Sarker, S.D., Asakawa, Y. *Handbook of Dietary Phytochemicals*. Springer, Singapore.
96. Zhu X., Yang C., Song Y., Qiang Y., Han D., Zhang C. (2023). Changes Provoked by Altitudes and Cooking Methods in Physicochemical Properties, Volatile Profile, and Sensory Characteristics of Yak Meat. *Food Chemistry*, 20, 101019.
97. Zou Y., Zhang W., Kang D., Zhou, G. (2018). Improvement of tenderness and water holding capacity of spiced beef by the application of ultrasound during cooking. *International Journal of Food Science and Technology*, 53, 828–836.

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

Aktywnie współpracuję z dwunastoma jednostkami naukowymi, w tym czterema zagranicznymi i ośmioma krajowymi.

W ramach mojej pracy zawodowej współpracuję z następującymi ośrodkami naukowymi, zarówno krajowymi jak i zagranicznymi:

- **Agri-Food and Biosciences Institute, Belfast, Irlandia Północna;**
- **Food Refrigeration & Computerised Food Technology (FRCFT), School of Biosystems Engineering, Agriculture & Food Science Centre, University College Dublin, National University of Ireland;**
- **Department of Nutrition and Dietetics, Kurdistan Region, Cihan University-Erbil, Irak;**

- **Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran;**
- **Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk w Jabłonie;**
- **Katedra Drobiarstwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie;**
- **Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie;**
- **Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu;**
- **Katedra Hodowli Zwierząt, Instytut Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie;**
- **Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki, Politechnika Koszalińska;**
- **Instytut Genetyki i Biotechnologii Zwierząt Polskiej Akademii Nauk, Jastrzębiec;**
- **Katedra Warzywnictwa i Zielarstwa, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie.**

Po ukończeniu studiów magisterskich odbyłam zagraniczny 9-miesięczny staż naukowy w ramach programu Leonardo Da Vinci w **firmie Sartorius AG, Göttingen, Niemcy** 09.2005 r. – 06.2006 r. Celem stażu było rozwinięcie umiejętności zawodowych i językowych oraz poznanie sposobów organizacji i funkcjonowania przedsiębiorstw w krajach Unii Europejskiej. Staż realizowany był w europejskiej sieci inkubatorów przedsiębiorczości i odbyłam go w dziale badań i rozwoju zajmującym się zagadnieniami dotyczącymi chromatografii. Moim zadaniem była charakterystyka kolumn membranowo-adsorberowych (Sartobind) poprzez określanie ich wydajności, zdolności wiązania, określania przepływów, itp. Staż umożliwił mi zapoznanie się z zagadnieniami dotyczącymi chromatografii, jak również pozwolił na rozwinięcie umiejętności językowych. Wewnątrz firmy posługiwałam się językiem angielskim, ale odbyłam również 4-miesięczny kurs języka niemieckiego w Deutsch als Fremdsprache Grundstufe II. Wyniki uzyskane w ramach stażu prezentowałam na międzynarodowych targach dotyczących przemysłu procesowego, Achema 2016, Frankfurt.

W roku 2016, dzięki środkom pozyskanym z Własnego Funduszu Stypendialnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, odbyłam 3-miesięczny staż naukowy (03.2016 – 05.2016) w **Agri-Food and Biosciences Institute, Belfast, w Irlandii Północnej.**

Nawiązałam wówczas współpracę z Dr L. Farmer, europejskim specjalistą ds. oznaczania związków lotnych, co pozwoliło mi na pogłębienie wiedzy w tej dziedzinie oraz na rozszerzenie kompetencji w określaniu składu i ilości związków lotnych przy użyciu techniki SPME-GC-MS. Pierwszym etapem podjętych prac było opracowanie metodyki oznaczania związków lotnych przy wykorzystaniu techniki SPME-GC-MS. Badania zostały przeprowadzone przy użyciu HP 6890 Series GC Systemu wyposażonego w detektor masowy. W doświadczeniu przebadano trzy mięśnie wołowe, które poddawano wybranym rodzajom obróbki termicznej, tj. grillowaniu, pieczeniu i duszeniu. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyznaczenie charakterystycznych związków lotnych w zależności od badanego mięśnia i zastosowanej obróbki termicznej. Wyniki te skorelowane zostały z oceną konsumencką (według australijskich standardów MSA), która przeprowadzana była w ramach projektu Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody” współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (P.O.I.G.01.03.01-00-204/09-09), którego byłam wykonawcą. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w następującym artykule:

- **Wojtasik-Kalinowska I., Farmer L.J., Hagan T.D.J., Gordon A., Polkinghorne R., Pogorzelski G., Wierzbicka A., Półtorak A.** The Influence of Cooking Methods and Muscle on Beef Aroma Profile and Consumer Satisfaction: Insights from Volatile Compound Analysis. *Applied Science*, **2024**, 14, 4477. DOI:10.3390/app14114477

[Punkty MNiSW: 100, IF₂₀₂₄:2,5; IF_{5-letni}: 2,7] (**Załącznik nr 7.1**)

Podczas odbywania stażu zaprezentowałam w formie prezentacji ustnej wyniki badań na konferencji dla młodych naukowców:

- **Wojtasik-Kalinowska I., Farmer L.** „Volatile compounds and consumer sensory scores of beef steaks from different cooking techniques and different type of muscles” 4th Nursten Postgraduate Flavour Symposium, tytuł prezentacji: (11-12 kwietnia 2016, Reading, Anglia)

oraz wzięłam udział w szkoleniu:

- Alpha MOS Techno Day, Manchester, Anglia, 26.04.2016 r. Szkolenie dotyczyło praktycznych aspektów obsługi „elektronicznego nosa” Heracles II.

Wyniki uzyskanie w ramach stażu w Agri-Food and Biosciences Institute zaprezentowałam również w formie posteru na konferencji „63 International Congress of Meat Science and Technology” w Irlandii:

- **Wojtasik-Kalinowska I.**, Farmer L.J., Polkinghorne R., Hagan T., Półtorak A., Wierzbicka A. „Role of cooking method on marker compounds in cooked beef” 63 International Congress of Meat Science and Technology, (13-18 sierpnia 2017, Cork, Irlandia).

W ramach ww. Projektu współpracowałam także z Polskim Zrzeszeniem Producentów Bydła Mięsnego, czego efektem było uzyskanie patentu:

- Pat.232487 „Sposób wytwarzania suszonej wołowiny i suszona wołowina, zwłaszcza dla osób aktywnych fizycznie. Data udzielenia prawa 01.02.2019 r. Twórcy patentu: Wierzbicka A., Półtorak A., Pogorzelska E., Pogorzelski G., Wyrwisz J., Wierzbicki J., Wierzbicka A., Lipińska A., Stelmasiak A., Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**

W ramach projektu "BIOŻYWNOŚĆ - Innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego" (P.O.I.G.01.01.02.14-090/090) współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w latach 2009-2014, przygotowałam rozprawę doktorską pt. „Charakterystyka profilu związków lotnych w mięsie i wyrobach z mięsa wieprzowego o podwyższonej wartości biologicznej”. Celem projektu było zwiększenie innowacyjności polskiego sektora rolno-spożywczego poprzez badania naukowe dotyczące jakości żywności. W ramach mojej pracy nawiązałam współpracę z zespołem naukowym pod kierownictwem profesora Da-Wena Suna z **Food Refrigeration & Computerised Food Technology (FRCFT), School of Biosystems Engineering, Agriculture & Food Science Centre, University College Dublin, National University of Ireland**, co zaowocowało publikacjami:

- **Wojtasik-Kalinowska I.**, Guzek D., Górską-Horczyczak E., Brodowska M., Sun D.W., Wierzbicka A. Diet with linseed oil and organic selenium yields low n-6/n-3 ratio pork Semimembranosus meat with unchanged volatile compound profiles. International Journal of Food Science and Technology, 2018, 53(8), 1838-1846 (MNiSW₂₀₁₈=25; IF₂₀₁₈=2,282) (**Załącznik nr 7.2**);

- Górską-Horczyzak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Guzek D., Sun D.W., Wierzbicka A. Differentiation of chill-stored and frozen pork necks using electronic nose with ultra-fast gas chromatography. *Journal of Food Process Engineering*, 2017, e12540, 1-8 (MNiSW₂₀₁₇=20; IF₂₀₁₇=1,955) (**Załącznik nr 7.3**);
- **Wojtasik-Kalinowska I.**, Guzek D., Górską-Horczyzak E., Głabska D., Brodowska M., Sun, D.W., Wierzbicka, A. 2016. Volatile compounds and fatty acids profile in *Longissimus dorsi* muscle from pigs fed with feed containing bioactive components. *LWT – Food Science and Technology*, 67, 112-117 (MNiSW₂₀₁₆ =40; IF₂₀₁₆=2,329) (**Załącznik nr 7.4**).

Wymienione publikacje dotyczą charakterystyki profili związków lotnych w mięsie i produktach mięsnych, a ich wyniki mają zastosowanie w poprawie jakości żywności oraz w produkcji funkcjonalnych produktów pochodzenia zwierzęcego.

W ramach współpracy nawiązanej z dr Salihem Mustafą Salihem z **Cihan University-Erbil, Department of Nutrition and Dietetics, Kurdistan Region, Irak**, realizowane są badania w dziedzinie zastosowania symulacji numerycznych CFD (*ang. Computational Fluid Dynamics*) w technologii żywności. Współuczestniczę w badaniach dotyczących modelowania transportu masy i ciepła w wybranych procesach technologicznych. Celem badań jest poprawa jakości i efektywności tych procesów, a także zwiększenie bezpieczeństwa żywności poprzez zapobieganie niepożądanym reakcjom chemicznym, mikrobiologicznym czy enzymatycznym w trakcie produkcji. Efektem współpracy jest artykuł:

- Szpicer A., Bińkowska W., **Wojtasik-Kalinowska I.***, Salih S.M., Półtorak A. 2023. Application of computational fluid dynamics simulations in food industry. *European Food Research and Technology*, 1-20 (MNiSW₂₀₂₁=70; IF₂₀₂₃=3,0), *gdzie pełniłam rolę autora korespondencyjnego (**Załącznik nr 7.5**)

oraz wystąpienie na konferencji:

- Szpicer A., Bińkowska W., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Stelmasiak A., Salih S.M., Półtorak A. „The nutritional and technological aspects of Beta-glucans: A scientific Review” 5th International Congrence on Biomedical and Health Science, in collaboraion with Warsaw University of Life Sciences and University of Babylon – College of Medicine-, Cihan University-Erbil, Kurdistan Region – Irak, March 6th-7th, 2024 (**Załącznik nr 7.6**).

Brałam również udział w badaniach dotyczących zastosowania nietermicznej plazmy powietrznej w przetwórstwie mięsa, które realizowane były we współpracy z dr Kazem Alirezalu z **University of Tabriz, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Iran**. Współpraca dotyczyła m.in. badań nad wykorzystaniem surowców białkowych poddanego działaniu nietermicznej plazmy atmosferycznej jako alternatywnego źródła azotynów w produkcji modelowych wyrobów mięsnych. Wyniki badań wykazały, że zastosowanie tej metody może prowadzić do poprawy jakości i wydłużenia trwałości produktów mięsnych. Mój zakres badawczy w niniejszych badaniach dotyczył analizy profilu związków lotnych. Różnice w profilach aromatu analizowanych grup badawczych zobrazowano z wykorzystaniem metody PCA, na podstawie której wykazano istotnie różnice aromatu pomiędzy grupami z azotynami i bez azotynów. Rezultatem ww. współpracy były artykuły:

- Marcinkowska-Lesiak M., Alirezalu K., Stelmasiak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A. (2023). Physicochemical Characteristics of Pork Liver Pâtés Containing Nonthermal Air Plasma-Treated Egg White as an Alternative Source of Nitrite. *Applied Science-Basel*, 13, 4464 (MNiSW₂₀₂₁ =100; IF₂₀₂₁=2,5) (**Załącznik nr 7.7**).
- Marcinkowska-Lesiak M., Zalewska M., Alirezalu K., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Półtorak A. (2023). Production of restructured beef jerky using blood plasma solutions activated by non-thermal atmospheric plasma. *Animal Science Papers and Reports*, 41(3), 195-218 (MNiSW₂₀₂₁ =100; IF₂₀₂₁=0,9) (**Załącznik nr 7.8**).

Ponadto współpracuję również z krajowymi ośrodkami badawczymi. W roku 2022 brałam udział w projekcie „Bioaktywność kannabidiolu i nano-selenu w utrzymaniu potencjału immunologicznego oraz integralności przewodu pokarmowego u kurcząt” (2018/29/B/BZ9/01351) konkurs OPUS, realizowany przez Narodowe Centrum Nauki. W ramach współpracy, którą nawiązałam m.in. z **Instytutem Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk w Jabłonie** prowadziłam badania dotyczące profilu związków lotnych w mięsie kurcząt brojlerów. Zakres badawczy dotyczył opracowania strategii żywieniowej o potencjale wdrożeniowym, która umożliwia wykorzystanie genetycznych możliwości zwierząt do wytworzenia wysokiej jakości żywności w warunkach zrównoważonej produkcji. Badania dotyczyły wpływu kannabidiolu (CBD) na profil związków lotnych mięsa kurcząt poddanych różnym modelom infekcji. Analizowałam

zależności między profilem związków lotnych w mięsie, aktywnością bakterii jelitowych, a potencjalnym działaniem antyzapalnym CBD.

W ramach prowadzonych badań nawiązałam współpracę z następującymi jednostkami naukowymi:

- **Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk w Jabłonnie;**
- **Katedra Drobiarstwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie**
- **Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie;**
- **Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu;**
- **Katedra Hodowli Zwierząt, Instytut Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie;**

Efektem ww. współpracy jest publikacja:

- **Koniczka P., Wojtasik-Kalinowska I., Półtorak A., Kinsner M., Szkopek D., Fotschki B., Juśkiewicz J., Banach J., Michalczyk M.** Cannabidiol affects breast meat volatile compounds in chickens subjected to different infection models. *Scientific Reports*, 2022, 12, 18940 (MNiSW₂₀₂₁=140; IF₂₀₂₁=4,6) (**Załącznik nr 7.9**);

oraz zaprezentowanie wyników na dwóch międzynarodowych konferencjach:

- **Koniczka P., Wojtasik-Kalinowska I., Półtorak A., Kinsner M., Szkopek D., Fotschki B., Juśkiewicz J., Banach J., Michalczyk M.** (2022). Dietary cannabidiol affects breast meat volatile compounds in chickens subjected to different infection models. *World's Poultry Congress*, Paryż, Francja, 07-12.08.2022. Book of abstract str. 372 (e-poster);
- **Koniczka P., Wojtasik-Kalinowska I., Kinsner M., Szkopek D., Banach J., Michalczyk M.** (2022). Cannabidiol mediate association between caeca bacterial activity and breast meat volatile compounds in chickens. *2nd International Scientific Conference Livestock Production: Recent Trends and Future Prospects*. Kaunas, Litwa, 16.11.2022 (prezentacja, uzyskanie nagrody).

Wśród krajowych ośrodków naukowych, z którymi współpracuję, mogę wymienić także **Katedrę Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki, Politechnika Koszalińska**, z którą współpracę rozpocząłam już

w roku 2006. Efektem współpracy z tą jednostką naukowo-dydaktyczną są następujące publikacje:

- Piepiórka-Stepuk J., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Sterczyńska M., Mierzejewska S., Stachnik M., Jakubowski M. The effect of heat treatment on bioactive compounds and color of selected pumpkin cultivars. LWT – Journal of Food, 2023, 175, 114469 (MNiSW₂₀₂₁=100; IF₂₀₂₁=6,0) (**Załącznik nr 7.10**)
- Zgórska K., Plawgo A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Dymkowska-Malesa M. Wpływ dodatku nasion lnianki na jakość pieczywa z pszenżyta. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2010, 1, 23-24, (MNiSW₂₀₁₀ = 5 pkt);
- Piepiórka J., **Wojtasik-Kalinowska I.** Higiena personelu w produkcji żywności, Przemysł Spożywczy, 2010, 2, 37-40, (MNiSW₂₀₂₁ = 6 pkt);
- Jakubowski M., **Wojtasik I.**, Analiza symulacyjna wpływu prędkości początkowej na stan przepływów wtórnych występujących w kadzi wirowo-osadowej, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2009, 4, 56-57, (MNiSW₂₀₂₁ = 5 pkt);
- Piepiórka J., **Wojtasik I.**, Kontrola naczyń i czujników pomiarowych stacji CIP, Przemysł Spożywczy, 2009, 8, (MNiSW₂₀₂₁ = 6 pkt).

Jednym z istotnych osiągnięć współpracy z **Politechniką Koszalińską** była publikacja, która ukazała się w renomowanym czasopiśmie LWT – Journal of Food. Badania te dotyczyły zakresu moich zainteresowań tj. wpływu obróbki termicznej na właściwości fizykochemiczne żywności. W badaniu oceniono wpływ wybranych operacji termicznych na dynie Butternut Rugosa (*Cucurbita moschata*), Nelson F1 i Hokkaido ‘Uchiki Kuri’ (*Cucurbita maxima*) pod kątem zawartości bioaktywnych związków (kwas galusowy, kwercetyna, cyjanidyna 3-glukozyd, kwas l-askorbinowy) oraz barwy. Najwyższe stężenia polifenoli (13,296 mg GAE/g m.c.), flawonoidów (0,732 mg KW/g m.c.) i kwasu L-askorbinowego (19,38 mg L-AA/100 g m.c.) wystąpiły w odmianie Hokkaido cv. Uchiki Kuri, natomiast najniższe w Butternut Rugosa. Gotowanie metodą immersyjną prowadziło do największej utraty związków bioaktywnych (do 80%), podczas gdy obróbka termiczna z wykorzystaniem pary była znacznie korzystniejsza. Zastosowanie blanszowania przed mrożeniem minimalizowało straty składników odżywczych. Niezależnie od obróbki termicznej, dynie zachowały pomarańczową barwę, z różnym nasyceniem w zależności od odmiany.

Współpracowałam także z **Instytutem Genetyki i Biotechnologii Zwierząt Polskiej Akademii Nauk w Jastrzębcu**, czego rezultatem są publikacje:

- **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Stelmasiak A., Szpicer A., Hoc D., Wierzbička A. Półtorak, A. Geese filets flavor stability and quality characteristics at different stages of sous-vide cooking. *Animal Science Papers and Reports*, 2021, 39(4), 419-435 (MNiSW₂₀₂₁=100; IF₂₀₂₁=0,967) (**Załącznik nr 7.11**).

Publikacja została zrealizowana w ramach Projektu Miniatura 2, którego byłam kierownikiem 2018/02/X/NZ9/01881 (Narodowe Centrum Nauki) – Analiza mechanizmu kształtowania profilu związków lotnych w mięsie poddanym niskotemperaturowej obróbce cieplnej (*sous-vide*).

- Brodowska M., Guzek D., Józwił A., Głabska D., Godziszewska J., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Zarodkiewicz M., Gantner M., Wierzbička A. The effect of high-CO₂ atmosphere in packaging of pork from pigs supplemented with rapeseed oil and antioxidants on oxidation processes. *LWT – Food Science and Technology*. 2019, 99, 576-582 (MNiSW₂₀₂₁=100; IF₂₀₂₁=4,006) (**Załącznik nr 7.12**).

W ramach współpracy z **Katedrą Warzywnictwa i Zielarstwa, Wydział Ogródnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie** powstały następujące publikacje:

- Gantner M., Guzek D., Najda A., Brodowska M., Górski-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Godziszewska J. Oxidative and Microbial Stability of Poultry Meatballs added with Coriander Extracts and Packed in Cold Modified Atmosphere. *International Journal of Food Properties*, 2017, 20(11), 2527-2537 (MNiSW₂₀₁₇= 25; IF₂₀₁₇= 1,845) (**Załącznik nr 7.13**);
- Gantner M., Brodowska-Trębacz M., Górski-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Najda A., Pogorzelska E., Godziszewska J. Antioxidant effect of sage (*Salvia officinalis* L.) extract on turkey meatballs packed in cold modified atmosphere. *CYTA – Journal of Food*, 2018, 16(1), 628-636 (MNiSW₂₀₁₇= 20 ; IF₂₀₁₈= 1,605) (**Załącznik nr 7.14**).

W roku 2019 byłam również członkiem zespołu projektowego przygotowującego założenia naukowe i aplikacyjne dla utrzymania specjalnego urządzenia badawczego pt. „System identyfikacji i oznaczeń markerów świeżości i jakości prozdrowotnej produktów

żywnościowych. Składowymi systemu były: elektroniczny nos, chromatograf gazowy, chromatograf cieczowy, aparat Mini-PROTEAN Tetra Cell.

Współpracuję także z otoczeniem gospodarczym biorąc udział w pracach rozwojowych czego efektem jest udział w projektach:

- POIR.01.01-00-0130/18 Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania wygodnych wyrobów drobiowych w warstwie chrupkiej o kontrolowanej alergenicności. Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014-2020. Dofinansowanie w ramach działania 1.1.1 PO IR. W latach 2018-2020 roku brałam czynny udział w zadaniu badawczym pt. „Badania wpływu zmian sposobów procesu żywienia drobiu, na jakość surowca drobiowego - badania, jakości prozdrowotnej oraz występowania białek alergennych dostarczonego surowca drobiowego”. Projekt powadzony był we współpracy z zakładem mięsnym "Wierzejki" J. M. Zdanowscy Spółka Jawna.

Celem projektu było opracowanie i wdrożenie technologii produkcji wyrobów drobiowych o kontrolowanej alergenicności, które charakteryzują się chrupką warstwą zewnętrzną, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości i wygody użytkowania. W ramach tego projektu prowadzono badania nad wpływem różnych metod żywienia drobiu na jakość surowca drobiowego, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów prozdrowotnych oraz obecności białek alergennych. Ostatecznym celem było stworzenie produktów drobiowych, które mogą być bezpieczniejsze dla konsumentów z alergiami pokarmowymi, a także atrakcyjne pod względem smakowym i teksturalnym, co zaspokoi potrzeby rynku na żywność o podwyższonych standardach zdrowotnych. Moim głównym zadaniem w ramach projektu była analiza z zakresy wykrywania alergenów w mięsie drobiowym i warstwie chrupkiej z wykorzystaniem testów ELISA oraz metody real-time PCR.

- POIR.01.01.01-00-1066/19 Projekt Innowacyjne funkcjonalne tłuszcze spożywcze o podwyższonej wartości odżywczej, prozdrowotnej i technologicznej w systemie: „spray-off” oraz „friendly use” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 działanie 1.1/poddziałanie 1.1.1. Projekt powadzony we współpracy z zakładem mięsnym "Wierzejki" J. M. Zdanowscy Spółka Jawna Specjalista ds. badań i rozwoju.

Celem projektu było opracowanie nowoczesnej technologii produkcji tłuszczu zwierzęcego o podwyższonych cechach prozdrowotnych z redukcją nasyconych kwasów tłuszczowych, znaczącym ograniczeniem kwasów tłuszczowych *trans* oraz o podwyższonej temperaturze hydrolizy termicznej. Opracowywane są również nowatorskie metody pakowania

tłuszczu w warunkach atmosfery modyfikowanej. Wyniki, które uzyskałam w ramach projektu zaprezentowałam na konferencji o zasięgu międzynarodowym „Challenges in food flavour and volatile compounds analysis” organizowanej przez Food Volatilomics and Sensomics Group, Faculty of Food Science and Nutrition w Poznaniu w roku 2022:

- **Wojtasik-Kalinowska I., Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Pogorzelski G., Bandziewicz M., Wierzbicka A., Półtorak A.** „Effect of enzymes from the protease class on the rendering efficiency of a selected type of animal fat”. Challenges in food flavour and volatile compounds analysis. Poznań, 22-23.2022 (Załącznik 7.15).

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

6.1. Informacje o osiągnięciach dydaktycznych

Działalność dydaktyczną rozpoczęłam w 2006 roku, kiedy to zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego kierowanej przez Pana Profesora Jarosława Diakuna, na Wydziale Mechanicznym Politechniki Koszalińskiej. W latach 2006-2011 prowadziłam zajęcia i opracowywałam materiały dydaktyczne na dwóch kierunkach studiów: Techniki Rolnicze i Leśne oraz Technologia Żywności i Żywienia Człowieka z następujących przedmiotów:

- Technologia produkcji żywności,
- Technologia żywności,
- Ogólna technologia żywności – projektowanie,
- Laboratorium ogólnej technologii żywności,
- Podstawy przetwórstwa spożywczego,
- Linie i procesy technologiczne,
- Laboratorium analizy i oceny jakości żywności,
- Surowce dla przemysłu spożywczego,
- Laboratorium technologii produktów zwierzęcych,
- Laboratorium technologii gastronomicznej i towaroznawstwa,
- Higiena w technice produkcji żywności,

Obecnie działalność dydaktyczną prowadzę na Wydziale Żywienia Człowieka SGGW w Warszawie dla studentów kierunków Żywienie Człowieka i Ocena Żywności, Dietetyka oraz Gastronomia i Hotelarstwo. Zajęcia, które prowadzę, należą do grupy przedmiotów obligatoryjnych oraz fakultatywnych, realizowanych na I i II stopniu studiów. Z grupy przedmiotów obligatoryjnych prowadzę m.in. takie przedmioty jak:

- Ogólna technologia żywności,
- Trendy w technologii żywności,
- Wyposażenie zakładów żywienia człowieka,
- Techniki i technologie w gastronomii i cateringu,
- Inżynieria żywności,
- Nowoczesne Metody Pakowania Żywności,

oraz przedmioty fakultatywne:

- Enzymy w projektowaniu i produkcji żywności,
- Alergeny spożywcze,
- Przyprawy i zioła w projektowaniu żywności.

Na Wydziale Żywienia Człowieka jestem lub byłem koordynatorem następujących przedmiotów:

- Ogólna technologia żywności dla studentów I stopnia kierunku Żywienie Człowieka i Ocena Żywności na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych,
- Produkcja żywności typu „*clean label*” dla studentów I stopnia kierunku Żywienie Człowieka i Ocena Żywności oraz na kierunku Gastronomia i Hotelarstwo na studiach stacjonarnych,
- Biochemistry & Enzymology dla kierunku studiów anglojęzycznych Food Science Technology and Nutrition). Zajęcia są realizowane od roku akademickiego 2023/2024 w ramach polsko-chińskiej współpracy, którą Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie zawarła między Polsko-Chińską Fundacją Współpracy Akademickiej, EU-Sino Education and Technology (Beijing) Co., Ltd. oraz Uniwersytetem Bohai.
- Enzymes in Food Development and Food Production dla studentów Erasmus. Przedmiot prowadzony w języku angielskim.

W ww. przedmiotach, odpowiadam za przygotowanie sylabusów oraz opracowanie ich zakresu merytorycznego, a także materiałów dydaktycznych, zarówno wykładowych jak i ćwiczeniowych.

W ramach polsko-chińskiej współpracy między SGGW, a Polsko-Chińską Fundacją Współpracy Akademickiej, EU-Sino Education and Technology (Beijing) Co., Ltd. oraz Uniwersytetem Bohai w okresie od 28.10.2023 – 18.11.2023 odbyłam staż dydaktyczny w Bohai University, Jinzhou, Chiny w ramach którego opracowałam i prowadziłam zajęcia w języku angielskim z następujących przedmiotów:

- Food Packaging (15 h wykładów);
 - Food Technology Experiments (25 h zajęć laboratoryjnych) (**Załącznik nr 16**).
- Kontynuuję współpracę z Bohai Uniwersytetem i kolejna wizyta będzie miała miejsce w terminie 28.10 – 19.11.2024 r.

Od 1.09.2018 do 31.12.2020 brałam udział w realizacji zadania „Projektowanie Żywności – studia dualne”, Projekt dydaktyczne POWR.03.01.00-00-00-DDU61/18. W ramach realizacji projektu odpowiedzialna byłam za grupę zagadnień pod wspólnym tytułem „Przetwórstwo produktów pochodzenia zwierzęcego”, gdzie realizowałam następujące przedmioty: Praktyczne aspekty analizy żywności, Projektowanie żywności, Nowoczesne metody analizy żywności. Opracowywałam również materiały dydaktyczne, zarówno wykłady jak i zajęcia laboratoryjne. W ramach projektu byłam także promotorem 5 prac magisterskich, które na studiach dualnych różnią się od tradycyjnych tym, że ściślej integrują wiedzę teoretyczną z praktycznym doświadczeniem zdobywanym przez studentów w ramach współpracy z przemysłem. Prace magisterskie na studiach dualnych koncentrowały się na rzeczywistych problemach badawczych i wdrożeniowych, a ich rozwiązania mogą być bezpośrednio zastosowane w praktyce przemysłowej.

W roku 2019 brałam udział w projekcie „Sukces z natury – kompleksowy program podniesienia jakości zarządzania procesem kształcenia i jakości nauczania Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie”, POWER.03.05.00-00-Z033/17, w ramach zadania 13 – Zmodernizowane programy kształcenia studiów I stopnia na kierunku Gastronomia i Hotelarstwo oraz studiów II stopnia na kierunkach Dietetyka oraz Żywnienie Człowieka i Ocena Żywności na Wydziale Nauk o Żywnieniu Człowieka i Konsumpcji. W ramach tych prac odpowiedzialna byłam za opracowanie materiałów dydaktycznych na kierunku Żywnienie Człowieka i Ocena Żywności w formie wykładu z przedmiotu Ogólna technologia żywności.

Jestem promotorem 21 prac dyplomowych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunku Żywnienie Człowieka i Ocena i Projektowanie Żywności:

- 9 prac magisterskich
- 12 prac inżynierskich.

Jestem recenzentem 6 prac dyplomowych magisterskich, jak również inżynierskich. Byłam członkiem komisji egzaminacyjnej podczas 61 egzaminów dyplomowych.

Od 10.2019 r. do 09.2021 r. byłam członkiem zespołu roboczego ds. nauczania na kierunku: Żywnienie Człowieka i Ocena Żywności.

6.2. Osiągnięcia organizacyjne i popularyzujące naukę

Działalność organizacyjna stanowi bardzo istotny aspekt mojej codziennej pracy.

- Od 10.2019 r. do chwili obecnej pełnię funkcję kierownika Zakładu Projektowania Żywności w Katedrze Techniki i Projektowania Żywności.
- Jestem członkiem Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia, SGGW w Warszawie w kadencji 2021-2024. Od 12.2013 do 06.2016 byłam członkiem Rady Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie.
- W kadencji 2021-2024 jestem także członkiem Zespołu ds. Oceny Pracowników Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka.
- Byłam członkiem Komitetu Organizacyjnego X Sympozjum z cyklu Pierwiastki śladowe w środowisku. Mielno / Koszalin, 11-14.05.2008 i XIV Meeting nt.: "Toxicology and Toxicology & Environmental Health" Warszawa, 18-19.05. 2009.
- Biorę czynny udział w organizowaniu wydarzeń organizowanych przez SGGW w Warszawie, takich jak:
 - Dni SGGW (coroczny udział od roku 2013);
 - Czynny udział w organizacji Konferencji „Nasza Oferta – Twoja Decyzja” Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, 26.06.2015 r.;
 - Czynny udział w organizacji Jubileuszu 20-lecia Wszechnicy Żywnieniowej, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, 04.12.2014 r.;
 - Udział w organizacji Pikniku Jubileuszowego Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, 28.06.2014 r.).

- Byłam ekspertem do wydania opinii w ramach oceny operacji realizowanych w ramach działania M16 Współpraca objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020, prowadzoną przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. W latach 2020-2021 wydałam 7 opinii eksperckich. Aktywnie uczestniczyłam w spotkaniach z przedstawicielami podmiotów składających wnioski o przyznanie pomocy.
- Jestem ekspertem w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju. Udzieliłam dwóch ocen dotyczących:
 - opinii merytorycznej raportu końcowego z realizacji projektu (01.2014);
 - opinii merytorycznej raportu okresowego projektu (04.2023).
- Pełnię rolę edytora gościnnego wydania specjalnego w:
 - „Coacervation of Double Emulsions with Anthocyanins Using Plant-Based Proteins” w czasopiśmie Plants-MDPI;
 - „Advances in Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulations and Their Applications in the Food Industry” w czasopiśmie Applied Science-MDPI;
 - „Sustainable Innovations in Food Production, Packaging and Storage” w czasopiśmie Applied Science-MDPI;
 - „Processing, Preservation, and Quality Evaluation for Meat and Meat Products” w czasopiśmie Applied Science-MDPI.
- Pełniłam funkcję redaktora języka angielskiego (lata 2011 – 2017) recenzowanego czasopisma naukowego Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego Kwartalnik Naukowo-Techniczny, Polish Journal of Food Engineering_ISSN 2084-9494_e-ISSN 2300-2018.
- Popularyzuję naukę prowadząc zajęcia dla uczniów szkół średnich w ramach otwartych laboratoriów. Temat zajęć: „Wybrane zagadnienia z zakresu ogólnej technologii żywności - zastosowanie emulgatorów” (24.11.2023 r. i 8.12.2023 r.).
- Popularyzowałam naukę uczestnicząc w zadaniu pn. „Przeprowadzenie badań naukowych z zakresu żywienia dzieci i młodzieży oraz opracowanie i wdrożenie programu edukacji żywieniowej uczniów klas I-VI szkół podstawowych. Akronim: Junior – Edu-Żywnienie (JEŻ)” nr MEiN/2022/DPI/96 z dnia 7 marca 2022. W ramach zadania zostałam powołana do kierowania podzadaniem pn. „Moc gotowania”, gdzie

do moich obowiązków należało stworzenie zespołu i nadzór nad opracowaniem materiałów dydaktycznych pn. „Moc gotowania”. W ramach tych działań powstały następujące rezultaty: Myszkowska-Ryciak, J., Harton, A. (Red.) (2022). Przewodnik metodyczny Junior-Edu-Żywienie. Instytut nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie, gdzie byłam współautorem rozdziału 11 „Moc gotowania”

➤ Filmy edukacyjne dostępne na kanale YouTube:

- JUNIOR-EDU-ŻYWIENIE - Moc Gotowania - Kuchnie świata na każdy dzień tygodnia: Poniedziałek – Japonia
- JUNIOR-EDU-ŻYWIENIE - Moc Gotowania - Kuchnie świata na każdy dzień tygodnia: wtorek – Chiny
- JUNIOR-EDU-ŻYWIENIE - Moc Gotowania - Kuchnie świata na każdy dzień tygodnia: środa – Hiszpania
- JUNIOR-EDU-ŻYWIENIE - Moc Gotowania - Kuchnie Świata na każdy dzień tygodnia: czwartek – Meksyk
- JUNIOR-EDU-ŻYWIENIE - Moc Gotowania - Kuchnie Świata na każdy dzień tygodnia: piątek – USA
- JUNIOR-EDU-ŻYWIENIE - Moc Gotowania - Kuchnie Świata na każdy dzień tygodnia: sobota – Włochy
- JUNIOR-EDU-ŻYWIENIE - Moc Gotowania - Kuchnie Świata na każdy dzień tygodnia: niedziela – Francja.

➤ Popularyzuję naukę przygotowując artykuły popularno-naukowe:

- Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.** Jakość żywności na pierwszym miejscu. Nowe trendy w produkcji, pakowaniu i magazynowaniu. Food and Design e-book, Nowe technologie i AI w branży spożywczej i HoReCa, 2023;
- Kubiak M.S., Borowy T., **Wojtasik-Kalinowska I.** Pasztet z zamiennikami tłuszczu. Magazyn Przemysłu Mięsnego, 2009 11/12, 22-24;
- Piepiórka J., **Wojtasik I.** Bakterie na rękach. Bezpieczeństwo i Higiena Żywności. 2007, 10, 5-8;
- **Wojtasik I.** Fermentowane napoje bioaktywne. AgroPrzemysł. 2007, 2, 32-33;
- **Wojtasik I.**, Skibniewska K.A., Bednarek S., Zakrzewska J. Innovations in meat processing can depress daily protein intake of polish students. Fleischwirtschaft International, 2010, 5, 75-76.

7. Pozostałe informacje dotyczące kariery zawodowej

7.1. Pozostały dorobek publikacyjny

Tematyka badań naukowych, w których aktywnie uczestniczę koncentruje się na następujących zagadnieniach:

1. Wpływ suplementacji pasz zwierząt substancjami bioaktywnymi na fizykochemiczne właściwości mięsa.
 2. Związki bioaktywne dodawane do żywności i ich wpływ na jakość produktów finalnych.
 3. Wpływ innowacyjnych metod przedłużania trwałości żywności.
 4. Wykorzystanie „elektronicznego nosa” jako innowacyjnej metody służącej do oceny jakości i świeżości żywności.
- 7.1.1. Wpływ suplementacji pasz zwierząt substancjami bioaktywnymi na fizykochemiczne właściwości mięsa

Wyniki prac związanych z dodatkiem substancji bioaktywnych do pasz zwierząt na wybrane parametry fizyko-chemiczne mięsa zostały przedstawione w następujących publikacjach: Załącznik 4:

II.4.1. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Górską-Horczyczak E., Głabska D., Brodowska-Trębacz M., Sun D.-W., Wierzbicka A. Volatile compounds and fatty acids profile in *Longissimus Dorsi* muscle from pigs fed with feed containing bioactive components. *LWT-Food Science and Technology*, 2016, 67, 112-117. DOI:10.1016/j.lwt.2015.11.023

II.4.20. Górską-Horczyczak E., Wojtasik-Kalinowska I., Wierzbicka A. Supplemental linseed oil and antioxidants affect fatty acid composition, oxidation and colour stability of frozen pork. *South African Journal of Animal Science*, 2020, 50(2), 253-263. DOI:10.4314/sajas.v50i2.8

II.4.12. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Górską-Horczyczak E., Brodowska-Trębacz M., Sun D.-W., Wierzbicka A. Diet with linseed oil and organic selenium yields low n-6/n-3 ratio pork *Semimembranosus* meat with unchanged volatile compound profiles. *International Journal of Food Science and Technology*, 2018, 53(8), 1838-1846. DOI:10.1111/ijfs.13763

II.4.17. Brodowska-Trębacz M., Guzek D., Jóźwik A., Głąbska D., Godziszewska J., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Zarodkiewicz M., Gantner M., Wierzbicka A. The effect of high-CO₂ atmosphere in packaging of pork from pigs supplemented with rapeseed oil and antioxidants on oxidation processes. *LWT-Food Science and Technology*, 2019, 99, 576-582. DOI:10.1016/j.lwt.2018.09.077

II.4.3. Brodowska-Trębacz M., Guzek D., Kołota A., Głąbska D., Górską-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Effect of diet on oxidation and profile of volatile compounds of pork after freezing storage. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2016, 55(1), 40-47.

II.4.33. Konieczka P., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A., Kinsner M., Szkopek D., Fotschki B., Juśkiwicz J., Banach J., Michalczyk M. Cannabidiol affects breast meat volatile compounds in chickens subjected to different infection models, *Scientific Reports*. 2022, (12), 1-13. DOI:10.1038/s41598-022-23591-1

Tematyka, którą zajmuję się od roku 2016 koncentruje się na wpływie dodatków bioaktywnych do pasz zwierząt na wybrane parametry fizykochemiczne mięsa. Jest to zagadnienie, które stanowiło podstawę mojej rozprawy doktorskiej pt. „Charakterystyka profilu związków lotnych w mięsie i wyrobach z mięsa wieprzowego o podwyższonej wartości biologicznej”. W badaniach analizowano wpływ różnych suplementów diety na jakość mięsa drobiowego i wieprzowego, ze szczególnym uwzględnieniem profilu lotnych związków organicznych oraz procesów oksydacyjnych. Wykorzystano różne dodatki do pasz, takie jak olej lniany, olej rzepakowy, witamina E, organiczny selen oraz kannabidiol (CBD), aby ocenić ich wpływ na jakość mięsa.

Proces utleniania lipidów prowadzi do degradacji nienasyconych kwasów tłuszczowych, generując lotne, krótkołańcuchowe produkty, które mogą negatywnie wpływać na cechy sensoryczne żywności. W pewnym zakresie, procesy oksydacyjne przyczyniają się do formowania pożądanego smaku mięsa i jego przetworów. Nienasycone kwasy tłuszczowe podczas utleniania uwalniają różne produkty, takie jak aldehydy, ketony, alkohole oraz kwasy, które w niskich stężeniach nadają produktom korzystny smak. Jednak intensywne utlenianie tłuszczów prowadzi do powstawania wtórnych produktów peroksydacji, które wywołują niekorzystne zmiany w cechach smakowo-zapachowych, postrzegane przez konsumentów jako zjełczenie. Przechowywanie produktów mięsnych w stanie zamrożonym jedynie spowalnia proces utleniania lipidów, nie eliminując go całkowicie. Wolne rodniki tłuszczowe zachowują

znaczną stabilność w niskich temperaturach i są rozpuszczalne w tłuszczach, co umożliwia ich migrację w produkcie i rozszerzanie zakresu reakcji utleniania.

Stosowanie paszy o wysokiej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych może sprzyjać powstawaniu obcych substancji smakowo-zapachowych w mięsie. Uzyskanie mięsa wzbogaconego w wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz odznaczającego się wydłużonym okresem przydatności wymaga zastosowania antyoksydantów. Antyoksydantami stosowanymi jako dodatki funkcjonalne do pasz trzody chlewnej są m.in. witamina E i selen.

Celem badań opublikowanych w artykule (Załącznik 4. II.4.1.) pt. „Volatile compounds and fatty acids profile in *Longissimus Dorsi* muscle from pigs fed with feed containing bioactive components” była analiza zmian profilu związków lotnych i kwasów tłuszczowych w mięśni *Longissimus dorsi* pochodzącym od zwierząt, których pasze suplementowane były witaminą E i selenem. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłam, że wzbogacanie paszy świń w witaminę E oraz selen zmienia profil JNKT w badanym mięśni *Longissimus dorsi*. Zastosowanie połączenia witaminy E z selenem w obecności oleju lnianego zmienia profil związków lotnych. Analiza z zastosowaniem „elektronicznego nosa” w mięsie surowym pozwoliła na identyfikację 17 związków lotnych we wszystkich badanych próbkach. Przeprowadzone badania wskazują, iż udział przeciwutleniaczy (witaminy E i selenu) do paszy świń ogranicza tworzenie się związków lotnych zawierających siarkę.

Celem kolejnych badań (Załącznik 4. II.4.20.), które wniosły nową wiedzę w rozwój dyscypliny technologia żywności i żywienia przedstawionych w publikacji pt. „Supplemental linseed oil and antioxidants affect fatty acid composition, oxidation and colour stability of frozen pork”, w których brałam udział była ocena wpływu przeciwutleniaczy w diecie trzody chlewnej na utlenianie lipidów i profil związków lotnych wieprzowiny w podczas przechowywania mroźniczego. Mięso pochodziło od zwierząt żywionych paszą kontrolną, paszą zawierającą olej lniany oraz paszą zawierającą olej lniany i przeciwutleniacze. Proces utleniania oceniano na podstawie analizy substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBARS) oraz lotnych związków organicznych, które analizowano za pomocą „elektronicznego nosa”. Poziom TBARS wahał się od $2,16 \pm 0,89$ mg/kg do $2,94 \pm 1,41$ mg/kg. Nie stwierdzono wpływu suplementacji przeciwutleniaczy w diecie na utlenianie lipidów w mięsie wieprzowym po 9 miesiącach przechowywania mroźniczego. We wszystkich próbkach zidentyfikowano lotne związki organiczne charakterystyczne dla procesu utleniania, jednak profil lotnych związków różnił się między grupami eksperymentalnymi, a grupą kontrolną. Po długoterminowym okresie przechowywania w warunkach mroźniczych proces

utleniania lipidów zachodził niezależnie od stosowanej diety, a profil lotnych związków był różnicowany w zależności od zastosowanej diety.

Celem następnych innowacyjnych badań przedstawionych w publikacji (Załącznik 4. II.4.12.) pt. „Diet with linseed oil and organic selenium yields low n-6/n-3 ratio pork *Semimembranosus* meat with unchanged volatile compound profiles” było zbadanie wpływu różnych kombinacji suplementów diety, takich jak olej lniany, selen i witamina E, na skład podstawowy, barwę, twardość, zawartość kwasów tłuszczowych oraz profil związków lotnych w mięśni wieprzowym *Semimembranosus*. Badanie wykazało, że suplementacja diety trzody chlewnej może prowadzić do poprawy jakości mięsa poprzez zwiększenie zawartości korzystnych kwasów tłuszczowych, bez negatywnego wpływu na profil związków lotnych.

Dwa kolejne obszary badawcze koncentrowały się na wpływie suplementacji oleju lnianego i przeciwutleniaczy na jakość mięsa wieprzowego. Badania obejmowały zarówno świeże mięso, jak i przechowywane w warunkach mrożenia oraz w atmosferze modyfikowanej.

Celem publikacji (Załącznik 4. II.4.17.) pt. „The effect of high-CO₂ atmosphere in packaging of pork from pigs supplemented with rapeseed oil and antioxidants on oxidation processes” było określenie wpływu bioaktywnych dodatków do paszy trzody chlewnej na właściwości karkówki wieprzowej. Stwierdzono, że dieta suplementowana olejem lnianym zwiększała zawartość WNKT w mięsie. Udział przeciwutleniaczy do diety z olejem lnianym miał pozytywny wpływ na spowolnienie procesu oksydacyjnych długoterminowego przechowywania mięsa w stanie zamrożonym.

Kolejne wyniki badań przedstawione w publikacji (Załącznik 4. II.4.3.) pt. „Effect of diet on oxidation and profile of volatile compounds of pork after freezing storage oceniał” wpływ przechowywania mięsa w warunkach atmosfery modyfikowanej (80% CO₂/20% N₂) przez 12 dni na procesy oksydacyjne. Materiał badawczy pochodził od zwierząt żywionych paszą z olejem rzepakowym i przeciwutleniaczami. Stwierdzono, że przechowywanie mięsa w MAP miało wpływ na procesy oksydacyjne lipidów oraz białek, niezależnie od składu paszy. Największy wzrost utleniania białek zaobserwowano w grupie suplementowanej olejem rzepakowym, selenem i witaminą E.

W badaniach, w których brałam udział (Załącznik 4. II.4.33.) „Cannabidiol affects breast meat volatile compounds in chickens subjected to different infection models” analizowano wpływ suplementacji CBD na reakcję stresową u kurcząt oraz jej efekt na profil związków lotnych mięsa. Wyniki wskazały, że suplementacja CBD redukowała formowanie się niepożądanych związków lotnych w mięsie, zwłaszcza alkoholi, trimetyloaminy i kwasu

pentanowego. Suplementacja CBD była skuteczna w łagodzeniu efektów infekcji *Clostridium perfringens*, co wpłynęło na końcową jakość mięsa.

7.1.2. Związki bioaktywne dodawane do żywności i ich wpływ na jakość produktów finalnych

Wyniki prac związanych z udziałem substancji bioaktywnych do żywności i ich wpływ na jakość produktów finalnych zostały przedstawione w następujących publikacjach: Załącznik 4:

II.4.4. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Brodowska-Trębacz M., Godziszewska J., Górską-Horczyzak E., Pogorzelska - Nowicka E., Sakowska A., Gantner M., Wierzbicka A. The effect of addition of *Nigella sativa* L. oil on the quality and shelf life of pork patties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2017, 41(6). 1-12. DOI:10.1111/jfpp.13294

II.4.43. Górską-Horczyzak E., Brodowska-Trębacz M., Hanula M., Pogorzelska-Nowicka E., Wierzbicka A., Wojtasik-Kalinowska I., Półtorak A. Influence of *Nigella sativa* L. Oil Addition on Physicochemical and Sensory Properties of Freezer-Stored Ground Pork for Pâté. *Applied Sciences-Basel*, 2023, 13(23), 1-15. DOI:10.3390/app132312550

II.4.11. Brodowska-Trębacz M., Guzek D., Godziszewska J., Górską-Horczyzak E., Pogorzelska - Nowicka E., Sakowska A., Wojtasik-Kalinowska I., Gantner M., Wierzbicka A. Cherry (*Prunus cerasus* cv *Montmorency*) extract with standardised antioxidant potential as preservative for refrigerated storage of ground pork. *International Journal of Food Science and Technology*, 2017, 52(12), 2555-2563. DOI:10.1111/ijfs.13541

II.4.10. Gantner M., Guzek D., Najda A., Brodowska-Trębacz M., Górską-Horczyzak E., Wojtasik-Kalinowska I., Godziszewska J. Oxidative and microbial stability of poultry meatballs added with coriander extracts and packed in cold modified atmosphere. *International Journal of Food Properties*, 2017, 20(11), 2527-2537, DOI:10.1080/10942912.2016.1243125

II.4.14. Gantner M., Brodowska-Trębacz M., Górską-Horczyzak E., Wojtasik-Kalinowska I., Najda A., Pogorzelska - Nowicka E., Godziszewska J. Antioxidant effect of sage (*Salvia officinalis* L.) extract on turkey meatballs packed in cold modified atmosphere. *CyTA-Journal of Food*, 2018, 16(1), 628-636. DOI:10.1080/19476337.2018.1426632

II.4.13. Półtorak A., Marcinkowska-Lesiak M., Lendzion K., Moczowska M., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial effects of catuaba, galangal, roseroot, maca root, guarana and polyfloral honey in sausages during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 2018, 96, 364-370, DOI:10.1016/j.lwt.2018.05.035

II.4.15. Półtorak A., Marcinkowska-Lesiak M., Lendzion K., Onopiuk A., Moczowska M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. The effect of bioactive components of plant origin on the physicochemical and sensory characteristics of functional sausages. *Food Science and Technology*, 2019, 39(1), 232-239. DOI:10.1590/fst.03018

II.4.25. Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A. Red grape skin extract and oat β -glucan in shortbread cookies: technological and nutritional evaluation. *European Food Research and Technology*, 2021, 247(8), 1999-2014. DOI:10.1007/s00217-021-03767-1

II.4.51. Bińkowska W., Szpicer A., Stelmasiak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A. Innovative application of microencapsulated polyphenols in cereal products: Optimization of the formulation of dairy- and gluten-free pastry. *Journal of Food Process Engineering*, 2024, 47(7), 1-15. DOI:10.1111/jfpe.14685

Syntetyczne przeciwutleniacze, takie jak BHT i BHA, są powszechnie stosowane w celu ograniczenia zmian oksydacyjnych w przechowywanej żywności. Jednakże ze względu na ich potencjalną toksyczność, niezadowalające właściwości funkcjonalne (stabilność termiczna, rozpuszczalność) oraz niechęć konsumentów, obecnie poszukuje się naturalnych źródeł związków o właściwościach antyoksydacyjnych. Do takich naturalnych przeciwutleniaczy należą przyprawy i zioła, takie jak m.in. szalwia, oregano, rozmaryn, majeranek, czosnek, goździki, kminek, bazylia, papryka, pieprz, gorczyca, kurkuma. Ekstrakty z nasion ziół, zbóż, skórek i pestek owoców, oraz herbat wykazują właściwości przeciwutleniające, co przyczynia się do hamowania negatywnych zmian oksydacyjnych w mięsie podczas przechowywania.

Alternatywą dla syntetycznych antyoksydantów może być *Nigella sativa* L. (czarnuszka siewna), roślina z rodziny *Ranunculaceae*. Badania wykazały, że roślina ta posiada silne właściwości antyoksydacyjne oraz stanowi bogate źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wyniki badań dotyczące zastosowania czarnuszki przedstawiono w dwóch publikacjach (Załącznik 4. II.4.4. i II.4.43.).

Celem publikacji pierwszej (Załącznik 4. II.4.4.) pt. „The effect of addition of *Nigella sativa* L. oil on the quality and shelf life of pork patties” była analiza wpływu dodatku różnych poziomów oleju z *Nigella sativa* L. do mielonego mięsa wieprzowego na stopień utleniania tłuszczu, profil kwasów tłuszczowych, barwę oraz stan mikrobiologiczny podczas przechowywania w warunkach chłodniczych ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) przez okres 8 dni. Po procesie pieczenia oceniono również profil związków lotnych oraz przeprowadzono analizę sensoryczną wyrobów z mięsa wieprzowego. Uzyskane wyniki wykazały, że udział oleju z czarnuszki siewnej do mielonego mięsa wieprzowego miał korzystny wpływ na jego jakość oraz spowolnił proces utleniania lipidów (całkowita zdolność antyoksydacyjna). Chociaż nie zaobserwowano istotnych zmian w potencjale oksydacyjnym w próbkach przechowywanych przez 0, 2, 4 i 6 dni, to po 8 dniach przechowywania próbki z dodatkiem oleju wykazały blisko 60% niższą wartość potencjału utleniającego lipidów w porównaniu do próbek kontrolnych. Co istotne, nie zaobserwowano negatywnego wpływu na właściwości sensoryczne mięsa.

W kolejnym artykule (Załącznik 4. II.4.43.) pt. „Influence of *Nigella sativa* L. Oil Addition on Physicochemical and Sensory Properties of Freezer-Stored Ground Pork for Pâté” przedstawiono podobny model badawczy, jednak wpływ dodatku oleju z *Nigella sativa* L. sprawdzano po przechowywaniu w warunkach mroźniczych ($-20 \pm 1^\circ\text{C}$). Zastosowanie oleju z *Nigella sativa* L. jako dodatku funkcjonalnego do mięsa pozytywnie wpłynęło na jego jakość i akceptację konsumencką. Profil kwasów tłuszczowych uległ poprawie poprzez zmniejszenie udziału kwasów nasyconych oraz zwiększenie zawartości kwasu linolowego. Pasztety z olejem z czarnuszki charakteryzował także wolniejszy wzrost wartości TBARS w porównaniu do grupy kontrolnej. Wyniki sugerują, że olej z czarnuszki siewnej ma potencjał do wykorzystania w produkcji funkcjonalnych wyrobów mięsnych, które charakteryzują się korzystnym profilem zapachowym oraz prozdrowotnym profilem kwasów tłuszczowych.

Kolejne badania, w których brałam udział dotyczyły potencjału antyoksydacyjnego ekstraktu z wiśni (*Prunus cerasus*) i jego wpływ na jakość mielonego mięsa wieprzowego. Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań (Załącznik 4. II.4.11.) pt. „A Cherry (*Prunus cerasus* cv *Montmorency*) extract with standardised antioxidant potential as preservative for refrigerated storage of ground pork” stwierdzono, że udział ekstraktu z wiśni do mielonej wieprzowiny w dawkach odpowiadających 20 mg i 40 mg GAE/kg mięsa wpływa korzystnie na jakość surowego i pieczonego mięsa mielonego. Ekstrakt z wiśni wykazał znaczący potencjał antyoksydacyjny zarówno samodzielnie, jak i w próbkach mięsa wieprzowego z dodatkiem tego ekstraktu, osiągając dwukrotnie wyższe wartości potencjału

antyoksydacyjnego w ostatnim dniu przechowywania w porównaniu do próbek kontrolnych. Zastosowanie ekstraktu spowolniło tempo utleniania tłuszczów w porównaniu do grupy kontrolnej, co przyczyniło się do zachowania charakterystycznej czerwonej barwy mięsa podczas przechowywania. Nie zidentyfikowano lotnych związków zapachowych typowych dla wiśni w próbkach z dodatkiem ekstraktu; zmiany w profilu lotnych związków zapachowych były wynikiem procesów oksydacyjnych i spadku zawartości związków o przyjemnym aromacie. Ponadto, próbki z dodatkiem ekstraktu z wiśni uzyskały lepsze oceny w badaniach sensorycznych w porównaniu do próbek kontrolnych. W tym kontekście można skonstatować, że udział ekstraktu z wiśni w stężeniach 20 mg i 40 mg GAE/kg, w warunkach ograniczonego dostępu tlenu, stanowi efektywną metodę spowalniania procesów oksydacyjnych tłuszczu, a także przyczynia się do utrzymania barwy i aromatu mięsa przez 8 dni przechowywania w warunkach chłodniczych. Wyniki badań wskazują, że ekstrakt z *Prunus cerasus*, zwłaszcza w połączeniu z pakowaniem próżniowym, skutecznie hamuje procesy utleniania i wpływa korzystnie na jakość wieprzowiny podczas przechowywania, co czyni go obiecującym naturalnym antyoksydantem dla przemysłu spożywczego.

W badaniach dotyczących związków bioaktywnych dodawanych do żywności i ich wpływu na jakość produktów finalnych przeanalizowano wpływ ekstraktów roślinnych na jakość pulpetów z indyka przechowywanych w zmodyfikowanej atmosferze w temperaturze 4°C przez 9 dni. W pierwszym badaniu przedstawionym w artykule (Załącznik 4. II.4.10) pt. „Oxidative and microbial stability of poultry meatballs added with coriander extracts and packed in cold modified atmosphere”, udział ekstraktu z kolendry istotnie opóźniał proces utleniania lipidów przez pierwsze 6 dni oraz hamował wzrost mikroorganizmów tlenowych przez cały okres przechowywania chłodniczego. Dodatek kolendry wpływał również na parametry barwy pulpetów. W próbkach z kolendrą wykryto obecność terpenów. Kolejnewyniki badań zawarte w publikacji (Załącznik 4. II.4.14) pt. „Antioxidant effect of sage (*Salvia officinalis* L.) extract on turkey meatballs packed in cold modified atmosphere” miało na celu ocenę wpływu ekstraktu z szalwii na jakość pulpetów z indyka. Ekstrakt z szalwii, charakteryzujący się wysoką zawartością związków fenolowych (47,92 mg kwasu galusowego/100 g) w tym wysoką zawartością flawonoidów (20,47 mg GAE/100 g) i kwasów fenolowych (8,14 mg GAE/100 g), wykazywał znaczącą zdolność antyoksydacyjną. Wyniki tego badania wskazują, że udział ekstraktu z szalwii do pulpetów z indyka był skuteczny w kontrolowaniu stopnia utleniania lipidów i wzrostu mikroorganizmów podczas

przechowywania w warunkach chłodniczych. Wyniki sugerują, że ekstrakt z szałwii posiada potencjał jako naturalny konserwant w przemyśle mięsnym.

Analizowano również wpływ składników bioaktywnych, o działaniu wspomagającym i ochronnym organizm człowieka (katuaba, galgant, różeniec górski, maca oraz miód wielokwiatowy) na wyróżniki jakościowe produktów mięsnych oraz na ich trwałość (Załącznik 4. II.4.13 i II.4.15).

W pierwszej kolejności (Załącznik 4. II.4.13.) w publikacji pt. "Evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial effects of catuaba, galangal, roseroot, maca root, guarana and polyfloral honey in sausages during storage" przeanalizowano wpływ udziału składników bioaktywnych na wartości pH, parametry barwy, teksturę, akceptację konsumencką oraz wybrane parametry chemiczne (całkowita zawartość fenoli, całkowita zdolność antyoksydacyjna oraz zdolność antyzapalna) farszów mięsnych i gotowych produktów. Zaobserwowano, że średniorozdrobnione wyroby wieprzowo-wołowe z grup eksperymentalnych o różnych proporcjach katuaby, galgantu, różeńca górskiego, korzenia maca, guarany i miodu wielokwiatowego, charakteryzowały się porównywalnymi właściwościami teksturalnymi w stosunku do prób kontrolnych, a także akceptowanymi właściwościami sensorycznymi oraz wyższą aktywnością przeciwutleniającą i przeciwzapalną w porównaniu do prób kontrolnych.

Wyniki kolejnych badań, w których brałam udział (Załącznik 4. II.4.15) przedstawiono w publikacji pt. "The effect of bioactive components of plant origin on the physicochemical and sensory characteristics of functional sausages". Badania miały na celu sprawdzenie jak ten sam zestaw składników bioaktywnych o właściwościach antyoksydacyjnych oraz przeciwbakteryjnych może poprawić jakość przechowywanych wyrobów mięsnych. Każdy z wariantów średnio rozdrobnionych wyrobów wieprzowo-wołowych został przebadany pod względem całkowitej zawartości fenoli, całkowitej zdolności antyoksydacyjnej, zdolności antyzapalnej, stabilności oksydacyjnej, profilu kwasów tłuszczowych oraz ogólnej liczby bakterii mezofilnych tlenowych w dniu zapakowania, a także po 10 i 20 dniach przechowywania. W celu zminimalizowania procesów utleniania średnio rozdrobnionych kielbas wieprzowo-wołowych oraz ich korzystnego wpływu na wartość odżywczą, rekomenduje się recepturę zawierającą 17,3 g/kg kory katuaba, 0,22 g/kg zmielonego korzenia galgantu, 4,58 g/kg zmielonego korzenia różeńca górskiego, 6,14 g/kg ekstraktu z korzenia maca, 6,00 g/kg mielonej guarany oraz 11,46 g/kg miodu wielokwiatowego.

Poza produktami mięsnymi, analizowałam również udział substancji bioaktywnych w wyrobach cukierniczych. Dlatego też celem kolejnego badania prowadzonego z moim udziałem (Załącznik 4. II.4.25) przedstawionego w publikacji pt. "Red grape skin extract and oat β -glucan in shortbread cookies: technological and nutritional evaluation. European Food Research and Technology" było opracowanie nowego produktu w postaci ciastek maślanych poprzez dodanie ekstraktu ze skórek czerwonych winogron oraz β -glukanu z owsa, a następnie ocena wpływu tych modyfikacji na właściwości fizykochemiczne oraz akceptację konsumentów. Ekstrakt ze skórek czerwonych winogron użyty w tym produkcie stanowi źródło polifenoli, które są korzystne dla zdrowia człowieka i przedłużają trwałość produktu. β -glukan to rozpuszczalna frakcja błonnika pokarmowego, która m.in. pomaga obniżać poziom cholesterolu we krwi. Analizowano wpływ ekstraktu ze skórek winogron, β -glukanu oraz ich kombinacji na zawartość β -glukanu, parametry barwy i tekstury, całkowitą zdolność antyoksydacyjną, całkowitą zawartość fenoli, profil lotnych związków oraz właściwości sensoryczne ciastek maślanych. Produkty o zmodyfikowanej recepturze wykazały wyższą całkowitą aktywność antyoksydacyjną, wyższą zawartość fenoli w porównaniu do próbek kontrolnych. Otrzymane innowacyjne produkty funkcjonalne charakteryzowały się zwiększoną zawartością β -glukanu owsianego, co jest pożądane z punktu widzenia wartości odżywczej. Dodatki te spowodowały istotne zmiany w barwie oraz profilu lotnych związków gotowego produktu, jednakże nie wpłynęły na akceptację sensoryczną wśród konsumentów.

Kolejne badania opublikowane w artykule (Załącznik 4. II.4.51) pt. "Innovative application of microencapsulated polyphenols in cereal products: Optimization of the formulation of dairy- and gluten-free pastry" dotyczyły projektowania produktów zbożowych bezglutenowych, wzbogaconych w polifenole i błonnik. Zastosowana została technologia mikroenkapsulacji z wykorzystaniem liofilizacji i trehalozy jako materiału powłokowego do ochrony polifenoli przed degradacją. Badano wpływ stężenia koncentratu β -glukanu, mikroenkapsulowanych polifenoli i oleju acai na właściwości fizykochemiczne produktów ciastkarskich. Opracowano model powierzchni odpowiedzi, który określił optymalną recepturę produktu, tj. udział: 6,48% kapsułek polifenolowych, 7,60% koncentratu β -glukanu i 3,71% oleju acai. Uzyskano produkt o wyższej zawartości polifenoli i β -glukanu oraz wyższej aktywności antyoksydacyjnej, przy zachowaniu podobnych właściwości fizycznych i wysokiej akceptacji sensorycznej.

7.1.3. Wpływ innowacyjnych metod przedłużania trwałości przechowalniczej żywności

Wyniki prac związanych z wpływem innowacyjnych metod przedłużania trwałości żywności zostały przedstawione w następujących publikacjach: Załącznik 4:

II.4.9. Gantner M., Guzek D., Pogorzelska - Nowicka E., Brodowska-Trębacz M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Godziszewska J. The effect of film type and modified atmosphere packaging with different initial GAS composition on the shelf life of white mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). Journal of Food Processing and Preservation, 2017, 41(1), 1-9. DOI:10.1111/jfpp.13083

II.4.18. Pogorzelska - Nowicka E., Hanula M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Stelmasiak A., Zalewska M., Półtorak A., Wierzbicka A. Packaging in a High O₂ or Air Atmospheres and in Microperforated Films Effects on Quality of Button Mushrooms Stored at Room Temperature. Agriculture (Switzerland), Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2020, 10(10), 1-19. DOI:10.3390/agriculture10100479

II.4.23. Hanula M., Pogorzelska-Nowicka E., Pogorzelski G., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A., Półtorak A. Active Packaging of Button Mushrooms with Zeolite and Açai Extract as an Innovative Method of Extending Its Shelf Life. Agriculture (Switzerland), Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2021, 11(7), 1-16. DOI:10.3390/agriculture11070653

II.4.19. Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Zalewska M., Półtorak A., Wierzbicka A. The influence of sage and hemp oil addition to gelatin-based edible coating on the quality features of pork. CyTA-Journal of Food, 2020, 18(1), 719-727. DOI:10.1080/19476337.2020.1836027

II.4.26. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Zalewska M., Półtorak A. Application of propolis extract in gelatin coatings as environmentally friendly method for extending the shelf life of pork loin. Coatings, 2021, 11(8), 1-14. DOI:10.3390/coatings11080979

II.4.16. Onopiuk A., Półtorak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Szpicer A., Marcinkowska-Lesiak M., Pogorzelski G., Wierzbicka A. Impact of the storage atmosphere enriched with ozone on the quality of *Lycopersicon esculentum* tomatoes, Journal of Food Processing and Preservation, 2019, 43(12), 1-10. DOI:10.1111/jfpp.14252

II.4.27. Onopiuk A., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A., Półtorak A. Impact of Ozonisation Time and Dose on Health Related and Microbiological Properties of Rapanui Tomatoes. Agriculture (Switzerland), Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2021, 11(5), 1-16. DOI:10.3390/agriculture11050428

Kolejny zakres badawczy, w których aktywnie uczestniczyłam dotyczył oceny wpływu innowacyjnych metod pakowania na jakość i trwałość pieczarek. Wyniki badań zostały przedstawione w trzech publikacjach naukowych (Załącznik 4. II.4.9., II.4.18. i II.4.23.) i koncentrowały się na zastosowaniu różnych technik pakowania, które mają na celu wydłużenie okresu przydatności pieczarek poprzez kontrolowanie ich warunków przechowywania i minimalizowanie wpływu niekorzystnych czynników środowiskowych. Artykuł (Załącznik 4. II.4.9.) przedstawia wpływ modyfikowanej atmosfery (MAP) i grubości folii na jakość pieczarek *Agaricus bisporus*. Zastosowanie różnych atmosfer (wysoka, średnia, niska zawartość tlenu) oraz folii o różnych grubościach znacząco wpłynęło na barwę i utratę masy pieczarek, przy czym optymalne warunki obejmowały średnią zawartość tlenu i folię o większej przepuszczalności.

W badaniach przedstawionych w artykule 2 (Załącznik 4. II.4.18.) pt. „Packaging in a High O₂ or Air Atmospheres and in Microperforated Films Effects on Quality of Button Mushrooms Stored at Room Temperature” oceniona została efektywność opakowań aktywnych z udziałem zeolitu i ekstraktu z açaí w utrzymywaniu bioaktywnych związków oraz aktywności antyoksydacyjnej pieczarek przechowywanych w 4°C przez 28 dni. Aktywne opakowania poprawiły chemiczne właściwości pieczarek, spowalniając utratę zawartości wody i proces brązowienia, co wiązało się z poprawą aktywności antyoksydacyjnej i zawartości związków bioaktywnych.

W kolejnym artykule (Załącznik 4. II.4.23.) pt. „The effect of film type and modified atmosphere packaging with different initial GAS composition on the shelf life of white mushrooms (*Agaricus bisporus* L.)” badano wpływ wysokotlenowej atmosfery (80% O₂) oraz poziomu mikroporowatości folii na właściwości fizykochemiczne pieczarek przechowywanych w temperaturze 20°C. Wysoka zawartość tlenu w połączeniu z folią o wysokim poziomie mikroporowatości skutecznie wpłynęła na zachowanie korzystnej barwy i profil związków lotnych pieczarek oraz zapewniła ich akceptację sensoryczną.

Badania przedstawione w wyżej wymienionych publikacjach podkreślają znaczenie innowacyjnych metod pakowania w utrzymaniu jakości pieczarek poprzez różne podejścia:

modyfikację atmosfery, regulację mikroporowatości folii oraz zastosowanie substancji aktywnych.

Do innowacyjnych metod przedłużania trwałości żywności z powodzeniem można zaliczyć filmy i powłoki jadalne. Badania dotyczące tego zagadnienia przedstawiono w dwóch publikacjach (Załącznik 4. II.4.19. i II.4.26.).

Publikacja (Załącznik 4. II.4.19.) pt. „The influence of sage and hemp oil addition to gelatin-based edible coating on the quality features of pork” dotyczyła wpływu powłok żelatynowych wzbogaconych olejkami z szalwii i olejem konopnym na parametry jakościowe mięśnia *Longissimus dorsi*. Zastosowanie oleju konopnego skutecznie ograniczyło utratę masy, podczas gdy olej szalwiowy wpływał na zachowanie barwy i stabilności oksydacyjnej mięsa podczas 8 dni przechowywania w warunkach chłodniczych. Kolejna publikacja (Załącznik 4. II.4.26.) pt. „Application of propolis extract in gelatin coatings as environmentally friendly method for extending the shelf life of pork loin” koncentrowała się na wpływie powłok żelatynowych wzbogaconych ekstraktem z propolisu na parametry jakościowe mięśnia *Longissimus dorsi* podczas przechowywania w warunkach chłodniczych. Ekstrakt z propolisu okazał się skuteczny w zapobieganiu zmianom fizykochemicznym i mikrobiologicznym, a także wpłynął pozytywnie na akceptację sensoryczną mięsa.

Podsumowując badania dotyczące innowacyjnych metod przedłużania trwałości z zastosowaniem powłok jadalnych, wraz zespołem stwierdziłam, że wzbogacenie powłok żelatynowych o aktywne składniki, takie jak oleje roślinne i ekstrakt z propolisu, przyczynia się do poprawy jakości przechowywanego mięsa. Powłoki te wykazują zdolność do opóźniania procesów oksydacyjnych, redukcji utraty masy, zachowania atrakcyjnej barwy oraz hamowania wzrostu mikroorganizmów w mięsie podczas przechowywania chłodniczego. Stosowanie olejów roślinnych i ekstraktu z propolisu w powłokach żelatynowych skutkuje zwiększoną stabilnością oksydacyjną, lepszym utrzymaniem barwy oraz obniżeniem liczby drobnoustrojów, co przyczynia się do wydłużenia okresu przechowywania mięsa i poprawy jego jakości sensorycznej.

Celem kolejnych przeprowadzonych badań z moim udziałem, których wyniki zostały opublikowane w publikacjach (Załącznik 4. II.4.16 i II.4.27) było opracowanie innowacyjnej metody przedłużania trwałości pomidorów za pomocą ozonu gazowego. Badania te umożliwiły określenie optymalnych parametrów krytycznych, takich jak stężenie ozonu w atmosferze chłodniczej oraz czas ekspozycji pomidorów na ten gaz. Dodatkowo, oceniono wpływ działania ozonu gazowego na jakość pomidorów oraz ich kluczowe właściwości prozdrowotne.

Uzyskane wyniki badań potwierdzają skuteczność stosowania ozonu gazowego w celu przedłużenia trwałości przechowalniczej pomidorów. Zastosowanie ozonu skutecznie zahamowało rozwój drożdży i pleśni na powierzchni owoców, a także ograniczyło utratę masy i wpłynęło na zachowanie wysokiej zdolności antyoksydacyjnej pomidorów, nie wpływając negatywnie na ich jędrność oraz barwę. Badania te sugerują, że ozon może być efektywną alternatywną metodą przedłużania trwałości przechowalniczej w przemyśle spożywczym, która nie pogarsza jakości pomidorów.

7.1.4. Wykorzystanie „elektronicznego nosa” jako innowacyjnej metody służącej do oceny jakości i świeżości żywności

Wyniki prac związanych z wykorzystaniem „elektronicznego nosa” jako innowacyjnej metody służącej do oceny jakości i świeżości żywności zostały przedstawione w następujących publikacjach: Załącznik 4:

II.4.6. Górską-Horczyzak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Guzek D., Sun D.-W., Wierzbicka A. Differentiation of chill-stored and frozen pork necks using electronic nose with ultra-fast gas chromatography. *Journal of Food Process Engineering*, 40(5), 2017, s. 1-9, DOI:10.1111/jfpe.12540

II.4.7. Godziszewska J., Guzek D., Pogorzelska-Nowicka E., Brodowska-Trębacz M., Górską-Horczyzak E., Sakowska A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Gantner M., Wierzbicka A. A simple method of the detection of pork spoilage caused by *Rahnella aquatilis*. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 84, 248-255. DOI:10.1016/j.lwt.2017.05.049

II.4.8. Górską-Horczyzak E., Horczyzak M., Guzek D., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Chromatographic fingerprints supported by artificial neural network for differentiation of fresh and frozen pork. *Food Control*, 2017, 73, 237-244, DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.08.010

Celem pierwszej publikacji (Załącznik 4. II.4.6.) pt. „Differentiation of chill-stored and frozen pork necks using electronic nose with ultra-fast gas chromatography” dotyczącej wykorzystania „elektronicznego nosa” jako innowacyjnej metody służącej do oceny jakości i świeżości żywności była ocena możliwości różnicowania mięsa wieprzowego przechowywanego w warunkach chłodniczych i mroźniczych przy użyciu techniki „elektronicznego nosa” opartej na ultraszybkiej chromatografii gazowej. Próbkę mięsa

pochodziły z systemu Pork Quality System (PQS). Analiza głównych składowych (PCA) oraz analiza czynnikowa dyskryminacyjna (DFA) wykazały istotne różnice w profilach lotnych związków organicznych, co umożliwiło skuteczne rozpoznanie świeżych i mrożonych próbek mięsa. Technika ta może mieć zastosowanie w przemyśle mięsnym do szybkiej oceny świeżości mięsa w celu zapewnienia bezpieczeństwa i wysokiej jakości produktów mięsnych.

Kolejna publikacja (Załącznik 4. II.4.7.) pt. „A simple method of the detection of pork spoilage caused by *Rahnella aquatilis*” dotyczy metody wykrywania psucia się mięsa wieprzowego głównie przez *Rahnella aquatilis*. Metoda obejmuje zastosowanie PCR z primerami specyficznymi dla gatunku różnicującymi *Rahnella aquatilis* od innych enterobakterii powodujących psucie mięsa oraz techniki „elektronicznego nosa”. Badanie wykazało, że relatywnie niższa powierzchnia pików związków takich jak trimetyloamina i propanal oraz obecność benzeneacetaldehydu w profilu aromatycznym mięsa była związana z zepsuciem powodowanym przez bakterie *Rahnella aquatilis*. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano potencjał wykorzystania zaawansowanych technologii analitycznych, takich jak elektroniczny nos w identyfikacji i różnicowaniu jakości mięsa, co ma istotne znaczenie dla przemysłu spożywczego.

Kolejny artykuł (Załącznik 4. II.4.8.) pt. „Chromatographic fingerprints supported by artificial neural network for differentiation of fresh and frozen pork” miał na celu opracowanie praktycznego rozwiązania umożliwiającego szybkie rozróżnianie poszczególnych elementów kulinarnych mięsa wieprzowego oraz ich klasyfikacja pod kątem świeżości (świeże, mrożone, nieświeże). W ramach badań przeprowadzono analizę profili chromatograficznych próbek mięsa wieprzowego, które obejmowały mięso świeże, mięso rozmrożone po trzymiesięcznym przechowywaniu w temperaturze $-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ oraz mięso nieświeże, uzyskane poprzez przechowywanie przez 30 dni w temperaturze $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Dane liczbowe reprezentujące chromatogramy zostały następnie przetworzone przez sieć neuronową.

W artykule zaprojektowano i zaimplementowano sieć neuronową w formie programu komputerowego. Sieć przeszła proces uczenia oraz weryfikacji poprawności jej działania, a także oceniono jakość uzyskiwanych wyników. Przedstawione rozwiązanie praktyczne wykorzystuje nowatorską metodę łączącą analizę profilu chromatograficznego (tzw. *fingerprint*) z zaawansowanymi technikami obliczeniowymi, w tym siecią neuronową, do oceny jakości mięsa wieprzowego.

Przetworzenie danych uzyskanych z chromatogramów do formatu akceptowalnego przez sieć neuronową wymagało ich konwersji do postaci zestawu liczb w przedziale od 0,0 do 1,0, odpowiadających czasowi analizy chromatograficznej. Do budowy sieci neuronowej wykorzystano architekturę perceptronu, która jest dobrze znana i sprawdzona w praktycznych zastosowaniach. Ze względu na nieliniowy i nieliniowo separowalny charakter zależności między danymi chromatograficznymi, a wynikami klasyfikacji, zastosowano trójwarstwowy perceptron.

Działanie sieci neuronowej opierało się na przetwarzaniu unormowanych danych, które na wejściu sieci reprezentowane były przez 90 liczb, co wymagało utworzenia warstwy wejściowej z 90 neuronów. Warstwa wyjściowa sieci składała się z 7 neuronów, odpowiadających za klasyfikację mięsa na: karkówkę świeżą, karkówkę mrożoną, schab świeży, schab mrożony, szynkę świeżą, szynkę mrożoną oraz mięso nieświeże.

Do uczenia sieci wykorzystano algorytm wstecznej propagacji błędów (EBP). Proces uczenia odbywał się na zestawie 672 próbek, przy czym każda z nich była reprezentowana przez 96 unormowanych danych chromatograficznych, które były losowo ułożone. Walidacja rezultatów odbywała się po każdym cyklu uczenia na zbiorze 24 próbek, a proces powtarzano do osiągnięcia przynajmniej 95% poprawnych odpowiedzi.

Spośród badanych grup, najniższą trafność odpowiedzi uzyskano dla karkówki (77%, n=48), natomiast najwyższą dla schabu (ok. 90%, n=48). Mięso nieświeże było rozpoznawane z najwyższą dokładnością, co można wytłumaczyć większą intensywnością lotnych związków w tej grupie, co skutkowało większą liczbą pików i wyższymi wartościami sygnałów na chromatogramie.

Prowadzona przeze mnie praca naukowa, w okresie przed i po uzyskaniu stopnia doktora, dotyczy m.in. wykorzystania innowacyjnych technologii, udziału bioaktywnych dodatków do paszy zwierząt w celu poprawy jakości, trwałości żywności oraz wykorzystania nowoczesnych urządzeń umożliwiających monitorowanie parametrów jakościowych. Moja aktywność naukowa ma zarówno charakter poznawczy, metodyczny jak i aplikacyjny. W odniesieniu do poznawczego charakteru osiągnięć oraz dorobku publikacyjnego, należy zwrócić uwagę na kluczowe aspekty, takie jak poprawa atrakcyjności sensorycznej produktów pochodzenia zwierzęcego. Dokonano także m.in. identyfikacji markerowych związków lotnych dla różnych klas związków, które określają wpływ techniki obróbki termicznej w zależności od rodzaju mięśnia.

Prace te wyróżniają się wykorzystaniem nowoczesnych, zaawansowanych technologii, w tym m.in. „elektronicznego nosa”, czy zaawansowanej chromatografii gazowej, które umożliwiają precyzyjną analizę lotnych związków organicznych. Aspekt aplikacyjny badań obejmuje opracowanie praktycznych rozwiązań dla przemysłu spożywczego, które mogą być bezpośrednio wdrożone w celu optymalizacji procesów produkcyjnych. W szczególności, opracowanie optymalnych warunków niskotemperaturowego wytopu tłuszczu oraz niskotemperaturowej obróbki termicznej mięsa przynosi istotne korzyści zdrowotne, jednocześnie zachowując wysoką atrakcyjność sensoryczną gotowych produktów.

Interdyscyplinarne podejście, łączące zaawansowane technologie analityczne z praktycznymi potrzebami przemysłu, nie tylko podnosi jakość produktów mięsnych, ale także odpowiada na rosnące zapotrzebowanie na żywność o wysokich walorach sensorycznych. Niniejsze badania wnoszą istotny wkład w rozwój Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia oraz otwierają nowe perspektywy dla przemysłu spożywczego, umożliwiając tworzenie produktów o wyższej wartości odżywczej i jakości sensorycznej.

7.2. Podsumowanie dorobku naukowego

- Współautorstwo **51** publikacji znajdujących się w bazie JCR, spośród których 37 ukazało się po uzyskaniu stopnia naukowego doktora;
- Współautorstwo 12 publikacji nieznajdujących się na liście JCR;
- Współautorstwo 12 rozdziałów w monografiach naukowych;
- Współtwórcą 3 udzielonych patentów krajowych o numerach P.232487, P.230222, P.232495;
- Udział w realizacji **9** projektów naukowych (1 w roli kierownika);
- Udział w realizacji **2** projektów dydaktycznych (1 w roli kierownika zadania);
- Współautor 48 doniesień konferencyjnych;
- Współpracowałam z **12** jednostkami naukowymi, w tym 4 zagranicznymi i 8 krajowymi;
- Sumaryczna liczba punktów MNiSW/MEiN za publikacje i patenty, których jestem autorem lub współautorem, wynosi **4521** punktów, w tym 4060 punktów po uzyskaniu stopnia naukowego doktora;
- Całkowita wartość współczynnika IF za moje publikacje naukowe wynosi **159,772** w tym po doktoracie 128,682;

- Po wyłączeniu prac stanowiących osiągnięcie naukowe, wartość mojego pozostałego dorobku naukowego wynosi: sumaryczny IF = 147,101 oraz 3981 punktów MNiSW/MEiN;
- H-index (cytowania WoS): 13;
- H-index (cytowania Scopus): 14;
- Łączna liczba cytowań na dzień 21.10.2024 r. wg Web of Science: 531 (bez autocytowań 442);
- Łączna liczba cytowań na dzień 21.10.2024 r. wg Scopus: 610 (bez autocytowań 520).

Uczestniczyłam w kursach i szkoleniach podnoszących moje kwalifikacje zawodowe:

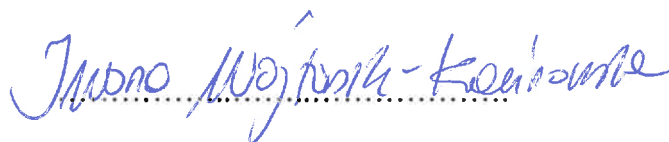
- Szkolenie „Narzędzia statystyczne dla dydaktyków i komputerowa analiza danych jakościowych”. StatSoft Polska, 29-30.06.2023 r. **(Załącznik nr 7.17)**;
- Szkolenie „Statystyka dla dydaktyków”. StatSoft Polska, 11-12.07.2023 r. **(Załącznik nr 7.18)**;
- Szkolenie z języka angielskiego dla pracowników kadry dydaktycznej SGGW. 05.04.2023-30.11.2023 r. **(Załącznik nr 7.19)**;
- Certyfikat uczestnictwa w szkoleniu z zakresu obsługi chromatografu cieczowego model Agilent 1260 seria II z detektorami: fotodiodowym DAD, fluorescencyjnym FLD, rozproszonego światła laserowego ELSD oraz oprogramowania OpenLAB CEMStation. Perlan Technologies Polska. Warszawa 16-17.01.2020 r., 6.03.2020 r., 26.06.2020 r. **(Załącznik nr 7.20)**;
- Certyfikat uczestnictwa w specjalistycznym szkoleniu z zakresu wykrywania alergenów w żywności metodą real-time PCR. Blirt S.A. 18.02.2019 r. **(Załącznik nr 7.21)**;
- Certyfikat uczestnictwa w seminarium naukowym pt. „Najnowsze rozwiązania technologiczne dla chemii analitycznej” Shim-Pol A.M. Borzymowski, Warszawa, 2.10.2018 **(Załącznik nr 7.22)**;
- Certyfikat uczestnictwa w kursie „Analiza Związków Zapachowych i Lotnych w Żywności” Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 18-20.09.2017 **(Załącznik nr 7.23)**;
- Certyfikat uczestnictwa w szkoleniu „Efektywne Publikowanie Naukowe”, 02.06.2017 **(Załącznik nr 7.24)**;
- Certyfikat uczestnictwa w warsztatach pt. „Analiza związków zapachowych w żywności” Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, LECO Polska Sp. z o.o. Poznań, 01.06.2017 **(Załącznik nr 7.25)**;

- Szkolenie z zakresu obsługi Heracles II Electronic Nose i Arochamebase, Manchester, 26.04.2016;
- Szkolenie w zakresie uruchamiania i obsługi HPLC Accela, Anchem, Warszawa, 14.04.2015 (**Załącznik nr 7.26**);
- Szkolenie z zakresu użytkowania, obsługi i interpretacji wyników GC 2010 i LC/MS, Shimpol, A. M. Borzymowski, Warszawa, 21.11.2014

7.3. Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda zespołowa I stopnia Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia badawcze. 30.08.2024 r. (**Załącznik nr 7.27**);
- Nagroda zespołowa I stopnia Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia badawcze. 31.08.2023 r. (**Załącznik nr 7.28**);
- Nagroda zespołowa II stopnia Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia badawcze. 31.08.2022 r. (**Załącznik nr 7.29**);
- Nagroda zespołowa III stopnia Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia badawcze. 31.08.2021 r. (**Załącznik nr 7.30**);
- Nagroda zespołowa II stopnia Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia badawcze. 31.08.2020 r. (**Załącznik nr 7.31**);
- Nagroda zespołowa stopnia II Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 1.10.2019 r. (**Załącznik nr 7.32**);
- Dyplom uznania Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 1.10.2019 r. (**Załącznik nr 7.33**);
- Nagroda zespołowa stopnia I Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 1.10.2018 r. (**Załącznik nr 7.34**);
- **Nagroda za poster** pt. "Modeling the structure of yoghurts containing oat beta-glukan" na konferencji 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, Praga, Republika Czeska, 7-8.11.2018 r. (**Załącznik nr 7.35**);
- **Nagroda indywidualna** stopnia III Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 1.10.2017 r. (**Załącznik nr 7.36**);
- Nagroda zespołowa stopnia I Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 31.08.2016 r. (**Załącznik nr 7.37**);

- Złoty medal na World Exhibition on Inventions, Research and New Technologies, Eureka, za innowację "Use of three-layer foil and modified atmosphere for packaging ostrich meat products", Barcelona 13.05.2016 r. (**Załącznik nr 7.38**);
- Złoty medal na wystawie innowacji i patentów w "Bangkok International Intellectual Property, Invention, Innovation and Technology Exposition" (IPITEX za innowację "Technology of Production of Culinary Ostrich meat with Enhanced Nutritional and Health – Promoting Properties", 2-6.02.2016, Bangkok, Tajlandia (**Załącznik nr 7.39**);
- Stypendium i wsparcie towarzyszące w ramach projektu systemowego Samorządu Województwa Mazowieckiego pn. „Rozwój nauki – rozwojem regionu - stypendia i wsparcie towarzyszące dla mazowieckich doktorantów” (Priorytet VIII Regionalne kadry gospodarki, Działanie 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałanie 8.2.2 Regionalne Strategie Innowacji), 2013-2014 r.;
- Stypendium dla najlepszych doktorantów z dotacji podmiotowej na dofinansowanie zadań projakościowych przyznane za osiągnięcia naukowe w 2014 r.
- Stypendium z własnego funduszu stypendialnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2015 r. (**Załącznik nr 7.40**).



(podpis wnioskodawcy)

**Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych
prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach
dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji
nauki**

Załącznik 4

dr inż. Iwona Maria Wojtasik-Kalinowska

Warszawa, 2024

Spis treści

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY	5
I.1. Monografie naukowe, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2a ustawy	5
I.2. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust 1. pkt. 2b ustawy	5
II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ.....	8
II.1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych	8
II.2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych	8
II.3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii	11
II.5. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)	21
II.6. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3)	21
II.7. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych	21
II.8. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji	28
II.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	29
II.10. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.....	31
II.11. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru	31
II.12. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).....	31
II.13. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopiśmie międzynarodowych.....	32
II.14. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych	33
II.15. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.9	33
II.16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny	33
III. WSPÓŁPRA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM.....	34
III.1. Wykaz dorobku technologicznego	34
III.2. Współpraca z sektorem gospodarczym	34

III.3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.....	35
III.4. Wykaz wdrożonych technologii	36
III.5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców	36
III.6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych	37
III.7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.....	37
IV. DANE NAUKOMETRYCZNE	37

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY**I.1. Monografie naukowe, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2a ustawy**

Nie dotyczy.

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

Osiągnięciem naukowym, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest monotematyczny cykl sześciu publikacji naukowych pt.:

„Wpływ wybranych procesów technologicznych oraz podwyższonej wartości bioaktywnej na właściwości fizykochemiczne oraz profil związków lotnych mięsa i tłuszczu”

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

I.2.1. Wojtasik-Kalinowska I., Szpicer A., Bińkowska W., Hanula M., Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A. Effect of Processing on Volatile Organic Compounds Formation of Meat—Review. Applied Science-Basel, 2023, 13, 1-13. DOI:10.3390/app13020705

[Punkty MNiSW: 100, IF₂₀₂₃: 2,5; IF_{5-letni}: 2,7]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji przeglądu doniesień naukowych, gromadzeniu danych, analizie i interpretacji uzyskanych wyników przeglądu, przygotowaniu, napisaniu i korekcie ostatecznej wersji publikacji.

Jestem autorem wiodącym pracy. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 70%.

I.2.2. Wojtasik-Kalinowska I., Górską-Horczyczak, E., Stelmasiak, A., Marcinkowska-Lesiak, M., Onopiuk A., Wierzbička A., Półtorak, A. Effect of temperature and oxygen dose during rendering of goose fat to promote fatty acid profiles. European Journal of Lipid Science and Technology, 2021, 123(12), 1-8. DOI: 10.1002/ejlt.202100085

[Punkty MNiSW: 100, IF₂₀₂₁: 3,196; IF_{5-letni}: 2,852]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy badawczej polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk badawczych, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział w ww. pracy wynosi 70%.

I.2.3. Wojtasik-Kalinowska I., Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Stelmasiak A., Szpicer A., Holc D., Wierzbicka A. Półtorak, A. Geese filets flavor stability and quality characteristics at different stages of sous-vide cooking. *Animal Science Papers and Reports*, 2021, 39(4), 419-435.

[Punkty MNiSW₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₁: 0,967; IF_{5-letni}: 1,050]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk badawczych, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 70%.

I.2.4. Wojtasik-Kalinowska I., Farmer L.J., Hagan T.D.J., Gordon A., Polkinghorne R., Pogorzelski G., Wierzbicka A., Półtorak A. The Influence of Cooking Methods and Muscle on Beef Aroma Profile and Consumer Satisfaction: Insights from Volatile Compound Analysis. *Applied Science-Basel*, 2024, 14, 4477. DOI:10.3390/app14114477

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 100, IF₂₀₂₃: 2,5; IF_{5-letni}: 2,7]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji, założeń, opracowaniu metodyk, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji oraz odpowiedzi na recenzje. Byłam autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział w ww. pracy wynosi 65%.

I.2.5. Wojtasik-Kalinowska I., Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak, A. Frozen storage quality and flavor evaluation of ready to eat steamed meat products treated with antioxidants. *Cyta – Journal of Food*, 2021, 19(1), 152-162.

DOI:10.1080/19476337.2020.1869103

[Punkty MNiSW₂₀₂₁: 40, IF₂₀₂₁: 2,478; IF_{5-letni}: 2,905]

Mój indywidualny wkład w powstanie tej pracy badawczej polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji oraz odpowiedzi na recenzje. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 80%.

I.2.6. Wojtasik-Kalinowska I., Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak, A. The effect of *Solanum lycopersicum* L. extract on quality and flavor stability of ready to eat meat products. *Animal Science Papers and Reports*, 2022, 40, 423-438. [Punkty MNiSW₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₂:1,0 IF_{5-letni}: 1,1]

Mój indywidualny indywidualny wkład w powstanie tej pracy badawczej polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodyk, wykonaniu badań laboratoryjnych oraz na wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, w tym dokonaniu przeglądu literatury, opracowaniu wyników i ich dyskusji oraz odpowiedzi na recenzje. Jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. Mój udział procentowy w ww. pracy wynosi 75%.

Sumaryczny Impact Factor (IF) dla sześciu publikacji naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2 ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wynosi **12,641 (IF_{5-letni} = 13,307)**.

Suma punktów wg punktacji MNiSW/MEiN wynosi 540.

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

II.1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych

Brak.

II.2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

II.2.1. Guzek D., Głąbska D., Brodowska-Trębacz M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Wpływ żywienia zwierząt rasy Polska Biała Zwisłoucha paszami z dodatkami komponentów bioaktywnych na barwę mięśnia *Longissimus dorsi* przed i po obróbce cieplnej, W: Nauka o żywieniu człowieka: osiągnięcia i wyzwania / Guzek Dominika, Głąbska Dominika (red.), 2013, Wydawnictwo SGGW, ISBN 978-83-7583-546-5, s. 548-555.

Punkty MNiSW: 5

Po uzyskaniu stopnia doktora:

II.2.2. **Wojtasik-Kalinowska I.**, Szpicer A., Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A., Wierzbicka A.: Modeling the structure of yoghurts containing oat beta-glukan, W: Proceedings of the 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience :Prague, Czech Republic, 7 - 9 November 2018 / Řápková Radmila [i in.](red.), International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, 2018, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-86238-80-7, s. 433-438.

Punkty MNiSW: 5

II.2.3. Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A., Wierzbicka A.: Use of polysaccharides in production low-fat meat products, W: Proceedings of the 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience :Prague, Czech Republic, 7 - 9 November 2018 / Řápková Radmila [i in.](red.), International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, 2018, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-86238-80-7, s. 390-395.

Punkty MNiSW: 5

II.2.4. Półtorak A., Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A.: Volatile compounds profile of white bread with addition of chosen glycoside hydrolases as improvers, W: Proceedings of the 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience :Prague, Czech Republic, 7 - 9 November 2018 / Řápková

Radmila/*i in.*/(red.), International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, 2018, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-86238-80-7, s. 312-316.

Punkty MNiSW: 5

II.2.5. Onopiuk A., Półtorak A., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Wierzbicka A.: The influence of polysaccharides edible coatings on the physical and chemical properties of strawberry fruits, W: Proceedings of the 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience :Prague, Czech Republic, 7 - 9 November 2018 / Řápková Radmila/*i in.*/(red.), International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, 2018, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-86238-80-7, s. 285-290.

Punkty MNiSW: 5

II.2.6. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A., Wierzbicka A.: Application of hydrogen peroxide oxidation in production of starch-based films, W: Proceedings of the 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience: Prague, Czech Republic, 7 - 9 November 2018 / Řápková Radmila/*i in.*/(red.), International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, 2018, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-86238-80-7, s. 280-284,.

Punkty MNiSW: 5

II.2.7. **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Onopiuk A., Orłowski M., Wierzbicka A., Półtorak A.: Rheological properties and flavour evaluation of low fat yoghurts, W: Proceedings of the 16th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience / Řápková Radmila [*i in.*](red.), 2020, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-88307-05-1, s. 36-40.

Punkty MNiSW: 5

II.2.8. Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Pogorzelski G., Wierzbicka A., Półtorak A.: modelling of volatile compounds and fatty acids profiles using polysaccharides and vegetable oils in functional food products, W: Proceedings of the 16th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience / Řápková Radmila [*i in.*](red.), 2020, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-88307-05-1, s. 28-33.

Punkty MNiSW: 5

II.2.9. Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Szpicer A., Marcinkowska-Lesiak M., Wierzbicka A., Półtorak A.: Stabilization of the physical properties of berry fruits using of polysaccharide edible coatings, W: Proceedings of the 16th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience / Řápková Radmila [*i in.*](red.), 2020, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-88307-05-1, s. 14-18.

Punkty MNiSW: 5

II.2.10. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A., Wierzbicka A.: The influence of cellulase preparation on the quality of yeast muffin made from whole grain wheat flour, W: Proceedings of the 16th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience / Řápková Radmila [*i in.*](red.), 2020, Czech Chemical Society, ISBN 978-80-88307-05-1, s. 9-13.

Punkty MNiSW: 5

II.2.11. Szpicer A., Bińkowska W., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A.: Zastosowanie symulacji CFD w analizie procesów mechanicznych i termicznych w obróbce żywności: nowe perspektywy dla inżynierii przemysłu spożywczego, W: Partnerstwo instytucjonalne w kształtowaniu zachowań żywieniowych w trosce o zdrowie publiczne / Gutkowska Krystyna (red.), 2023, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (SGGW), ISBN 978-83-8237-205-2, s. 113-129.

Punkty MEiN: 20

II.2.12. Kurek M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Szpicer A., Kultys E., Zalewska M.: Effect of Microwaves on Food Carbohydrates, W: Microwave Processing of Foods: Challenges, Advances and Prospects. Microwaves and Food / Singh Anubhav Pratap [*i in.*](red.), 2024, Springer, ISBN 978-3-031-51613-9, s. 221-249, DOI:10.1007/978-3-031-51613-9_12.

Punkty MNiSW: 20

II.3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii

Brak.

II.4. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2)

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego oznaczono *.

Przed uzyskaniem stopnia doktora

II.4.1. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Górską-Horczyczak E., Głąbska D., Brodowska-Trębacz M., Sun D.-W., Wierzbicka A. Volatile compounds and fatty acids profile in *Longissimus Dorsi* muscle from pigs fed with feed containing bioactive components. LWT-Food Science and Technology, 2016, 67, 112-117. DOI:10.1016/j.lwt.2015.11.023

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 40, IF₂₀₁₆:2,329]

II.4.2. Górską-Horczyczak E., Guzek D., Molęda Z., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Brodowska-Trębacz M., Wierzbicka A. Applications of electronic noses in meat analysis. Food Science & Technology, Campinas, 2016, 36(3), 389-395. DOI:10.1590/1678-457X.03615

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 20, IF₂₀₁₆: 0,833]

II.4.3. Brodowska-Trębacz M., Guzek D., Kołota A., Głąbska D., Górską-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Wierzbicka A. Effect of diet on oxidation and profile of volatile compounds of pork after freezing storage. Journal of Food and Nutrition Research, 2016, 55(1), 40-47.

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 20, IF₂₀₁₆: 1,95]

II.4.4. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Brodowska-Trębacz M., Godziszewska J., Górską-Horczyczak E., Pogorzelska - Nowicka E., Sakowska A., Gantner M., Wierzbicka A. The effect of addition of *Nigella sativa* L. oil on the quality and shelf life of pork patties. Journal of Food Processing and Preservation, 2017, 41(6). 1-12. DOI:10.1111/jfpp.13294

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 20, IF₂₀₁₇: 1,51]

II.4.5. Guzek D., Głąbska D., Brodowska-Trębacz M., Godziszewska J., Górską-Horczyczak E., Pogorzelska - Nowicka E., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Wierzbicka A. The sensory quality of

allergen-controlled, fat-reduced, salt-reduced pork-ostrich sausages during storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2017, 97(15), 5327-5334. DOI:10.1002/jsfa.8421

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 35, IF₂₀₁₇: 2,379]

II.4.6. Górską-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Guzek D., Sun D.-W., Wierzbicka A. Differentiation of chill-stored and frozen pork necks using electronic nose with ultra-fast gas chromatography. Journal of Food Process Engineering, 40(5), 2017, s. 1-9, DOI:10.1111/jfpe.12540

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 20, IF₂₀₁₇: 1,955]

II.4.7. Godziszewska J., Guzek D., Pogorzelska-Nowicka E., Brodowska-Trębacz M., Górską-Horczyczak E., Sakowska A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Gantner M., Wierzbicka A. A simple method of the detection of pork spoilage caused by *Rahnella aquatilis*. LWT-Food Science and Technology, 2017, 84, 248-255. DOI:10.1016/j.lwt.2017.05.049

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 40, IF₂₀₁₇: 3,129]

II.4.8. Górską-Horczyczak E., Horczyczak M., Guzek D., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Chromatographic fingerprints supported by artificial neural network for differentiation of fresh and frozen pork. Food Control, 2017, 73, 237-244, DOI:10.1016/j.foodcont.2016.08.010

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 40, IF₂₀₁₇: 3,667]

II.4.9. Gantner M., Guzek D., Pogorzelska - Nowicka E., Brodowska-Trębacz M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Godziszewska J. The effect of film type and modified atmosphere packaging with different initial GAS composition on the shelf life of white mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). Journal of Food Processing and Preservation, 2017, 41(1), 1-9. DOI:10.1111/jfpp.13083

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 20, IF₂₀₁₇: 1,51]

II.4.10. Gantner M., Guzek D., Najda A., Brodowska-Trębacz M., Górską-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Godziszewska J. Oxidative and microbial stability of poultry meatballs added with coriander extracts and packed in cold modified atmosphere. International Journal of Food Properties, 2017, 20(11), 2527-2537, DOI:10.1080/10942912.2016.1243125

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 25, IF₂₀₁₇: 1,845]

II.4.11. Brodowska-Trębacz M., Guzek D., Godziszewska J., Górską-Horczyczak E., Pogorzelska - Nowicka E., Sakowska A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Gantner M., Wierzbicka A. Cherry (*Prunus cerasus cv Montmorency*) extract with standardised antioxidant potential as preservative for refrigerated storage of ground pork. *International Journal of Food Science and Technology*, 2017, 52(12), 2555-2563. DOI:10.1111/ijfs.13541

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 25, IF₂₀₁₇: 2,383]

II.4.12. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Górską-Horczyczak E., Brodowska-Trębacz M., Sun D.-W., Wierzbicka A. Diet with linseed oil and organic selenium yields low n-6/n-3 ratio pork *Semimembranosus* meat with unchanged volatile compound profiles. *International Journal of Food Science and Technology*, 2018, 53(8), 1838-1846. DOI:10.1111/ijfs.13763

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 25, IF₂₀₁₈: 2,281]

II.4.13. Półtorak A., Marcinkowska-Lesiak M., Lendzion K., Moczowska M., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial effects of catuaba, galangal, roseroot, maca root, guarana and polyfloral honey in sausages during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 2018, 96, 364-370, DOI:10.1016/j.lwt.2018.05.035

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 40, IF₂₀₁₈: 3,714]

II.4.14. Gantner M., Brodowska-Trębacz M., Górską-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Najda A., Pogorzelska - Nowicka E., Godziszewska J. Antioxidant effect of sage (*Salvia officinalis* L.) extract on turkey meatballs packed in cold modified atmosphere. *CyTA-Journal of Food*, 2018, 16(1), 628-636. DOI:10.1080/19476337.2018.1426632

[Punkty MNiSW₂₀₁₇: 20, IF₂₀₁₈: 1,605]

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora:

II.4.15. Półtorak A., Marcinkowska-Lesiak M., Lendzion K., Onopiuk A., Moczowska M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. The effect of bioactive components of plant origin on the physicochemical and sensory characteristics of functional sausages. Food Science and Technology, 2019, 39(1), 232-239. DOI:10.1590/fst.03018

[Punkty MNiSW₂₀₁₉: 40, IF₂₀₁₉: 1,443]

II.4.16. Onopiuk A., Półtorak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Szpicer A., Marcinkowska-Lesiak M., Pogorzelski G., Wierzbicka A. Impact of the storage atmosphere enriched with ozone on the quality of *Lycopersicon esculentum* tomatoes, Journal of Food Processing and Preservation, 2019, 43(12), 1-10. DOI:10.1111/jfpp.14252

[Punkty MNiSW₂₀₁₉: 40, IF₂₀₁₉: 1,405]

II.4.17. Brodowska-Trębacz M., Guzek D., Józwiak A., Głabska D., Godziszewska J., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Zarodkiewicz M., Gantner M., Wierzbicka A. The effect of high-CO₂ atmosphere in packaging of pork from pigs supplemented with rapeseed oil and antioxidants on oxidation processes. LWT-Food Science and Technology, 2019, 99, 576-582. DOI:10.1016/j.lwt.2018.09.077

[Punkty MNiSW₂₀₁₉: 100, IF₂₀₁₉: 4,006]

II.4.18. Pogorzelska - Nowicka E., Hanula M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Stelmasiak A., Zalewska M., Półtorak A., Wierzbicka A. Packaging in a High O₂ or Air Atmospheres and in Microperforated Films Effects on Quality of Button Mushrooms Stored at Room Temperature. Agriculture (Switzerland), Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2020, 10(10), 1-19. DOI:10.3390/agriculture10100479

[Punkty MNiSW₂₀₁₉: 100, IF₂₀₂₀: 2,925]

II.4.19. Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Zalewska M., Półtorak A., Wierzbicka A. The influence of sage and hemp oil addition to gelatin-based edible coating on the quality features of pork. CyTA-Journal of Food, 2020, 18(1), 719-727. DOI:10.1080/19476337.2020.1836027

[Punkty MNiSW₂₀₁₉: 40, IF₂₀₂₀: 2,255]

II.4.20. Górską-Horczyczak E., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Supplemental linseed oil and antioxidants affect fatty acid composition, oxidation and colour stability of frozen pork. South African Journal of Animal Science, 2020, 50(2), 253-263. DOI:10.4314/sajas.v50i2.8

[Punkty MNiSW₂₀₁₉: 70, IF₂₀₂₀: 1,055]

II.4.21. Onopiuk A., Kołodziejczak K., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A., Półtorak A. Analysis of factors that influence the PAH profile and amount in meat products subjected to thermal processing. Trends in Food Science & Technology, 2021, 115, 366-379, DOI:10.1016/j.tifs.2021.06.043

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 200, IF₂₀₂₁: 16,002]

***II.4.22.** **Wojtasik-Kalinowska I.**, Górską-Horczyczak E., Stelmasiak A., Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Wierzbicka A., Półtorak A. Effect of Temperature and Oxygen Dose During Rendering of Goose Fat to Promote Fatty Acid Profiles. European Journal of Lipid Science and Technology, 2021, 123(12), 1-8. DOI:10.1002/ejlt.202100085

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₁: 3,196]

II.4.23. Hanula M., Pogorzelska-Nowicka E., Pogorzelski G., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A., Półtorak A. Active Packaging of Button Mushrooms with Zeolite and Açai Extract as an Innovative Method of Extending Its Shelf Life. Agriculture (Switzerland), Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2021, 11(7), 1-16. DOI:10.3390/agriculture11070653

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₁: 3,408]

***II.4.24** **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Stelmasiak A., Szpicer A., Holc D., Wierzbicka A., Półtorak A. Geese fillets flavor stability and quality characteristics at different stages of sous-vide cooking. Animal Science Papers and Reports, 2021, 39(4), 419-435.

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₁: 0,967]

II.4.25. Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A. Red grape skin extract and oat β -glucan in shortbread cookies: technological and nutritional evaluation. *European Food Research and Technology*, 2021, 247(8), 1999-2014. DOI:10.1007/s00217-021-03767-1

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 70, IF₂₀₂₁: 3,498]

II.4.26. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Zalewska M., Półtorak A. Application of propolis extract in gelatin coatings as environmentally friendly method for extending the shelf life of pork loin. *Coatings*, 2021, 11(8), 1-14. DOI:10.3390/coatings11080979

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₁:3,236]

II.4.27. Onopiuk A., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A., Półtorak A. Impact of Ozonisation Time and Dose on Health Related and Microbiological Properties of Rapanui Tomatoes. *Agriculture (Switzerland)*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2021, 11(5), 1-16. DOI:10.3390/agriculture11050428

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₁:3,408]

***II.4.28. Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak A. Frozen storage quality and flavor evaluation of ready to eat steamed meat products treated with antioxidants. *CyTA-Journal of Food*, 2021, 19(1), 152-162. DOI:10.1080/19476337.2020.1869103

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 40, IF₂₀₂₁:2,478]

II.4.29. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Stelmasiak A., Wierzbicka A., Półtorak A. Plasma-activated milk powder as a sodium nitrite alternative in pork sausages. *Meat Science*, 2022, 192, 1-10. DOI:10.1016/j.meatsci.2022.108880

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 140, IF₂₀₂₂:7,1]

II.4.30. Onopiuk A., Kołodziejczak K., Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Szpicer A., Stelmasiak A., Półtorak A. Influence of plant extract addition to marinades on polycyclic aromatic hydrocarbon formation in grilled pork meat. *Molecules*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2022, 27(1), 1-18. DOI:10.3390/molecules27010175

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 140, IF₂₀₂₂:4,6]

II.4.31. Onopiuk A., Kołodziejczak K., Szpicer A., Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Stelmasiak A., Półtorak A. The Effect of Partial Substitution of Beef Tallow on Selected Physicochemical Properties, Fatty Acid Profile and PAH Content of Grilled Beef Burgers. *Foods*, 2022, 11(13), 1-18. DOI:10.3390/foods11131986

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₂:5,2]

II.4.32. Przybylski W., Jaworska D., Sot M., Sieczko L., Niemyjski S., Dukaczewska K., **Wojtasik-Kalinowska I.**: Can Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Be Used to Predict Pig's Meat Quality In Vivo. *Applied Sciences-Basel*, 2022, 12(23), 1-10, DOI:10.3390/app122312035

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₂:2,7]

II.4.33. Konieczka P., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A., Kinsner M., Szkopek D., Fotschki B., Juśkiwicz J., Banach J., Michalczyk M. Cannabidiol affects breast meat volatile compounds in chickens subjected to different infection models, *Scientific Reports*. 2022, (12), 1-13. DOI:10.1038/s41598-022-23591-1

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 140, IF₂₀₂₂:4,6]

***II.4.34.** **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Onopiuk A., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak A. The effect of *Solanum lycopersicum* L. extract on quality and flavor stability of ready to eat meat products. *Animal Science Papers and Reports*, 2022, 40, 423-438.

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₂:1,0]

II.4.35. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Stelmasiak A., Wierzbicka A., Półtorak A. Application of atmospheric pressure cold plasma activated plant protein preparations solutions as an alternative curing method for pork sausages. *Meat Science*, 2022, 187, 1-9. DOI:10.1016/j.meatsci.2022.108751

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 140, IF₂₀₂₂:7,1]

II.4.36. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Wierzbicka A., Półtorak A., Stelmasiak A. Green technology for pork loin wet curing—unconventional use of

cow and soy milk treated with non-thermal atmospheric plasma. *Foods*, 2022, 11(16), 1-16. DOI:10.3390/foods11162523

[Punkty MEiN₂₀₂₁: 100, IF₂₀₂₂:5,2]

II.4.37. Napiórkowska A., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Perez M., González H., Kurek M. Microencapsulation of Juniper and Black Pepper Essential Oil Using the Coacervation Method and Its Properties after Freeze-Drying. *Foods, Molecular Diversity Preservation International*, 2023, 12(23), 1-25. DOI:10.3390/foods12234345

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 140, IF₂₀₂₃:5,2]

II.4.38. Piepiórka-Stepuk J., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Sterczyńska M., Mierzejewska S., Stachnik M., Jakubowski M. The effect of heat treatment on bioactive compounds and color of selected pumpkin cultivars. *LWT-Food Science and Technology*, 2023, 175, 1-8. DOI:10.1016/j.lwt.2023.114469

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 100, IF₂₀₂₃:6,0]

II.4.39. Marcinkowska-Lesiak M., Zalewska M., Kazem A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Półtorak A. Production of restructured beef jerky using blood plasma solutions activated by non-thermal atmospheric plasma. *Animal Science Papers and Reports*, 2023, 41(3), 195-218. DOI:10.2478/aspr-2023-0008

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 100, IF₂₀₂₃: 1,0]

***II.4.40. Wojtasik-Kalinowska I.**, Szpicer A., Bińkowska W., Hanula M., Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A. Effect of Processing on Volatile Organic Compounds Formation of Meat—Review. *Applied Sciences-Basel*, 2023, 13, 1-13. DOI:10.3390/app13020705

[Punkty MNiSW₂₀₂₃: 100, IF₂₀₂₃:2,7]

II.4.41. Szpicer A., Bińkowska W., Stelmasiak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A., Półtorak A. Application of computational fluid dynamics simulation in predicting food protein denaturation: numerical studies on selected food products - a review. *Animal Science Papers and Reports*, 2023, 41(4), 307-332, DOI:10.2478/aspr-2023-0014

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 100, IF₂₀₂₃:1,0]

II.4.42. Marcinkowska-Lesiak M., Kazem A., Stelmasiak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A. Physicochemical Characteristics of Pork Liver Pâtés Containing Nonthermal Air Plasma-Treated Egg White as an Alternative Source of Nitrite. *Applied Sciences-Basel*, 2023,13(7), 1-17. DOI:10.3390/app13074464

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 100, IF₂₀₂₃:2,7]

II.4.43. Górka-Horczyczak E., Brodowska-Trębacz M., Hanula M., Pogorzelska-Nowicka E., Wierzbicka A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A. Influence of *Nigella sativa* L. Oil Addition on Physicochemical and Sensory Properties of Freezer-Stored Ground Pork for Pâté, *Applied Sciences-Basel*, 2023, 13(23), 1-15. DOI:10.3390/app132312550

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 100, IF₂₀₂₃:2,7]

II.4.44. Szpicer A., Bińkowska W., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Salih S., Półtorak A. Application of computational fluid dynamics simulations in food industry. *European Food Research and Technology*, 2023, 249(6), 1411-1430, DOI:10.1007/s00217-023-04231-y

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 70, IF₂₀₂₃:3,3]

II.4.45. Szpicer A., Bińkowska W., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A. Prediction of protein denaturation and weight loss in pork loin (muscle *Longissimus dorsi*) using computational fluid dynamics. *European Food Research and Technology*, 2023, 249(12), 3055-3068. DOI:10.1007/s00217-023-04348-0

[Punkty MEiN₂₀₂₃: 70, IF₂₀₂₃:3,3]

II.4.46. Bińkowska W., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A. Innovative Methods of Encapsulation and Enrichment of Cereal-Based Pasta Products with Biofunctional Compounds. *Applied Sciences-Basel*, 2024, 14(4), 1-22. DOI:10.3390/app14041442

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 100, IF₂₀₂₄:2,7]

***II.4.47.** **Wojtasik-Kalinowska I.**, Farmer L., Hagan T., Gordon A., Polkinghorne R., Pogorzelski G., Wierzbicka A., Półtorak A. The Influence of Cooking Methods and Muscle on

Beef Aroma Profile and Consumer Satisfaction: Insights from Volatile Compound Analysis. *Applied Sciences-Basel*, 2024, 14(11), 1-19. DOI:10.3390/app14114477

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 100, IF₂₀₂₄:2,7]

II.4.48. Szpicer A., Bińkowska W., Stelmasiak A., Zalewska M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Piwowarski K., Półtorak A. Innovative Implementation of Computational Fluid Dynamics in Proteins Denaturation Process Prediction in Goose Breast Meat and Heat Treatment Processes Optimization. *Applied Sciences-Basel*, 2024, 14(13), 1-22. DOI:10.3390/app14135567

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 100, IF₂₀₂₄:2,5]

II.4.49. Michalczuk M., Abramowicz-Pindor P., Urban J., Bień D., Ciborowska P., Matuszewski A., Zalewska A., Opacka E., **Wojtasik-Kalinowska I.** The effects of phytogenic additive in broilers diet on production results, physicochemical parameters, and the composition of volatile organic compounds of broiler meat assessed by an electronic nose system. *Animals*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2024, 14(16), 1-13. DOI:10.3390/ani14162428

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 100, IF₂₀₂₄:2,7]

II.4.50. Szpicer A., Bińkowska W., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Stelmasiak A., Półtorak A. Hybrid method for predicting protein denaturation and docosahexaenoic acid decomposition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using computational fluid dynamics and response surface methodology. *European Food Research and Technology*, 2024, 250, 1163–1176. DOI:10.1007/s00217-023-04453-0

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 70, IF₂₀₂₄:3,0]

II.4.51. Bińkowska W., Szpicer A., Stelmasiak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A. Innovative application of microencapsulated polyphenols in cereal products: Optimization of the formulation of dairy- and gluten-free pastry. *Journal of Food Process Engineering*, 2024, 47(7), 1-15. DOI:10.1111/jfpe.14685

[Punkty MNiSW₂₀₂₄: 100, IF₂₀₂₄:2,7]

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

II.5.1. Złoty medal na wystawie innowacji i patentów w „Bangkok International Intellectual Property, Invention, Innovation and Technology Exposition” (IPITEX za innowację „Technology of Production of Culinary Ostrich meat with Enhanced Nutritional and Health – Promoting Properties”, 2-6.02.2016, Bangkok, Tajlandia.

II.5.2. Złoty medal na wystawie innowacji i patentów w „The World Exhibition on Inventions, Research and New Technologies”; Eureka za innowację „Use of three-layer foil and modified atmosphere for packing ostrich meat products”, 13.05.2016, Barcelona, Hiszpania.

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

Nie dotyczy

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

Aktywnie współtworzyłam 48 doniesień konferencyjnych, z czego na konferencji zagranicznej otrzymałam nagrodę za poster.

Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktoraKonferencje Międzynarodowe

II.7.1. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Górską-Horczyczak E., Brodowska M., Wierzbicka A.: Volatile compounds and fatty acid profiles of raw pork meat from animals fed with bioactive compounds. 28th EFFoST Conference | 7th Food Factory for the Future Conference – Szwecja, 25 - 28.11.2014. (poster);

II.7.2. Wojtasik-Kalinowska I., Guzek D., Brodowska M., Górską-Horczyczak E., Godziszewska J., Pogorzelska E., Sakowska A., Wierzbicka A.: Volatile compounds and fatty acids profile in pork meat from pigs fed diet enriched with bioactive compounds (Biologically Active Compounds in Food, Łódź, 15-16.10.2015. (poster);

II.7.3. Wojtasik-Kalinowska I., Górską-Horczyczak E., Guzek D., Brodowska M., Godziszewska J., Pogorzelska E., Sakowska A., Wierzbicka A. The impact of dietary forage type on the change of neck pork volatile compounds profile during storage Biologically Active Compounds in Food, Łódź, 15-16.10.2015. (**poster**);

II.7.4. Pogorzelska E., Brodowska M, Godziszewska J., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Sakowska A., Górską-Horczyczak E., Guzek D., Wierzbicka A. Effect of vitamin E, selenium and PUFA-rich oils supplementation of pigs on colour and relative content of myoglobin forms in *Semimembranosus* m. Biologically Active Compounds in Food, Łódź, 15-16.10.2015. (**poster, współautor**);

II.7.5. Pogorzelska E., Sakowska A., Brodowska M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Godziszewska J., Górską-Horczyczak E., Guzek D., Wierzbicka A. The impact of linseed oil, vitamin E and Selenium addition to feed for pigs on quality of raw pork neck. Biologically Active Compounds in Food, Łódź, 15-16.10.2015. (**poster, współautor**);

II.7.6. Brodowska M., Godziszewska J., Pogorzelska E., Sakowska A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Górską-Horczyczak E., Guzek D., Wierzbicka A. Influence of supplementation of pig fodder in bioactive compounds on oxidation process of pork meat Biologically Active Compounds in Food, Łódź, 15-16.10.2015. (**poster, współautor**);

II.7.7. Brodowska M., Guzek D., Godziszewska J., Pogorzelska E., Sakowska A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Górską-Horczyczak E., Wierzbicka A. The effect of diet on oxidation and profile of volatile compounds of pork after freezing storage. Biologically Active Compounds in Food, Łódź, 15-16.10.2015. (**poster, współautor**);

II.7.8. Wojtasik-Kalinowska I., Farmer L.: Volatile compounds and consumer sensory scores of beef steaks from different cooking techniques and different type of muscles. 4th Nursten Postgraduate Flavour Symposium, Reeding, 11-12.04.2016. (**doniesienie ustne**);

II.7.9. Wojtasik-Kalinowska I., Farmer L.J., Polkinghorne R., Hagan T., Półtorak A., Wierzbicka A. Role of cooking method on marker compounds in cooked beef. 63rd International Congress of Meat Science and Technology, 13-18.08.2017, Cork, Irlandia. (**poster**).

Konferencje krajowe

- II.7.10.** Udział w Konferencji pt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnianiu jakości i bezpieczeństwa żywności, SGGW, Warszawa. Szósta Konferencja Naukowa z cyklu: Jakość i bezpieczeństwo żywności. Warszawa, 6-7, 12. 2007. **(poster)**;
- II.7.11.** Udział w Konferencji pt. „Wsparcie rozwoju inicjatywy klastrowej na obszarze woj. warmińsko-mazurskiego w branży produkcji mięsa wołowego w celu podniesienia innowacyjności przedsiębiorstw, wymiany wiedzy i technologii oraz podnoszenia ich konkurencyjności”. Olsztyn, 12.12.2007. **(poster)**;
- II.7.12.** Udział w X Sympozjum z cyklu Pierwiastki śladowe w środowisku. Mielno / Koszalin, 11-14.05.2008. **(poster)**;
- II.7.13.** Udział w I Sympozjum Inżynierii Żywności Organizowane z okazji XXX-lecia powołania specjalizacji Inżynieria Żywności na Wydziale Technologii Żywności SGGW. Warszaw, 4-6.06. 2008. **(poster)**;
- II.7.14.** Udział w XIV Meeting nt.: „Toxicology & Environmental Heath” Warszawa, 18-19.05. 2009. **(poster)**;
- II.7.15.** Udział w Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią „od Widelca do zagrody””. Stare Jabłonki, 25-26.03.2010. **(poster)**;
- II.7.16.** Udział w XV KNT Budowa i Eksploatacja Maszyn Przemysłu Spożywczego BEMS 2012. Kołobrzeg, 5-8.09, 2012. **(poster)**;
- II.7.17.** Udział w IV Konferencji Naukowej, Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego. Rogów, 7-9, 11, 2012. **(poster)**;
- II.7.18.** Udział w Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej, „BIOŻYWNOSĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego”. Poznań, 25.09.2013. **(poster)**;
- II.7.19.** **Wojtasik-Kalinowska I., Konarska M., Sakowska A.** Elektroniczny nos wykorzystujący technologię ultraszybką chromatografię gazową jako narzędzie do określania profilu związków lotnych w mięsie. II Ogólnopolskie Spotkanie Młodych Technologów Żywności „Żywność, surowce, technologia, dystrybucja”. Warszawa, 25-26.04.2014. **(poster)**;

II.7.20. Udział w Konferencji naukowej „Innowacyjne linie produktów spożywczych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego o właściwościach prozdrowotnych – oferta dla przemysłu” POLAGRAFOOD 2014. Poznań, 29.09.2014. (**poster**);

II.7.21. Udział w XXIV Konferencji Naukowej „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie” Zakopane 06-10.02.2017. (**doniesienie ustne**);

II.7.22. Onopiuk A., Półtorak A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Moczowska M., Szpicer A. Wpływ ozonowania na właściwości prozdrowotne owoców maliny *Rubus idaeus*. XXIV Konferencja naukowa „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie”, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Zakopane 6-10 luty 2017. (**doniesienie ustne**, współautor);

II.7.23. **Wojtasik-Kalinowska I.**, Moczowska M., Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A., Wierzbicka A. Wykorzystanie elektronicznego nosa do instrumentalnej oceny świeżości mięsa mielonego. XXIV Konferencja naukowa „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie”, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Zakopane 6-10 luty 2017. (**doniesienie ustne**);

II.7.24. Półtorak A., Szpicer A., Moczowska M., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Wierzbicka A. Ocena stabilności oksydacyjnej produktów ciastkarskich z wykorzystaniem różnicowej kolorymetrii skaningowej. XXIV Konferencja naukowa „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie”, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Zakopane 6-10 luty 2017. (**doniesienie ustne**, współautor).

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora

Konferencje Międzynarodowe

II.7.25. **Wojtasik-Kalinowska, I.**, Szpicer, A., Onopiuk, A., Marcinkowska-Lesiak, M., Półtorak, A., Wierzbicka, A. Modelling the structure of yoghurts containing oat β -glucan, 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 7-9.11.2018. Praga, Czechy. (**poster – uzyskanie nagrody**); (**Załącznik nr 7.1**)

II.7.26. Onopiuk, A., Półtorak, A., Szpicer, A., Marcinkowska-Lesiak, M., **Wojtasik-Kalinowska, I.**, Wierzbicka, A. The influence of polysaccharides edible coatings on the physical and chemical properties of strawberry fruits, 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 7-9.11.2018. Praga, Czechy. (**poster**, współautor);

- II.7.27.** Szpicer, A., Onopiuk, A., **Wojtasik-Kalinowska, I.**, Marcinkowska-Lesiak, M., Półtorak, A., Wierzbicka, A. (2018). Use of polysaccharides in production low-fat meat products, 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 7-9.11.2018. Praga, Czechy. (poster, współautor);
- II.7.28.** Marcinkowska-Lesiak, M., **Wojtasik-Kalinowska, I.**, Onopiuk, A., Szpicer, A., Półtorak, A., Wierzbicka, A. Application of hydrogen peroxide oxidation in production of starch-based films. 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, 7-9.11.2018. Praga, Czechy. (poster, współautor);
- II.7.29.** Półtorak, A., Marcinkowska-Lesiak, M., Szpicer, A., Onopiuk, A., **Wojtasik-Kalinowska, I.**, Wierzbicka, A. Volatile compounds profile of white bread with an addition of chosen glycoside hydrolases as improvers. 14th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience, 7-9.11.2018. Praga, Czechy. (poster, współautor);
- II.7.30.** **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Onopiuk A., Orłowski M., Wierzbicka A., Półtorak A. Rheological properties and flavour evaluation of low fat yoghurts. 16th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 4-6.11.2020, Praga, Czechy. (doniesienie ustne);
- II.7.31.** Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Wierzbicka A., Półtorak A. Modelling of volatile compounds and fatty acids profiles using polysaccharides and vegetable oils in functional food products. 16th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 4-6.11.2020, Praga, Czechy. (doniesienie ustne, współautor);
- II.7.32.** Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A., Wierzbicka A. The influence of cellulase preparation on the quality of yeast muffin made from whole grain wheat flour. 16th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 4-6.11.2020, Praga, Czechy. (doniesienie ustne, współautor);
- II.7.33.** Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Wierzbicka A., Półtorak A. Stabilization of the physical properties of berry fruits using of polysaccharide edible coatings 16th. International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 4-6.11.2020, Praga, Czechy. (doniesienie ustne, współautor);

- II.7.34. Wojtasik-Kalinowska I.,** Stelmasiak A., Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Półtorak A. Współautor prezentacji pt.: Analysis of selected physicochemical parameters in goose meat treated to low temperature heat treatment. Webinar Conference on Food Science & Nutrition. 27-28.01.2021. (**doniesienie ustne**, współautor);
- II.7.35.** Szpicer A., Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Marcinkowska-Lesiak M., Wierzbicka A., Półtorak A.: Improving the nutritional and technological properties of food products through the use of oat beta-glucan and rapeseed oil as health-promoting ingredients in the meat industry. Webinar Conference on Food Science & Nutrition. 27-28.01.2021. (**doniesienie ustne**, współautor);
- II.7.36.** Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A. Quality of pork loin during storage affected by gelatin edible coatings enriched with propolis extract. Webinar Conference on Food Science & Nutrition. 27-28.01.2021. (**doniesienie ustne**, współautor);
- II.7.37.** Onopiuk A., Kołodziejczak K., Szpicer A., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A. Analysis of the profile of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat by traditional method. Webinar Conference on Food Science & Nutrition. 27-28.01.2021. (**doniesienie ustne**, współautor);
- II.7.38. Wojtasik-Kalinowska I.,** Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Petri D., Półtorak A. Modeling the consistency of curd cheese using enzymes from the transferase class. 17th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 11-12.11.2021, Praga, Czechy. (**doniesienie ustne, uzyskanie nagrody**) (**Załącznik nr 7.35**);
- II.7.39.** Onopiuk A., Kołodziejczak K., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Półtorak A. The use of edible coatings based on chitosan and pullulan to extend the shelf life of apples. 17th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 11-12.11.2021, Praga, Czechy. (**doniesienie ustne**, współautor);
- II.7.40.** Szpicer, A. Onopiuk A., **Wojtasik-Kalinowska I.,** Marcinkowska-Lesiak M., Wierzbicka A., Półtorak A. The use of polysaccharides and polyphenols in modeling the physicochemical parameters of innovative pro-health biscuits. 17th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 11-12.11.2021, Praga, Czechy. (**doniesienie ustne**, współautor);

II.7.41. Marcinkowska-Lesiak M., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Szpicer A., Półtorak A. Effect of oxidized starch-based coatings on quality of stored strawberries. 17th International Conference on Polysaccharides-Glycoscience. 11-12.11.2021, Praga, Czechy. (**doniesienie ustne**, współautor);

II.7.42. **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Pogorzelski G., Bandziewicz M., Wierzbicka A., Półtorak A. Effect of enzymes from the protease class on the rendering efficiency of a selected type of animal fat. Challenges in food flavour and volatile compounds analysis. Conference. 22-23.09.2022, Poznań. (**poster**) (**Załącznik nr 7.15**);

II.7.43. Konieczka P., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Kinsner M., Szkopek D., Banach J., Michalczyk M. Cannabidiol mediate association between caeca bacterial activity and breast meat volatile compounds in chickens. 2nd International Scientific Conference Livestock Production: Recent Trends and Future Prospects. 6.11.2022, Kaunas, Litwa, 1 (**poster**, współautor);

II.7.44. Ciborowska P., Abramowicz-Pindor P.A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A., Bień D., Matuszewski A., Urban J., Zalewska A., Chodkowska K., Michalczyk M. The effect of phytobiotic (PBC - AdiCox® AP, AdiFeed, Poland) addition to a diet on the quality of breast and thigh muscles of broiler chickens. XIXth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XXVth European Symposium on the Quality of Poultry Meat. 7-9.09.2023, Kraków. (**doniesienie ustne**, współautor);

II.7.45. Szpicer A., Bińkowska W., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Stelmasiak A., Salih S.M., Półtorak A. The nutritional and technological aspects of Beta-glucans: A scientific Review. 5th International Congrence on Biomedical and Health Science, in collaboration with Warsaw University of Life Sciences and University of Babylon – College of Medicine, Cihan University-Erbil, Kurdistan Region – Iraq, March 6th-7th, 2024.

Konferencje Krajowe

II.7.46. Półtorak A., Szpicer A., Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., **Kalinowska-Wojtasik I.**, Wierzbicka A. Analiza możliwości wykorzystania różnicowej kolorymetrii skaningowej do oceny stabilności oksydacyjnej produktów rolnych. XXV Jubileuszowa

Konferencja Naukowa z cyklu „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie”. 05-09.02.2018, Zakopane. (**doniesienie ustne**, współautor);

II.7.47. Wojtasik-Kalinowska I., Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., Stelmasiak A., Szpicer A., Wierzbička A., Półtorak A. Wpływ parametrów niskotemperaturowej obróbki cieplnej na wybrane cechy jakościowe produktu finalnego. Konferencja naukowa „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie” organizowana przez Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, 7-10.02.2022, Zakopane. (**doniesienie ustne**);

II.7.48. Onopiuk A., Kołodziejczak K., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Marcinkowska-Lesiak M., Wierzbička A., Półtorak A. Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w żywności metodą HPLC/DAD/FLD i SPE. Konferencja naukowa „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie” organizowana przez Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, 7-10.02.2022, Zakopane. (**doniesienie ustne**, współautor).

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

II.8.1. Udział w organizacji XIV Spotkania Naukowego „Toxicology and Environmental Health”, 18-19.05.2009, Warszawa (funkcja organizacyjna);

II.8.2. Udział w organizacji Międzynarodowej Konferencji Jubileuszowej – „Nauka o Żywieniu Człowieka - osiągnięcia i wyzwania”, 28-29.06.2013, Warszawa (funkcja organizacyjna) (**Załącznik 7.41**);

II.8.3. Udział w Komitecie Organizacyjnym Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej – „BIOŻYWNOSĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego”. 25.09.2013, Poznań (funkcja organizacyjna) (**Załącznik nr 7.42**);

II.8.4. Udział w organizacji Konferencji „Nasza oferta- Twoja decyzja”. Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW 26.02.2015, Warszawa (funkcja organizacyjna); (**Załącznik nr 7.5**);

II.8.5. Udział w organizacji III Zjazdu Absolwentów Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW, 13.06.2015 (funkcja organizacyjna) (**Załącznik nr 7.43**);

II.8.6. Udział w organizacji Jubileuszu 20-lecia Wszechnicy Żywnościowej, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW, 4.12.2014 (funkcja organizacyjna) (**Załącznik 7.44**).

II.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

II.9.1. Starszy specjalista ds. B+R Projektu badawczo-rozwojowego POIR.01.01.01-00-1066/19 pt. „Innowacyjne funkcjonalne tłuszcze spożywcze o podwyższonej wartości odżywczej, prozdrowotnej i technologicznej w systemie: „spray-off” oraz „friendly use” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, finansowany przez **Narodowe Centrum Badań i Rozwoju**. Lata realizacji: 2020-2022 (**Załącznik 7.45**).

II.9.2. Wykonawca w Projekcie pt. „Bioaktywność kannabidiolu i nano-selenu w utrzymaniu potencjału immunologicznego oraz integralności przewodu pokarmowego u kurcząt” (nr umowy 2018/29/B/NZ9/01351), konkurs OPUS, finansowany przez **Narodowe Centrum Nauki**. Rok uczestnictwa: 2022 (**Załącznik nr 7.46**).

II.9.3. Kierowanie podzadaniem (stworzenie zespołu i nadzór nad opracowaniem materiałów dydaktycznych) w zadaniu pt. „Przeprowadzenie badań naukowych z zakresu żywienia dzieci i młodzieży oraz opracowanie i wdrożenie programu edukacji żywieniowej uczniów klas I-VI szkół podstawowych. Akronim: *Junior Edu Żywienie (JEŻ)*”, którego wykonawcą na podstawie umowy z **Ministerstwem Edukacji i Nauki** nr MEiN/2022/DPI/96 z dnia 7 marca 2022 było SGGW, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka przy współpracy z Narodowym Instytutem Zdrowia Publicznego. Rok uczestnictwa: 2022 (**Załącznik nr 7.47**).

II.9.4. Wykonawca w zadaniu badawczym pt. „Badania wpływu zmian sposobów procesu żywienia drobiu, na jakość surowca drobiowego, badania jakości prozdrowotnej oraz występowania białek alergennych dostarczonego surowca drobiowego”. Zadanie badawcze realizowane jest w ramach **Projektu badawczo-rozwojowego** POIR.01.01.01-00-0130/18 „Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania wygodnych wyrobów drobiowych w warstwie chrupkiej otoczki o kontrolowanej alergenicności” Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 działanie 1.1 oparte na współpracy z Zakładem Mięsnym „Wierzejki” J.M. Zdanowscy Spółka Jawna, finansowany przez **Narodowe Centrum Badań i Rozwoju**. Lata realizacji: 2019-2020.

II.9.5. Udział w projekcie pt. „Projektowanie Żywności – studia dualne II stopnia” w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020 współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach osi priorytetowej III. Szkolnictwo Wyższe dla

gospodarki i rozwoju, Działanie nr 3.1 Kompetencje w szkolnictwie wyższym (nr umowy POWR.03.01.00-00-DU61/18). Lata realizacji: 2019-2020 (**Załącznik nr 7.48**).

II.9.6. Wykonawca w projekcie pt. „System identyfikacji i oznaczeń markerów świeżości i jakości prozdrowotnej produktów żywnościowych. Decyzja nr 32/E-385/SPUB/SP/2019, **Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego**. Rok uczestnictwa: 2019.

II.9.7. Wykonawca w projekcie „Sukces z natury – kompleksowy program podniesienia jakości zarządzania procesem kształcenia i jakości nauczania Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie” (nr umowy POWR.03.05.00-00-Z033/17). Rok uczestnictwa: 2019.

II.9.8. Kierownik działania naukowego Miniatura 2 pt.: „Analiza mechanizmu kształtowania profilu związków lotnych w mięsie poddanym niskotemperaturowej obróbce cieplnej (*sous-vide*)” finansowanego przez **Narodowe Centrum Nauki**. Lata realizacji: 2018-2019 (**Załącznik nr 7.49**).

II.9.9. Udział w Projekcie „Wzmocnienie mocy marketingowych w sektorze wołowiny poprzez dobrowolne standardy rozbioru, bezpieczeństwa i higieny część II”. Uczestnictwo w pracach zespołów ekspertów ds. standaryzacji elementów handlowych mięsa wołowego realizowanym poprzez **Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego**. Rok uczestnictwa: 2017 (**Załącznik nr 7.50**).

II.9.10. Wykonawca w ramach Projektu pt. „Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce, zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody” (ProOptiBeef) współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach **Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka**. Projekt Realizowany przez Konsorcjum Naukowo-Przemysłowe, w składzie: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie - Lider, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie oraz Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego (nr umowy UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-14). Czas realizacji projektu 2009-2015, lata mojego udziału: 2013-2014. (**Załącznik nr 7.51**).

II.9.11. Wykonawca w ramach Projektu pt. „BIOŻYWNOŚĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego” był realizowany przez Konsorcjum Naukowo-Przemysłowe utworzone przez Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN (Koordynator Projektu), Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie oraz partnerów naukowych i przemysłowych w latach 2009 – 2014 (nr umowy POIG.01.01.02.14-090/090). Projekt „BIOŻYWNOŚĆ” był współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego

Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach **Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka**. Czas realizacji projektu 2010-2015, lata mojego udziału: 2013-2014 (**Załącznik nr 7.52**).

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

II.10.1. Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, oddział Warszawski. Lata: 2016

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

II.11.1. Zagraniczny staż naukowy w Agri-Food and Biosciences Institute, Belfast, Irlandia Północna. Środki pozyskane z Własnego Funduszu Stypendialnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Prowadzenie analiz w laboratorium analiz związków lotnych. Czas trwania stażu 3 miesiące, od 1.03.2016 do 31.05.2016. Opiekun naukowy stażu: dr Linda Farmer (**Załącznik 7.53**).

II.11.2. Zagraniczny staż w ramach programu Leonardo Da Vinci w firmie Sartorius AG, Göttingen, Niemcy. Prowadzenie analiz w zakresie chromatografii jonowymiennej i cieczowej. Czas trwania stażu 9 miesięcy, 23.09.2005 do 30.06.2006. Opiekun naukowy stażu: dr René Fáber (**Załącznik nr 7.54**).

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

Funkcja redaktora pomocniczego („*Guest Editor*”) wydania specjalnego „Coacervation of Double Emulsions with Anthocyanins Using Plant-Based Proteins” w czasopiśmie *Plants-MDPI*. Rok: 2024.

Funkcja redaktora pomocniczego („*Guest Editor*”) wydania specjalnego „Advances in Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulations and Their Applications in the Food Industry” w czasopiśmie *Applied Science-MDPI*. Rok: 2024.

Funkcja redaktora pomocniczego („*Guest Editor*”) wydania specjalnego „Sustainable Innovations in Food Production, Packaging and Storage” w czasopiśmie Applied Science-MDPI. Rok: 2024.

Funkcja redaktora pomocniczego („*Guest Editor*”) wydania specjalnego „Processing, Preservation, and Quality Evaluation for Meat and Meat Products” w czasopiśmie Applied Science-MDPI. Lata: 2023 – 2024.

Funkcja redaktora języka angielskiego recenzowanego czasopisma naukowego Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego Kwartalnik Naukowo-Techniczny, Polish Journal of Food Engineering_ISSN 2084-9494_e-ISSN 2300-2018. Lata: 2011 – 2017.

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

Wykonałam 41 recenzje artykułów naukowych w 20 czasopismach (Tabela 1).

Tabela 1. Wykaz recenzji prac naukowych.

Nr	Nazwa czasopisma	Suma	2020	2021	2022	2023	2024
1	Agriculture	2			1	1	
2	Annals of Agricultural and Environmental Medicine	1					1
3	Antioxidants	2			2		
4	Applied Science	2			2		
5	Chemistry	1					1
6	Coatings	1			1		
7	European Food Research and Technology	1					1
8	Foods	16	2	1	5	6	2
9	Gastronomy	1				1	
10	International Journal of Food Engineering	1	1				
11	Journal of Food Processing and Preservation	1		1			
12	Journal of Food Processing Engineering	1		1			
13	Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering	1				1	
14	Molecules	2			1		1
15	Nutrients	1			1		
16	Plants	3			1	2	
17	Scientific Reports	1				1	

18	Sustainability	1			1		
19	Toxins	1			1		
20	Veterinary Medicine and Science	1	1				
	Suma	41					

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

II.14.1. Udział w europejskim programie Leonardo Da Vinci, europejska sieć inkubatorów przedsiębiorczości. Lata: 2005-2006.

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

II.15.1. Uczestnik zespołu ekspertów ds. standaryzacji elementów handlowych mięsa wołowego realizowanego przez Polskie Zrzeszenie Producentów Bydła Mięsnego. Projekt finansowany z Funduszu Promocji Mięsa Wołowego. Lata realizacji: 2017. (**Załącznik nr 7.50**).

II.15.2. Zadanie badawcze w ramach wewnętrznego trybu konkursowego SGGW dla młodego pracownika nauki pt. „Wpływ procesów produkcji i wybranych rodzajów obróbki cieplnej na profil związków lotnych w mięsie”. **Kierownik zadania.** Lata realizacji: 2015.

II.16. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny

II.16.1. Ekspert do wydania opinii w ramach oceny operacji realizowanych w ramach działania M16 Współpraca objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020, prowadzoną przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. W latach 2020-2021 wydałam 7 opinii eksperckich oceniających projekty. (**Załącznik nr 7.55**).

II.16.1. Ekspert w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju. Udzielone dwie oceny dotyczące: opinii merytorycznej raportu końcowego z realizacji projektu nr POIR.01.01.01-00-2129/20 (01.2014) oraz opinii merytorycznej raportu okresowego projektu nr POIR.01.01.01-00-2183/20 (04.2023).

III. WSPÓŁPRA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM

III.1. Wykaz dorobku technologicznego

Brak

III.2. Współpraca z sektorem gospodarczym

Odbyłam 2-miesięczny wolontariat w firmie Danone, gdzie pracowałam w laboratorium mikrobiologicznym. Po zakończeniu wolontariatu zostałam zatrudniona na okres 1-miesiąca w celu wdrażania pilotażowego projektu, gdzie moim zadaniem było utworzenie anglojęzycznej, elektronicznej bazy danych dla dokumentów jakościowych. Dzięki temu zapoznałam się z zagadnieniami z zakresu alergenów, bezpieczeństwa produktu oraz organizmów genetycznie modyfikowanych. W ramach mojej współpracy z sektorem gospodarczym odbyłam dwa staże przemysłowe. Pierwszy w ramach projektu, w którym brałam udział – „BIOŻYWNOŚĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego” w Zakładach Mięsnych „OLEWNIK-BIS” Sp. z o.o., Drobin w okresie od 2.07.2012 do 30.09.2012.

Brałam udział w dwóch Projektach pozyskanych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014-2020:

- „Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania wygodnych wyrobów drobiowych w warstwie chrupkiej otoczki o kontrolowanej alergenicności” POIR.01.01.01-00-0130/18. **Wykonawca** w zadaniu badawczym pt. „Badania wpływu zmian sposobów procesu żywienia drobiu, na jakość surowca drobiowego- badania, jakości prozdrowotnej oraz występowania białek alergennych dostarczonego surowca drobiowego”;
- „Innowacyjne funkcjonalne tłuszcze spożywcze o podwyższonej wartości odżywczej, prozdrowotnej i technologicznej w systemie: „spray-off” oraz „friendly use” POIR.01.01.01-00-1066/19. W ramach projektu w latach 2020-2023 zatrudniona byłam przez Zakładem Mięsnym „Wierzejki” J.M. Zdanowscy Spółka Jawna na stanowisku **starszy specjalista ds. badań i rozwoju**.

Efekty współpracy były m.in. prezentowane przeze mnie wyniki badań na Konferencji:

- Challenges in food flavour and volatile compounds analysis Conference. **Wojtasik-Kalinowska I.**, Onopiuk A., Marcinkowska-Lesiak M., Szpicer A., Pogorzelski G., Bandzierewicz M., Wierzbicka A., Półtorak A. Effect of enzymes from the protease

class on the rendering efficiency of a selected type of animal fat. 22-23.09.2022, Poznań. (poster).

Współpracowałam z firmą AdiFeed Sp. z o.o. w ramach zadania badawczego, którego celem było zbadanie wpływu fitogenicznego dodatku paszowego (PA) w diecie kurcząt brojlerów na parametry produkcyjne, fizykochemiczne oraz profil lotnych związków organicznych obecnych w mięsie kurcząt. Eksperyment przeprowadzono w komercyjnym kurniku, gdzie brojlery Ross 308 podzielono na dwie grupy, każda licząca 65 000 ptaków. Jedna z grup była karmiona paszą wzbogaconą w 100 ppm dodatku PA przez cały okres chowu. Oceniono podstawowy skład chemiczny mięsa oraz jego parametry fizykochemiczne. Przeprowadzono wizualną ocenę mięśni piersiowych pod kątem defektów, a profil lotnych związków organicznych analizowano za pomocą systemu elektronicznego nosa. Efektem tej współpracy była publikacja wyników oraz udział w konferencji branżowej:

- Michalczuk M., Abramowicz-Pindor P., Urban J., Bień D., Ciborowska P., Matuszewski A., Zalewska A., Opacka E., **Wojtasik-Kalinowska I.** The effects of phytogenic additive in broilers diet on production results, physicochemical parameters, and the composition of volatile organic compounds of broiler meat assessed by an electronic nose system. *Animals*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2024, 14(16), 1-13. DOI:10.3390/ani14162428;
- Ciborowska P., Abramowicz-Pindor P.A., **Wojtasik-Kalinowska I.**, Półtorak A., Bień D., Matuszewski A., Urban J., Zalewska A., Chodkowska K., Michalczuk M.: The effect of phytobiotic (PBC - AdiCox® AP, AdiFeed, Poland) addition to a diet on the quality of breast and thigh muscles of broiler chickens. XIXth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XXVth European Symposium on the Quality of Poultry Meat. 7-9.09.2023, Kraków. (**doniesienie ustne**, współautor).

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

III.3.1. Współtwórca patentu na wynalazek pt. „Sposób wytwarzania suszonej wołowiny i suszona wołowina, zwłaszcza dla osób aktywnych fizycznie”. P.232487. Udzielenie patentu: 01.02.2019.

III.3.2. Współtwórca patent na wynalazek pt. „Sposób pozyskania kulinarnego mięsa strusia”. P.230222. Udzielenie patentu: 31.10.2018.

III.3.3. Współtwórca patent na wynalazek pt. „Zastosowanie folii trójwarstwowej i modyfikowanej atmosfery do pakowania prozdrowotnych wyrobów z mięsa strusiego”. P.232495. Udzielenie patentu: 01.02.2019.

III.4. Wykaz wdrożonych technologii

Brak

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

III.5.1. W latach 2020-2021 wydałam 7 opinii eksperckich w ramach naboru wniosków o przyznanie pomocy dotyczących działania M16 Współpraca objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020, prowadzoną przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

III.6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych

Brak

III.7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi

Nie dotyczy

IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

1. Impact Factor (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).
2. Liczba cytowań publikacji wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań.
3. Indeks Hirscha.
4. Informacja o liczbie punktów MNiSW

Szczegółowe dane naukometryczne przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Dane naukometryczne obejmujące punkty IV.1 – IV.4

DANE BIBLIOMETRYCZNE*	LICZBA PUBLIKACJI			IF SUMA	PUNKTY MNIŚW/MEiN SUMA
	Przed doktoratem	Po doktoracie	Ogółem		
1. Publikacje naukowe znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	14	37	51	159,772	4000
2. Publikacje naukowe nie znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	11	1	12	-	206
3. Rozdziały w recenzowanych monografiach	1	11	12	-	90
PATENTY					
4. Patenty	-	3	3	-	225
Łącznie pozycje 1-4 Dorobek ogółem	26	52	78	159,772	4521
DONIESIENIA KONFERENCYJNE					
5. Międzynarodowe	9	21	30	-	-
6. Krajowe	15	3	18	-	-
CYTOWANIA (na dzień 21.10.2024)					
Liczba cytowań według bazy Web of Science (WoS)	Cytowania ogółem		Bez autocytowań		
	531		442		
Liczba cytowań według bazy Scopus	Cytowania ogółem		Bez autocytowań		
	610		520		
Indeks Hircha według bazy Web of Science (WoS)			13		
Indeks Hircha według bazy Scopus			14		

(podpis wnioskodawcy)

*Przygotowano na podstawie Analizy bibliometrycznej Biblioteki Głównej SGGW (Załącznik nr 7.56.). Impact Factor (IF) podano według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania. Punkty MNIŚW podano zgodnie z komunikatami Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (kolejno: z dnia 31 lipca 2019 r. i 18 grudnia 2019r. komunikat Ministerstwa Edukacji i Nauki; z dnia 1 grudnia 2021r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zasady obowiązujące za lata 2019-2021; z dnia 17 lipca 2023 w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych; z dnia 03 listopada 2023 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych; z dnia 5 stycznia 2024 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, zgodnie z rokiem opublikowania.