

**Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**  
**Instytut Nauk o Żywności**

**Dr inż. Sabina Galus**

Załącznik 3 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego  
w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności

**Autoreferat**

Badanie wpływu substancji hydrofobowych na właściwości  
fizyczne jadalnych folii białkowych

Warszawa 2021



**Spis treści**

1. Imię i nazwisko .....	5
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej .....	5
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.....	5
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.....	6
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.....	6
4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego.....	6
4.3. Omówienie celu naukowego publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego o osiągniętych wynikach wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	9
4.3.1. Wstęp .....	9
4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia .....	11
4.3.3. Metody badawcze .....	12
4.3.4. Omówienie wyników badań .....	12
4.3.4.1. Zastosowanie jadalnych folii i powłok emulsyjnych do żywności.....	12
4.3.4.1.1. Wpływ dodatku i stężenia oleju migdałowego i z orzechów włoskich na właściwości fizyczne folii serwatkowych.....	14
4.3.4.1.2. Wpływ dodatku i stężenia oleju rzepakowego na właściwości fizyczne folii serwatkowych.....	16
4.3.4.1.3. Wpływ dodatku i stężenia oleju rzepakowego na właściwości funkcjonalne folii sojowych.....	17
4.3.4.1.4. Wpływ dodatku i stężenia wosku candelilla i carnauba na właściwości funkcjonalne folii kazeinowych.....	18
4.3.4.2. Podsumowanie.....	20
4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych.....	24
4.4.1. Charakterystyka i badanie właściwości użytkowych jadalnych folii biopolimerowych .....	24
4.4.2. Charakterystyka i zastosowanie powłok i folii jadalnych do poprawy jakości produktów spożywczych.....	26
4.4.3. Zastosowanie folii jadalnych w inteligentnych i aktywnych systemach opakowań do żywności.....	26
4.4.4. Badania nad opracowaniem nowych produktów spożywczych z owoców i warzyw o pożądanym cechach smakowo-zapachowych .....	27
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	28
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę. ....	30

---

6.1.	Osiągnięcia dydaktyczne.....	30
6.2.	Osiągnięcia organizacyjne .....	32
6.3.	Osiągnięcia popularyzujące naukę .....	32
7.	Inne informacje dotyczące kariery naukowej .....	33
7.1.	Dorobek publikacyjny .....	33
7.2.	Udział i rola w projektach badawczych .....	35
7.3.	Udział w konferencjach naukowych .....	35
7.4.	Działalność w towarzystwach naukowych i zespołach eksperckich oraz konsorcjach i sieciach badawczych, recenzje grantów .....	36
7.5.	Współpraca międzynarodowa, współpraca z przemysłem, recenzje publikacji ....	36
7.6.	Odbyte szkolenia i kursy .....	37
7.7.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia .....	38

**1. Imię i nazwisko**

Sabina Galus

Nazwisko panięskie: Kokoszka

**2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej****2010 r. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

Wydział Nauk o Żywności

**stopień doktora inżyniera nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka**

Praca doktorska pt. „Studia nad właściwościami fizycznymi powłok jadalnych wytworzonych na bazie białek sojowych i serwatkowych” wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Lenarta

**2006 r. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

Wydział Nauk o Żywności

**dyplom magistra inżyniera w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka**

Praca magisterska pt. „Właściwości sorpcyjne powłok jadalnych białkowych” wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Lenarta

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych**

01.01.2012 r. – obecnie

adiunkt naukowo – dydaktyczny

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji

Instytut Nauk o Żywności

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

30.12.2010 r. – 31.12.2011 r.

asystent naukowo-dydaktyczny

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji

Wydział Nauk o Żywności

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

01.10.2006 – 08.07.2010 r.      doktorantka  
dzienne studia doktoranckie  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji  
Wydział Nauk o Żywności  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

W okresach 15.01.2013 r. - 13.01.2014 r. (12 m-cy) oraz 18.04.2015 r. - 15.04.2016 r. (12 m-cy) przebywałam na urlopach: macierzyńskim, dodatkowym urlopie macierzyńskim i urlopie rodzicielskim. W okresie od 15.09.2016 r. do 14.08.2019 r. przebywałam na urlopie wychowawczym (3 lata).

#### **4.      Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.**

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**

Badanie wpływu substancji hydrofobowych na właściwości fizyczne jadalnych folii białkowych

##### **4.2.      Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego**

O1. **Galus S.**, Kadzińska J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science and Technology*, 45 (2), 273-283.

IF<sub>2015</sub>=5,150              IF<sub>5letni</sub>=11,392              Punkty =45

Liczba cytowań wg Scopus=208              wg Web of Science=193

*Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji pracy, zgromadzeniu i analizie danych literaturowych, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu, redagowaniu artykułu i dostosowaniu do uwag recenzentów. Prowadziłam korespondencję z redaktorem (autor korespondujący).*

O2. **Galus S.**, Kadzińska J. (2016). Whey protein edible films modified with almond and walnut oils. *Food Hydrocolloids*, 52, 78-86.

IF<sub>2016</sub>=4,747

IF<sub>5letni</sub>=7,077

Punkty =45

Liczba cytowań wg Scopus=95

wg Web of Science=89

*Mój wkład w powstanie publikacji polegał na pozyskaniu funduszu z MNiSW na finansowanie badań (nr grantu IP 2011 013371), przygotowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu eksperymentu, przeprowadzeniu badań wstępnych, niezbędnych do zrealizowania zamierzonego celu, opracowaniu metodyki badań, nadzorowaniu prowadzonych badań i wykonaniu części badań (analiza granulometryczna, właściwości zwiłzające), zestawieniu i interpretacji otrzymanych wyników, sformułowaniu wniosków, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu. Prowadziłam korespondencję z redaktorem (autor korespondujący).*

O3. **Galus S.**, Kadzińska J. (2016). Moisture sensitivity, optical, mechanical and structural properties of whey protein-based edible films incorporated with rapeseed oil. *Food Technology and Biotechnology*, 54 (1), 78-89.

IF<sub>2016</sub>=0,891

IF<sub>5letni</sub>=2,210

Punkty =25

Liczba cytowań wg Scopus=31

wg Web of Science=27

*Mój wkład w powstanie publikacji polegał na pozyskaniu funduszu z MNiSW na finansowanie badań (nr grantu IP 2011 013371), przygotowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu eksperymentu, przeprowadzeniu badań wstępnych, niezbędnych do zrealizowania zamierzonego celu, opracowaniu metodyki badań, nadzorowaniu prowadzonych badań i wykonaniu części badań (analiza granulometryczna), zestawieniu i interpretacji otrzymanych wyników, sformułowaniu wniosków, wiodącym udziale w przygotowaniu manuskryptu. Prowadziłam korespondencję z redaktorem (autor korespondujący).*

O4. **Galus S.** (2018). Functional properties of soy protein isolate edible films as affected by rapeseed oil concentration. *Food Hydrocolloids*, 85, 233-241.

IF<sub>2018</sub>=5,839

IF<sub>5letni</sub>=7,077

Punkty =45

Liczba cytowań wg Scopus=28

wg Web of Science=23

O5. **Galus S.**, Kadzińska J. (2019). Gas barrier and wetting properties of whey protein isolate-based emulsion films. *Polymer Engineering and Science*, 59, E375-E383.

IF<sub>2019</sub>=1,917

IF<sub>5letni</sub>=1,846

Punkty =70

Liczba cytowań wg Scopus=8

wg Web of Science=5

*Mój wkład w powstanie publikacji polegał na na pozyskaniu funduszu z MNiSW na finansowanie badań (nr grantu IP 2011 013371), przygotowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu eksperymentu, przeprowadzeniu badań wstępnych, niezbędnych do zrealizowania zamierzonego celu, opracowaniu metodyki badań, nadzorowaniu prowadzonych badań i wykonaniu części badań (właściwości zwilżające), zestawieni i interpretacji otrzymanych wyników, sformułowaniu wniosków, przygotowaniu manuskryptu. Prowadziłam korespondencję z redaktorem (autor korespondujący).*

O6. **Galus S.**, Gaouditz M., Kowalska H., Debeaufort F. (2020). Effects of candelilla and carnauba wax incorporation on the functional properties of edible sodium caseinate films. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 1-20.

IF<sub>2020</sub>=4,556

IF<sub>5letni</sub>=4,653

Punkty =140

*Mój wkład w powstanie publikacji polegał na powstaniu koncepcji pracy, opracowaniu metodyki i wykonaniu części badań, zgromadzeniu i analizie danych literaturowych, przygotowaniu manuskryptu, redagowaniu artykułu i dostosowaniu do uwag recenzentów. Prowadziłam korespondencję z redaktorem (autor korespondujący).*

**Sumaryczny Impact Factor (IF) dla sześciu publikacji naukowych, stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wynosi 23,1 (5-letni Impact Factor wynosi 35,255). Suma punktów wg punktacji MNiSW wynosi 370<sup>1</sup>. Sumaryczna liczba cytowań Osiągnięcia wynosi 370 wg bazy Scopus i 337 wg bazy Web of Science.**

Badania, których wyniki przedstawiono w Osiągnięciu zostały sfinansowanego ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach **projektu badawczego Iuventus Plus nr IP2011 013371** pt. „Wpływ substancji hydrofobowych na właściwości fizyczne filmów z naturalnych polimerów” (realizacja 2012-2015).

<sup>1</sup> Punkty MNiSW oraz wartość IF podano zgodnie z rokiem publikacji. Oświadczenia współautorów prac wchodzących w skład osiągnięcia, określające ich udział w powstanie tych prac zostały dołączone do kopii publikacji.



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

#### **4.3.1. Wstęp**

W ostatnich latach obserwuje się rosnącą świadomość konsumentów dotyczącą zdrowego stylu życia, która skłoniła do badań nad łagodnymi metodami utrwalania żywności i przedłużenia trwałości produktów spożywczych. Powlekanie żywności jest obiecującą metodą poprawy jakości wielu surowców, zwłaszcza szybko psujących się, do których zaliczamy owoce i warzywa [Maringgal i in. 2020]. Powłoka jadalna to cienka warstwa materiału powłokotwórczego, która nakładana jest na powierzchni produktu. Folia jadalna jest wytwarzana poza produktem i może być zastosowana jako integralna powłoka, warstwa pomiędzy składnikami produktu bądź jako folia opakowaniowa [Hassan i in. 2018]. Obecnie prowadzone są intensywne badania nad foliami jadalnymi, ponieważ stanowią one obiecującą alternatywę w stosunku do powszechnie stosowanych tworzyw sztucznych. Zastosowanie jadalnych bądź biodegradowalnych opakowań ma na celu ograniczenie liczby opakowań jednostkowych i zwiększającej się ilości odpadów zanieczyszczających środowisko naturalne [Falguera i in. 2011]. Folie jadalne, w zależności od składu surowcowego mogą pełnić różne funkcje technologiczne - poza powłoką ochroną ograniczającą migrację składników żywności bądź opakowaniem jadalnym, mogą być nośnikiem substancji aktywnych lub pełnić rolę wskaźnika kolorymetrycznego w inteligentnych systemach opakowań do żywności [Halonen i in. 2020].

Hydrokoloidy, zarówno polisacharydy, jak i białka, to najpowszechniejsza grupa biopolimerów stosowanych do wytwarzania powłok i folii jadalnych. Polisacharydy mogą być pochodzenia roślinnego: pochodne celulozy, skrobie, pektyny, alginiany i karageniny; zwierzęcego: chitozan; mikrobiologicznego: pullulan, guma gellan, guma ksantanowa. Natomiast wśród białek pochodzenia roślinnego najpopularniejsze są białka sojowe, gluten pszeniczny, zeina kukurydziana, białka słonecznikowe, zaś wśród białek pochodzenia zwierzęcego można wyróżnić białka serwatkowe, kazeiniany, żelatynę, kolagen i keratynę. W powlekanii żywności mogą być stosowane również tłuszcze, głównie w celu przeciwdziałania utracie wody przez owoce lub warzywa, m.in.

wosk candelilla, wosk carnauba, szelak, oleje jadalne, jednak ich struktura nie pozwala na wytworzenie folii jadalnych składających się jedynie ze składników tłuszczowych [Hassan i in. 2018]. Najczęściej stosowaną metodą wytwarzania filmów jest usunięcie rozpuszczalnika użytego do sporządzenia roztworu powłokotwórczego [Dhall 2013]. W tym procesie, poprzez fizyko-chemiczne oddziaływania międzycząsteczkowe tworzy się i stabilizuje ciągła struktura. Makrocząsteczki w roztworze powłokotwórczym zostają rozpuszczone w rozpuszczalniku, takim jak: woda, etanol czy kwas octowy oraz połączone z ewentualnymi dodatkami. W tym przypadku roztwór powłokotwórczy jest wylewany w postaci cienkiej warstwy, suszony i zdejmowany z powierzchni [Cagri i in. 2004].

Powłoki i folie jadalne utworzone na bazie biopolimerów wykazują się kruchością i łamliwością. W celu zmniejszenia niepożądanych efektów stosuje się odpowiednie substancje zwiększające ich elastyczność. Plastyfikatory są to substancje niskocząsteczkowe, nietłotne, które obniżają siłę przyciągania między łańcuchami białkowymi podnosząc przy tym ruchliwość między cząsteczkami, co w efekcie powoduje elastyczność struktury. Najczęściej stosowane plastyfikatory to: glicerol, sorbitol, monoglicerydy, glukoza i glikol polietylenowy. Glicerol jest najczęściej stosowany w tworzeniu roztworów powłokotwórczych ze względu na stabilność i kompatybilność z biopolimerem [Chillo i in. 2008]. Woda spełnia również funkcję uelastyczniającą, a jej ilość ma bardzo duży wpływ na właściwości filmów. Cząsteczki wody mogą być jednak bardzo łatwo tracone z matrycy przy niskich wilgotnościach względnych środowiska powodując zmniejszenie ich elastyczności [Han i Gennadios 2005]. Najlepszą skutecznością charakteryzuje się plastyfikator o zbliżonej strukturze do polimeru tworzącego powłokę.

Obecnie większość prac skupionych jest nad wytworzeniem folii i powłok jadalnych wieloskładnikowych, w celu poprawy ich właściwości użytkowych pod kątem zastosowań do żywności. Skuteczność oraz właściwości funkcjonalne warstw powlekających zależą od właściwości materiałów powłokotwórczych (białek, węglowodanów, tłuszczów), stosowanych plastyfikatorów oraz innych dodatków funkcjonalnych. Generalnie, większość folii biopolimerowych wykazuje właściwości hydrofilowe, w związku z czym prowadzone są badania nad wytworzeniem materiałów z dodatkiem składnika tłuszczowego. Wprowadzenie emulsji tłuszczowej do roztworów powłokotwórczych wpływa na zwiększenie hydrofobowości powierzchni otrzymanych materiałów. Folie białkowe stanowią doskonałą barierę wobec tlenu, dwutlenku węgla

i lipidów, lecz charakteryzują się dużą wrażliwością wobec pary wodnej [Chiralt i in. 2018]. Znajomość właściwości fizycznych folii jadalnych jest istotna przy doborze technologii powlekania produktów spożywczych bądź zastosowań folii jadalnych jako opakowanie biodegradowalne do żywności.

#### 4.3.2. Cel naukowy osiągnięcia

Celem naukowym osiągnięcia będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego było określenie wpływu substancji hydrofobowych (oleje roślinne i woski) na właściwości fizyczne jadalnych folii białkowych wytworzonych na bazie izolatu białka serwatkowego (**O2**, **O3**, **O5**), izolatu białka sojowego (**O3**) i kazeinianu sodu (**O6**). Określony został wpływ rodzaju i ilości substancji tłuszczowej w postaci olejów roślinnych (**O2**, **O3**, **O4**, **O5**) oraz wosku candelilla i carbauba (**O6**) na właściwości fizyczne wytworzonych folii. Badania prezentowane w Osiągnięciu stanowią nowatorskie rozwiązania pod kątem modyfikacji składu surowcowego folii białkowych poprzez zastosowanie olejów jadalnych oraz wosków jako substancji hydrofobowych w niskich stężeniach, które wpływają na zmianę właściwości użytkowych folii. W badaniach skupiono się m.in. na właściwościach barierowych i zwilżających, które są kluczowe w aspekcie praktycznych zastosowań folii do żywności.

Cykl publikacji, stanowiący Osiągnięcie naukowe obejmuje wyniki badań dotyczących:

- zastosowania jadalnych folii i powłok emulsyjnych do żywności (publikacja przeglądowa **O1**),
- wpływu dodatku i stężenia oleju z migdałów i orzechów włoskich na właściwości fizyczne folii serwatkowych (publikacja **O2**),
- wpływu dodatku i stężenia oleju rzepakowego na właściwości fizyczne folii serwatkowych (publikacja **O3** i **O4**),
- wpływu dodatku i stężenia oleju rzepakowego na właściwości funkcjonalne folii sojowych (publikacja **O5**)
- wpływu dodatku i stężenia wosku candelilla i carnauba na właściwości funkcjonalne folii kazeinowych (publikacja **O6**).

### 4.3.3. Metody badawcze

Materiał badawczy stanowiły jadalne folie białkowe, wytworzone na bazie izolatu białka serwatkowego, izolatu białka sojowego i kazeinianu sodu z zastosowaniem glicerolu jako substancji plastyfikującej. Emulsje tłuszczowe zostały wytworzone podczas homogenizacji z zastosowaniem olejów roślinnych (olej rzepakowy, olej migdałowy, olej z orzechów włoskich) oraz wosków (candelilla i carnauba). Folie białkowe były wytwarzane metodą wylewania roztworu foliotwórczego na płaskie powierzchnie (szalki Petriego), a następnie po odparowaniu rozpuszczalnika otrzymywano folie, które zostały poddane badaniom właściwości:

- ogólnych: zawartość wody, grubość, rozpuszczalność i pęcznienie w wodzie,
- optycznych: barwa w systemie CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  i nieprzezroczystość,
- mechanicznych: wytrzymałość na rozciąganie, moduł Younga, wydłużenie względne,
- sorpcyjnych: izotermy adsorpcji i kinetyka wchłaniania pary wodnej,
- zwilżających: pomiar kąta zwilżania,
- barierowych: przenikalność pary wodnej, tlenu, ditlenku węgla.

Zbadany został również rozkład granulometryczny kuleczek tłuszczowych w roztworach foliotwórczych, jak również przeprowadzono obserwacje struktury wytworzonych materiałów.

### 4.3.4. Omówienie wyników badań

#### 4.3.4.1. Zastosowanie jadalnych folii i powłok emulsyjnych do żywności

O1. Galus S., Kadzińska J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science and Technology*, 45 (2), 273-283.

Większość folii lub powłok jadalnych wytworzonych na bazie biopolimerów cechuje hydrofilowość [Falguera i in. 2011]. Wprowadzenie składnika tłuszczowego łączy hydrofilową matrycę strukturalną i hydrofobowy związek lipidowy, co daje lepszą funkcjonalność niż folie białkowe bądź polisacharydowe, szczególnie w odniesieniu do ich właściwości barierowych wobec pary wodnej. Folie i powłoki wieloskładnikowe

hydrokoloidowo-tłuszczowe można otrzymać w postaci monowarstwy (emulsja tłuszczowa), dwuwarstwy lub wielowarstw, gdzie faza tłuszczowa stanowi jedną lub kilka warstw na warstwie hydrokoloidowej. W zemulgowanej strukturze emulsyjnej lipid jest zdyspergowany w matrycy biopolimerowej. Główną wadą folii dwu- lub wielowarstwowych jest potrzeba przygotowania kilku etapów wylewania i suszenia. Dlatego folie laminowane są mniej popularne w przemyśle spożywczym, mimo że zapewniają dobrą barierowość wobec pary wodnej [Debeaufort i Voilley 1995]. Badania wykazały również, że folie dwuwarstwowe mają tendencję do rozwarstwiania się z upływem czasu, powstawania nieciągłości struktury lub pęknięć [Quezada-Gallo i in. 2000]. Folie i powłoki emulsyjne uzyskuje się tylko podczas jednego procesu wylewania roztworu foliotwórczego i jednego procesu suszenia. Ich właściwości zależą od metody wytworzenia, rodzaju i ilości składników (hydrokoloidów i lipidów) oraz ich kompatybilności, a także niejednorodności mikrostrukturalnej [Fabra i in. 2011].

Przedłużanie trwałości świeżych owoców cytrusowych poprzez zastosowanie lipidów jest znane od wieków [Debeaufort i in. 1998]. Obecnie zainteresowanie konsumentów produktami gotowymi do spożycia o dłuższym okresie przydatności skłania do badań naukowych w tym zakresie. Powlekanie żywności jest technologią łagodnego przetwarzania żywności, której w ostatnich latach zostało poświęconych wiele prac badawczych. Układy emulsyjne w powlekanii dają możliwości łączenia właściwości związków hydrokoloidowych i lipidowych, zapewniając kontrolowaną, skuteczną barierę wobec pary wodnej. Dotychczas powstało wiele prac skupionych na wprowadzeniu składnika tłuszczowego do folii i powłok biopolimerowych w postaci olejów roślinnych [Kokoszka i in. 2010; Cerqueira i in. 2012; Pereda i in. 2014], wosków [Talens i Krochta 2005; Fabra i in. 2012; Chiumarelli i Hubinger 2014] lub kwasów tłuszczowych [Zahedi i in. 2010; Perdonés i in. 2014] w celu modyfikacji właściwości użytkowych folii i powłok hydrokoloidowych, które można nakładać na różne produkty spożywcze w celu poprawy ich jakości poprzez przedłużenie okresu przydatności do spożycia.

Folie i powłoki emulsyjne znajdują zastosowanie w powlekanii owoców i warzyw w celu przeciwdziałania utracie wody i jednocześnie zmniejszenia strat przechowalniczych, jak również w celu nadania odpowiedniego połysku i podniesieniu atrakcyjności produktu. W przypadku surowców krojonych powlekanie warstwami emulsyjnymi wpływa korzystnie na przeciwdziałanie zmianom barwy i wydłużenie przydatności do spożycia, jak również może poprawić walory wizualne (m.in. połysk)

i smakowe, poprzez wprowadzenie składników funkcjonalnych (m.in. olejki eteryczne). Proces powlekania warstwami emulsyjnymi znajduje zastosowanie w przypadku produktów naturalnie zawierających tłuszczy, takich jak mięso i wyroby wędliniarskie, sery, orzechy i nasiona. Tłusta, oleista powierzchnia nie stanowi wówczas wady produktu, a w niektórych produktach może podnieść ich atrakcyjność. Wieloskładnikowe folie i powłoki jadalne wytworzone w formie emulsji z wodnych roztworów hydrokoloidów i lipidów zapewniają lepszą funkcjonalność niż materiały wytwarzane z jednego składnika, zwłaszcza w odniesieniu do ich właściwości barierowych wobec pary wodnej.

W publikacji przeglądowej po raz pierwszy dokonano przeglądu trendów w badaniach nad różnymi zastosowaniami emulsyjnych folii i powłok jadalnych, a także najnowszych postępów w zakresie ich składu surowcowego (związki lipidowe stosowane w matrycy strukturalnej), metod wytworzenia i właściwości funkcjonalnych. Praca jest szeroko komentowana w środowisku naukowym, o czym świadczy wysoka liczba cytowań (208 cytowań od 2015 r.).

#### **4.3.4.1. Wpływ dodatku i stężenia oleju migdałowego i z orzechów włoskich na właściwości fizyczne folii serwatkowych**

O2. Galus S., Kadzińska J. (2016). Whey protein edible films modified with almond and walnut oils. *Food Hydrocolloids*, 52, 78-86.

Białka serwatkowe znajdują szerokie zastosowanie w preparatach dla niemowląt i żywności dla sportowców oraz wykazują bardzo dobre właściwości foliotwórcze. Folie wytworzone na bazie izolatu białka serwatkowego odznaczają się przezroczystością, dobrymi właściwościami mechanicznymi i barierowością wobec gazów, głównie przy niskich wilgotnościach względnych środowiska [Kurek i in. 2014]. Jednakże, cechuje je hydrofilowość i niska barierowość wobec pary wodnej. Olej migdałowy jest bardzo bogaty w jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA), zwłaszcza w kwas linolowy i oleinowy, natomiast cechuje się niskim poziomem nasyconych kwasów tłuszczowych (palmitynowy, oleopalmitynowy i stearynowy). Z żywieniowego punktu widzenia wysoka zawartość kwasu oleinowego jest postrzegana jako jedna z najważniejszych zalet oleju migdałowego [Kodad i in. 2014]. Głównymi składnikami oleju z orzechów włoskich są triacyloglicerole, w których

w dużych ilościach występują jednonienasycone (kwas oleinowy) i wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA, kwas linolowy i  $\alpha$ -linolowy) [Martínez i in. 2010]. Z uwagi na coraz szersze spożycie oleju migdałowego i z orzechów włoskich (m.in. jako składnik sałatek lub dressingów) wprowadzenie ich do struktury folii i powłok emulsyjnych może stanowić interesujące rozwiązanie, a spożycie wraz z produktem wpłynąć korzystnie na zdrowie człowieka. Powlekanie takimi emulsjami może znaleźć zastosowanie w produktach spożywczych naturalnie zawierających tłuszcz.

Wcześniejsze badania wykazały, że wprowadzenie tłuszczu do biopolimerowych mieszanin foliotwórczych jest utrudnione przy dużej zawartości olejów roślinnych [Pérez-Gago i Krochta 2001], a tworzenie trwałych emulsji często wymaga obecności środków emulgujących, zwłaszcza gdy dodatek olejów wynosi do 40% [Pereda i in. 2012]. W związku z tym celem pracy było opracowanie emulsyjnych folii serwatkowych na bazie izolatu białka serwatkowego ze stosunkowo niskim dodatkiem oleju migdałowego (0,5 oraz 1%). Na podstawie wyników badań analiz granulometrycznej zaobserwowano bimodalny rozkład kuleczek tłuszczowych w roztworach foliotwórczych, jak również zmniejszenie ich wielkości wraz ze wzrostem zawartości olejów. Folie emulsyjne cechowały się niejednorodną strukturą, mleczną barwą i nieprzezroczystością, podczas gdy filmy kontrolne były przezroczyste i jednorodne. Pęcznienie w wodzie, wytrzymałość mechaniczna, przenikalność pary wodnej i hydrofilowość powierzchni folii serwatkowych zostały zmniejszone w wyniku obecności olejów. Zaobserwowano wzrost przenikalności tlenu i ditlenku węgla wraz ze wzrostem zawartości olejów. Pomiar kąta zwilżania w czasie wykazały wchłanianie kropelek wody przez folie emulsyjne, podczas gdy folia kontrolna wykazywała efekt pęcznienia. Olej migdałowy, w porównaniu z olejem z orzecha włoskiego, wykazywał silniejsze działanie uplastyczniające i był skuteczniejszy w modyfikowaniu właściwości folii serwatkowych.

Uzyskane wyniki wykazały, że nowe podejście do dodatku olejów jadalnych w niskich stężeniach wzmacniało hydrofobowy charakter folii serwatkowych, co może mieć duży potencjał w zastosowaniach praktycznych do żywności. Praca została pozytywnie odebrana w środowisku naukowym, o czym świadczy wysoka liczba cytowań w dość krótkim okresie czasu (95 cytowań od 2016 r.).

#### 4.3.4.2. Wpływ dodatku i stężenia oleju rzepakowego na właściwości fizyczne folii serwatkowych

O3. Galus S., Kadzińska J. (2016). Moisture sensitivity, optical, mechanical and structural properties of whey protein-based edible films incorporated with rapeseed oil. *Food Technology and Biotechnology*, 54 (1), 78-89.

O5. Galus S., Kadzińska J. (2019). Gas barrier and wetting properties of whey protein isolate-based emulsion films. *Polymer Engineering and Science*, 59, E375-E383.

Olej rzepakowy, produkowany z roślin rzepaku o bardzo niskiej zawartości kwasu erukowego, ma korzystny profil kwasów tłuszczowych. Charakteryzuje się wysoką zawartością jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, kwasu oleinowego i jest bogaty zarówno w kwas linolowy, jak i linolenowy, przy niewielkiej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych. Dodatkowo, olej rzepakowy zawiera stosunkowo duże ilości tokoferoli i jest uważany za bardzo pożywny i odpowiedni do spożycia przez ludzi [Daun i in. 2011]. W badaniach przedstawionych w publikacji O5 zastosowano olej rzepakowy o stężeniu od 1 do 3% w celu modyfikacji właściwości hydrofilowych folii serwatkowych. Średnie średnice kuleczek tłuszczowych ( $d_{3,2}$ ) w roztworach foliotwórczych wykazywały tendencję wzrostową przy zwiększeniu stężenia oleju. Folie emulsyjne charakteryzowały się większą hydrofobowością powierzchni (znaczny wzrost kąta zwilżania z 26,2 do 65,5°), niższą zawartością wody i rozpuszczalnością w wodzie w porównaniu z folią kontrolną. Wszystkie folie emulsyjne wykazywały się wysoką jasnością ( $L^* \approx 90$ ). Wartość parametru  $a^*$  zmniejszała się, a parametru  $b^*$  i całkowitej różnicy barwy ( $\Delta E$ ) wzrastała wraz ze zwiększeniem stężenia oleju. Wizualnie folie kontrolne były przezroczyste, a te zawierające olej matowe i nieprzezroczyste. Wyniki sorpcji pary wodnej w pełnym zakresie wartości aktywności wody od 0,11 do 0,93 zostały opisane równaniem Pelega, z bardzo dobrym dopasowaniem danych eksperymentalnych ( $R^2 \geq 0,99$ ). Wytrzymałość na rozciąganie, moduł Younga i wydłużenie przy zerwaniu wzrastały wraz ze zwiększeniem stężenia oleju, jednakże zaobserwowano ogólnie niższą wytrzymałość mechaniczną folii emulsyjnych w porównaniu do folii kontrolnych. Folie emulsyjne charakteryzowały się niższą przenikalnością pary wodnej i jednocześnie wyższą przenikalnością tlenu i ditlenku węgla, które mogły być związane z niepolarnością gazów i ich



rozpuszczalnością w oleju powodując większą mobilność cząsteczek w matrycy polimerowo-tłuszczowej. Jednakże, wartości przenikalności tlenu i dwutlenku węgla były stosunkowo niskie. Analiza właściwości zwilżających wykazała, że folie od strony wewnętrznej (kontakt z szalką Petriego) wykazywały wyższe wartości kąta zwilżania w porównaniu ze stroną zewnętrzną folii (od strony odparowania wody). Wartości kąta zwilżania folii emulsyjnych malały po czasie 30 i 60 s, zaś w przypadku folii kontrolnych wzrastały i zaobserwowano pęcznienie ich powierzchni w kontakcie z kroplą wody. Badanie wpływu temperatury pomiaru (5 i 25°C) wykazało wyższe wartości przenikalności i współczynnika dyfuzji pary wodnej w niższej temperaturze.

Niskie wartości przenikalności tlenu i dwutlenku węgla emulsyjnych folii serwatkowych wytworzonych z dodatkiem oleju rzepakowego, wskazują na ich potencjalne praktyczne zastosowania jako ochronne powłoki hydrofobowe do produktów, takich jak świeże owoce i warzywa, które wymagają oddychających systemów pakowania.

#### **4.3.4.3. Wpływ dodatku i stężenia oleju rzepakowego na właściwości funkcjonalne folii sojowych**

O4. **Galus S.** (2018). Functional properties of soy protein isolate edible films as affected by rapeseed oil concentration. *Food Hydrocolloids*, 85, 233-241.

Izolat białka sojowego to niedrogi i odżywczy surowiec będący mieszaniną białek o różnych masach cząsteczkowych. Wśród nich można wyróżnić frakcje 7S i 11S, stanowiące około 30% całkowitego białka podlegającego ekstrakcji o właściwościach zapewniających zdolność do polimeryzacji. Grupy sulfhydryłowe białka frakcji 11S są odpowiedzialne za tworzenie wiązań dwusiarczkowych, które wpływają na tworzenie sieci trójwymiarowej [Cao i in. 2007]. Folie wytworzone na bazie izolatu białka sojowego charakteryzują się dobrą wytrzymałością mechaniczną i słabą barierowością wobec pary wodnej [Vieira i in. 2011]. W publikacji zaprezentowano wyniki badań dotyczących modyfikacji właściwości funkcjonalnych folii sojowych z zastosowaniem jako składnika hydrofobowego oleju rzepakowego, który nie był wcześniej stosowany w badaniach dotyczących folii jadalnych.

Na podstawie analizy granulometrycznej kuleczek tłuszczowych w roztworach filmotwórczych zaobserwowano bimodalne rozmieszczenie oleju w emulsjach oraz zmniejszenie średnich średnic kuleczek ( $d_{3,2}$ ) wraz ze zwiększeniem stężenia oleju. Folie emulsyjne były jaśniejsze od żółtych folii kontrolnych. Nieprzezroczystość i całkowite różnice barwy były wyższe w przypadku folii emulsyjnych. Zaobserwowano wyraźne zmniejszenie przenikalności pary wodnej wraz ze wzrostem stężenia oleju we wszystkich zastosowanych różnicach wilgotności względnej środowiska (0-50%, 50-75% i 50-100%). Folie emulsyjne wykazywały się również niejednorodnością powierzchni, obniżoną wytrzymałością mechaniczną oraz niższym kątem zwilżania, wskazującym na wyższą hydrofobowość powierzchni i niższym powinowactwem do wody. Jednakże, na podstawie analizy kinetyki sorpcji pary wodnej w wilgotności względnej 75,3% w ciągu 144 h zaobserwowano, że folie zawierające olej rzepakowy wykazywały się niższą wodochłonnością w porównaniu do folii kontrolnych. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że niewielki dodatek oleju rzepakowego wpłynął istotnie na zmianę barwy i poprawę barierowości wobec pary wodnej.

Wytworzone folie mogą znaleźć zastosowanie do żywności jako powłoki ochronne, ograniczające migrację pary wodnej pomiędzy produktem i otaczającym go otoczeniem.

#### **4.3.4.4. Wpływ dodatku i stężenia wosku candelilla i carnauba na właściwości funkcjonalne folii kazeinowych**

O6. **Galus S.**, Gaouditz M., Kowalska H., Debeaufort F. (2020). Effects of candelilla and carnauba wax incorporation on the functional properties of sodium caseinate edible films. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 1-20.

Kazeinian sodu pozyskiwany jest z kazeiny mleka i jest popularnym związkiem stosowanym w przemyśle spożywczym ze względu na bardzo dobre właściwości użytkowe, takie jak rozpuszczalność, zdolność emulgowania oraz stabilność podczas podgrzewania. Składa się z rozpuszczalnej mieszaniny nieuporządkowanych hydrofilowych białek, wykazujących silną tendencję do asocjacji w małe cząsteczki białka, które współlistnieją w równowadze z wolnymi cząsteczkami kazeiny [Huck-Iriart

i in. 2011]. Folie i powłoki jadalne wytworzone na bazie kazeinianu sodu charakteryzują się mleczną barwą, dobrymi właściwościami mechanicznymi oraz barierowością wobec gazów przy niskiej odporności na parę wodną [Avramescu i in. 2020]. Kazeinian sodu jest surowcem tańszym w porównaniu z izolatem białek serwatkowych i może znaleźć szersze zastosowania w powlekanii żywności. W pracy zaprezentowano wyniki badań, dotyczące zastosowania wosków jako najbardziej skutecznego składnika tłuszczowego w ograniczaniu migracji pary wodnej folii kazeinowych. Wosk candelilla jest twardym i kruchym woskiem nierozpuszczalnym w wodzie, uzyskiwanym z woskowej okrywy łądyg krzewów candelilla (*Euphorbia cerifera* lub *Euphorbia antisyphilitica*). Składa się z węglowodorów (około 50%, od C29 do C33), wolnych kwasów tłuszczowych, alkoholi i żywic, przy stosunkowo niewielkiej ilości lotnych estrów [Saucedo-Pompa i in. 2009]. Wosk carnauba, najpopularniejszy wosk roślinny pod względem możliwych zastosowań spożywczych, pozyskiwany jest z liści palmy brazylijskiej *Copernicia prunifera* (Miller) HE Moore. Jest to najtwardszy wosk, o najwyższej temperaturze topnienia spośród wosków naturalnych, który charakteryzuje się niską rozpuszczalnością i dużą zawartością estrów alifatycznych i diestrów kwasu cyjamonowego [de Freitas i in. 2019]. Wytworzono folie kazeinowe z dodatkiem wosków o stężeniu 0,5 i 1% wraz z zastosowaniem emulgatora (Tween80) o stężeniu 0,09 i 0,18%. Oba woski wykazywały podobny bimodalny rozkład kuleczek tłuszczowych w roztworach foliotwórczych z lepszą dyspersją w przypadku obecności emulgatora. Wyniki pokazały, że wprowadzenie wosków wpłynęło otrzymanie folii emulsyjnych o niejednorodnej strukturze, z regularnym rozmieszczeniem kuleczek tłuszczowych, które były bardziej uporządkowane w obecności emulgatora. Folie zawierające woski wykazywały się zmniejszeniem jasności, zwiększoną nieprzezroczystością oraz wyższymi wartościami całkowitej różnicy w barwie. Folie emulsyjne wykazywały się zwiększoną wytrzymałością mechaniczną i lepszą barierowością w stosunku do pary wodnej. Ponadto glicerol i emulgator wykazywały działanie uplastyczniające poprzez zdolność do redukcji międzycząsteczkowych wiązań wodorowych, przy jednoczesnym zwiększeniu przestrzeni międzycząsteczkowej i zwiększonej odporności mechanicznej folii. Wprowadzenie wosku candelilla i carnauba spowodowało znaczne zmniejszenie wartości wydłużenia przy zerwaniu badanych folii oraz wpłynęło na zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie i moduł Younga, co wskazuje, że dodatek wosków spowodował otrzymanie folii bardziej odpornych mechanicznie. Folie zawierające wosk

candelilla cechowało regularne rozmieszczenie kuleczek tłuszczowych, co skutkowało lepszą barierowością wobec pary wodnej w porównaniu do folii zawierających воск carnauba. Obecność emulgatora wpłynęła na zwiększenie rozpuszczalności w wodzie, zmniejszenie nieprzezroczystości i przenikalności pary wodnej, podczas gdy całkowite różnice barwy były znacznie wyższe, podobnie jak wyższa była wytrzymałość mechaniczna.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że obecność emulgatora wpłynęła korzystnie na właściwości funkcjonalne folii kazeinowych, która związana jest z lepszą kompatybilnością kazeinianu sodu i wosków w strukturze badanych folii. Wprowadzenie wosku razem z emulgatorem do folii kazeinowych wpłynęło na poprawę właściwości mechanicznych i barierowych wobec pary wodnej. Zmniejszenie barierowości wobec wody i rozpuszczalności w wodzie badanych folii wskazuje, że obecność wosków może być interesująca w zastosowaniach, które wymagają dobrej bariery przed migracją wody i dużej odporności mechanicznej.

#### **4.3.5. Podsumowanie**

Przedstawiony w Osiągnięciu cykl publikacji pozwolił na pogłębienie wiedzy w zakresie właściwości funkcjonalnych jadalnych folii białkowych wytworzonych na bazie izolatu białka serwatkowego, izolatu białka sojowego i kazeinianu sodu z zastosowaniem substancji hydrofobowych w postaci olejów jadalnych (olej rzepakowy, olej migdałowy, olej z orzechów włoskich) i wosków (wosk candelilla i воск carnauba). Jednocześnie, część zrealizowanych badań to badania pionierskie w skali międzynarodowej.

Wprowadzenie fazy tłuszczowej do matrycy białkowej wpłynęło skutecznie na poprawę hydrofobowości powierzchni, jak również na modyfikację struktury, właściwości ogólnych, optycznych, barierowych, mechanicznych, sorpcyjnych i zwilżających folii białkowych, które są istotne przy doborze technologii powlekania produktów spożywczych bądź zastosowań jako folie biodegradowalne przy niskich wilgotnościach względnych środowiska.

Dobór folii i powłok emulsyjnych do produktów spożywczych uzależniony jest od wielu czynników. Znajomość właściwości funkcjonalnych jest kluczowa pod względem zastosowań praktycznych do żywności. Powłoki emulsyjne, obok lipidowych, znalazły szerokie zastosowanie w powlekanii owoców i warzyw (całych

байд крожонч), серов, мяса и выробов вудлиарских, орzechов и насон, як ровнеч в продукци выробов цукерниччых. Модыфикаци складу суrowcowого фолли бialkowych poprzez wprowadzenie olejов рослинных и восков jest nowatorską i obiecującą metodą kontrolowania ich wlasciwosci funkcjonalnych, ktorych znajomosc jest niezbędna jeszcze przed procesem powlekania zywnosci, bardzo dynamicznie rozwijającą się technologią. Za największe osiągnięcie uważam publikację wyników badań w prestiżowych czasopismach naukowych znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR), jak również wysoką cytowalność tych publikacji w stosunkowo krótkim czasie, która wskazuje na innowacyjność, jak również aktualność prowadzonych przeze mnie badań naukowych.

### Literatura

- Avramescu S.M., Butean C., Popa C.V., Ortan A., Moraru I., Temocico G. (2020). Edible and functionalized films/coatings-performances and perspectives. *Coatings*, 10 (7), 687, 1-45.
- Cagri A., Ustunol Z., Ryser E.T. (2004). Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*, 67 (4), 833-848.
- Cao N., Fu Y., He J. (2007). Preparation and physical properties of soy protein isolate and gelatin composite films. *Food Hydrocolloids*, 21, 1153-1162.
- Cerqueira M.A., Souza B.W.S., Teixeira J.A., Vicente A.A. (2012). Effect of glycerol and corn oil on physicochemical properties of polysaccharide films – a comparative study. *Food Hydrocolloids*, 27, 175-184.
- Chillo S., Flores S., Mastromatteo M., Conte M., Gershenson L., Del Nobile M.A. (2008). Influence of glycerol and chitosan on tapioca starch-based edible film properties. *Journal of Food Engineering*, 88 (2), 159–168.
- Chiralt A., González-Martínez C., Vargas M., Atarés L. (2018). Edible films and coatings from proteins. W „*Proteins in Food Processing*” R.Y. Yada (red.). Woodhead Publishing, 477-500.
- Chiumarelli, M., Hubinger, M. D. (2012). Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch – carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples. *Food Hydrocolloids*, 28, 59-67.
- Daun J.K., Eskin M., Hickling D. (2011). Canola: chemistry, production, processing, and utilization, Academic Press and AOCS Press.

- de Freitas C.A.S., de Sousa P.H.M., Soares D.J., da Silva J.Y.G., Benjamin S.R., Guedes M.I.F. (2019). Carnauba wax uses in food - A review. *Food Chemistry*, 291, 38-48.
- Debeaufort F., Quezada-Gallo J.A., Voilley A. (1998). Edible films and coatings: tomorrow's packagings. *Critical Review in Food Science*, 38, 299-313.
- Debeaufort F., Voilley A. (1995). Effect of surfactants and drying rate on barrier properties of emulsified films. *International Journal of Food Science and Technology*, 30, 183-190.
- Dhall R.K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Review in Food and Nutrition*, 53 (5), 435-450.
- Fabra M.J., Pérez-Masiá R., Talens P., Chiralt A. (2011). Influence of the homogenization conditions and lipid self-association on properties of sodium caseinate based films containing oleic and stearic acids. *Food Hydrocolloids*, 25 (5), 1112-1121.
- Fabra M.J., Talens P., Gavara R., Chiralt A. (2012). Barrier properties of sodium caseinate films as affected by lipid composition and moisture content. *Journal of Food Engineering*, 109 (3), 372-379.
- Falguera V., Quintero J.P., Jiménez A., Muñoz A., Ibarz A. (2011). Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science and Technology*, 22, 291-303.
- Halonen N., Pálvölgyi P.S., Bassani A., Fiorentini C., Nair R., Spigno G., Kordas K. (2020). Bio-based smart materials for food packaging and sensors – a review. *Frontiers in Materials*, 7 (82), 1-14.
- Han J.H., Gennadios A. (2005). Edible films and coatings: a review. W „*Innovation in Food Packaging*” J.H. Han (red.). Elsevier Academic Press, 239-262.
- Hassan B., Chatha S.A.S., Hussain A.I., Zia K.M., Akhtar N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095-1107.
- Huck-Iriart C., Álvarez-Cerimedo M.S., Candal R.J., Herrera M.L. (2011). Structures and stability of lipid emulsions formulated with sodium caseinate. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 16, 412-420.
- Kodad O., Estopañán G., Juan T., Alonso J.M., Espiau M.J., Socias i Company R. (2014). Oil content, fatty acid composition and tocopherol concentration in the Spanish almond genebank collection. *Scientia Horticulturae*, 177, 99-107.

- Kokoszka S., Debeaufort F., Lenart A., Voilley A. (2010). Liquid and vapour water transfer through whey protein/lipid emulsion films. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (10), 1673-1680.
- Kurek M., Galus S., Debeaufort F. (2014). Surface, mechanical and barrier properties of bio-based composite films based on chitosan and whey protein. *Food Packaging and Shelf Life*, 1 (1), 56-67.
- Maringgal B., Hashim N., Tawakkal I.S.M.A., Mohamed M.T.M. (2020). Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh-cut fruits quality. *Trends in Food Science and Technology*, 96, 253-267.
- Martínez M.L., Labuckas D.O., Lamarque A.L., Maestri D.M. (2010). Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, byproducts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 1959–1967.
- Perdones T., Vargas M., Atarés L., Chiralt A. (2014). Physical, antioxidant and antimicrobial properties of chitosan-cinnamon leaf oil films as affected by oleic acid. *Food Hydrocolloids*, 36, 256-264.
- Pereda M., Amica G., Marcovich N.E. (2012). Development and characterization of edible chitosan/olive oil emulsion films. *Carbohydrate Polymers*, 87, 1318-1325.
- Pereda M., Dufresne A., Aranguren M.I., Marcovich N.E. (2014). Polyelectrolyte films based on chitosan/olive oil and reinforced with cellulose nanocrystals. *Carbohydrate Polymers*, 101 (1), 1018-1026.
- Pérez-Gago M.B, Krochta J.M. (2001). Lipid particle size effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein-beeswax emulsion films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (2), 996-1002.
- Quezada-Gallo J.A., Debeaufort F., Callegarin F., Voilley A. (2000). Lipid hydrophobicity, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based edible films. *Journal of Membrane Science*, 180, 37–46.
- Saucedo-Pompa S., Rojas-Molina R., Aguilera-Carbó A.F., Saenz-Galindo A., Garza H.L., Jasso-Cantú D., Aguilar C.N. (2009). Edible film based on candelilla wax to improve the shelf life and quality of avocado. *Food Research International*, 42, 511-515.
- Talens P., Krochta J.M. (2005). Plasticizing effects of beeswax and carnauba wax on tensile and water vapor permeability properties of whey protein films. *Journal of Food Science*, 70 (3), 239-243.

Vieira M.G.A., da Silva M.A., dos Santos L.O., Beppu, M.M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: a review. *European Polymer Journal*, 47, 254-263.

Zahedi Y., Ghanbarzadeh B., Sedaghat N. (2010). Physical properties of edible emulsified films based on pistachio globulin protein and fatty acids. *Journal of Food Engineering*, 100, 102–108.

#### **4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowych**

W obszarze moich zainteresowań naukowych można wyróżnić kilka kierunków badawczych wchodzących w obszar badań z zakresu inżynierii żywności. Moje badania skupione są wokół wytwarzania folii jadalnych z różnych polimerów naturalnych, opracowania metod badawczych w tym zakresie, jak również praktycznych zastosowań do żywności. W pracy badawczej poszukuję także nowych materiałów foliotwórczych oraz innowacyjnych rozwiązań z zakresu inteligentnych systemów opakowań do żywności. Pozostałe badania dotyczą także opracowania nowych produktów spożywczych z zastosowaniem wpływu obróbki surowca i procesu technologicznego na wybrane właściwości fizyczne tkanki roślinnej na przykładzie owoców i warzyw.

##### **4.4.1. Charakterystyka i badanie właściwości użytkowych jadalnych folii biopolimerowych**

Folie jadalne mogą być wytworzone z wielu biopolimerów, wśród nich są białka serwatkowe i sojowe, które cechują bardzo dobre właściwości foliotwórcze. Celem prac była charakterystyka folii jadalnych na bazie białek, polisacharydów oraz z połączenia obu składników w celu modyfikacji ich wybranych właściwości fizycznych. Badałam folie wytworzone o różnych stężeniach biopolimeru i plastyfikatora oraz wytworzone z połączenia kilku składników foliotwórczych, w tym folie wielowarstwowe chitozanowo-serwatkowe. Folie białkowe wytworzone z izolatu białka serwatkowego o stężeniu od 6 do 10% i glicerolu względem białka od 20 do 40% różniły się pod względem właściwości mechanicznych i sorpcyjnych. Zaobserwowano, że izotermy adsorpcji pary wodnej badanych folii są charakterystyczne dla materiałów bogatych w białko oraz można je zakwalifikować do typu II według klasyfikacji BET. Stężenie białka w roztworach foliotwórczych w zakresie 6, 8 i 10% nie miało wpływu na



przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej, natomiast zawartość glicerolu na poziomie 20, 30 i 40% w stosunku do masy białka wpływała istotnie na zwiększenie adsorpcji pary wodnej. Zawartość białka, jak i glicerolu w badanym zakresie stężeń nie wpływała istotnie na barwę folii serwatkowych, przedstawioną w postaci wyróżników barwy, bezwzględnej różnicy barwy, nasycenia barwy i indeksu nasycenia. Zaobserwowano, że wzrost stężenia białka od 7 do 10% oraz glicerolu od 30 do 60% wpłynął istotnie na zwiększenie przenikalności pary wodnej, który jest związany z hydrofilowością folii serwatkowych. Ponadto, zwiększenie zawartości białka z 7 do 10% wpływało na obniżenie adsorpcji pary wodnej przez folie serwatkowe w czasie 20 h. Stan równowagi wilgotnościowej nie został osiągnięty po 20 godzinach procesu adsorpcji pary wodnej przez powłoki serwatkowe. Jednakże, zwiększenie zawartości glicerolu istotnie wpływało na zwiększoną adsorpcję pary wodnej, która była związana z hydrofilowością plastyfikatora. Badaniom poddano również folie wytworzone na bazie izolatu białka sojowego w stężeniu od 4 do 6% oraz glicerolu jako plastyfikatora w stężeniu od 40 do 60% względem izolatu. Przeprowadzone badania wykazały, że zmiana składu surowcowego w postaci zwiększenia stężenia izolatu wpływa na zmianę barwy, podczas gdy nie miała wpływu na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej. Wzrost stężeniu glicerolu nie wpływał również na zmianę barwy, ale zawartość glicerolu miała wpływ na zwiększoną adsorpcję pary wodnej i wydłużenie folii sojowych. Wykazano, że wzrost stężenia izolatu białek sojowych z 6 do 9% i glicerolu z 40 do 70% wpływał istotnie na zwiększoną adsorpcję pary wodnej w czasie 20h oraz na wzrost przenikalności pary wodnej. Na podstawie analizy kąta zwilżania zaobserwowano pęcznienie folii po czasie ok. 20 s. W publikacjach wykazano również istotny wpływ dodatku tłuszczu na zwiększenie hydrofobowości powierzchni folii białkowych i skrobiowych. Badano również folie wieloskładnikowe, w tym pektynowo-alginianowe, skrobiowo-serwatkowe i sojowe z dodatkiem skrobi i maltodekstryny. Wyniki badań dotyczące wytwarzania i charakterystyki właściwości fizycznych folii jadalnych przedstawiono w monografiach (**M1, M2, M4**) i licznych publikacjach naukowych (**A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A20, A21, A22, A25, A26, A30, A36, A39, A41**).

#### **4.4.2. Charakterystyka i zastosowanie powłok i folii jadalnych do poprawy jakości produktów spożywczych**

Jednym z zakresów mojej aktywności naukowej, ściśle związanej z wyżej przedstawionymi, było badanie cech jakościowych krojonych owoców i warzyw powlekanych powłokami białkowymi. Powlekanie żywności jest łagodną metodą przetwarzania żywności, która daje wiele możliwości wytworzenia żywności o minimalnym stopniu przetworzenia, takich jak krojone owoce i warzywa gotowe do spożycia. Naruszenie tkanki roślinnej powoduje negatywne zmiany, wpływające na szybkie psucie się surowców roślinnych. Brązowienie enzymatyczne, utrata jędrności związana z utratą wody, powstanie niepożądanych związków zapachowych lub zmiany mikrobiologiczne zachodzą z różnym nasileniem w zależności od rodzaju owoców, ich dojrzałości, obróbki fizycznej i warunków przechowywania. Zastosowanie ochronnych powłok jadalnych jako cienkich warstw na powierzchni owoców krojonych powoduje utworzenie atmosfery modyfikowanej, dzięki której następuje obniżenie wymiany gazowej (pary wodnej, tlenu, ditlenku węgla), zmniejszenie utraty wody i związków zapachowych. Jednocześnie, uzyskuje się zachowanie barwy i cech smakowo-zapachowych poprzez poprawę ogólnego wyglądu produktu w czasie przechowywania. Ponadto, zastosowanie powlekania mieszaniną zawierające składnik tłuszczowy powoduje ograniczenie utraty wody, które jest kluczowe w zachowaniu odpowiedniej jędrności i twardości owoców i warzyw. Powlekanie wpływa korzystnie również na stabilność przechowalniczą żywności oraz może podnosić atrakcyjność produktu poprzez nadanie pożądanej barwy lub połysku. Kompleksowe zestawienie najnowszych praktycznych zastosowań procesu powlekania do żywności zostało przedstawione w publikacjach naukowych (M5, A1, A3, A5, A17, A18, A27, A37, A41).

#### **4.4.3. Zastosowanie folii jadalnych w inteligentnych i aktywnych systemach opakowań do żywności**

Obecnie realizuję cele badawcze w zakresie wytworzenia folii jadalnych na bazie polimerów naturalnych z dodatkiem ekstraktów roślinnych jako źródła związków barwnych oraz zbadałam możliwości ich zastosowania jako kolorymetryczne wskaźniki pH, służące do bezpośredniej oceny jakości żywności na podstawie zmian pH produktu w inteligentnych systemach opakowań. Innowacyjne opakowania, wyposażone we

wskaźniki monitorujące określone parametry atmosfery wewnątrz i na zewnątrz opakowania, są obecnie uważane za przyszłościowy kierunek rozwoju opakowalnictwa żywności. Opakowanie inteligentne może więc nie tylko monitorować jakość i bezpieczeństwo produktu, ale również przekazywać potencjalnemu konsumentowi lub producentowi informację o jego stanie. Dostępne na rynku opakowań do żywności kolorymetryczne wskaźniki jakości oparte na zmianie pH, zawierają syntetyczne barwniki, dlatego obecnie poszukuje się innowacyjnych wskaźników pH, wytworzonych z zastosowaniem naturalnie występujących substancji barwnych, które są tanie, nietoksyczne i bezpieczne dla zapakowanego produktu spożywczego, jednocześnie monitorujące jego jakość. Antocyjany, betalainy lub chlorofil należą do grupy rozpuszczalnych w wodzie pigmentów naturalnych, które wykazują zmianę barwy pod wpływem zmiany pH. Ponadto, wprowadzenie do struktury folii jadalnej składnika o działaniu przeciwdrobnoustrojowym daje możliwości wytworzenia opakowania aktywnego, które przez powolne uwalnianie składnika może kontrolować jakość produktu spożywczego. Selektywne działanie takich powłok polega na uwalnianiu podczas przechowywania odpowiedniego czynnika aktywnego, który oddziałuje na mikroorganizmy. Innowacyjne rozwiązania dotyczące inteligentnych i aktywnych materiałów opakowaniowych przedstawiono w publikacjach naukowych (M3, A28, A40, A42).

#### **4.4.4. Badania nad opracowaniem nowych produktów spożywczych z owoców i warzyw o pożądanym cechach smakowo-zapachowych**

Owoce i warzywa spełniają bardzo ważną rolę w odżywianiu ludzi, ponieważ są głównym źródłem substancji regulujących proces przemiany materii u człowieka, zwiększają także atrakcyjność potraw ze względu na przyjemny smak, zapach, barwę i konsystencję. Skład chemiczny surowców roślinnych jest zróżnicowany w zależności od gatunku, odmiany, cech dziedzicznych, stopnia dojrzałości, warunków glebowych i klimatycznych, nawożenia oraz warunków przechowywania i transportu. Zastosowanie innowacyjnych metod obróbki wstępnej i procesu suszenia stwarza możliwości wytworzenia przekąsek owocowych o pożądanym cechach smakowo-zapachowych. Badania naukowe, w których uczestniczyłam wykazały, że odwadnianie osmotyczne w koncentracji soku z aronii i sacharozy oraz zastosowanie innowacyjnej metody suszenia hybrydowego konwekcyjno-mikrofalowo-próżniowego miało istotny

wpływ na właściwości mechaniczne i akustyczne chipsów z pigwy japońskiej. Atrakcyjne sensorycznie chipsy charakteryzowały się ciemnoczerwoną barwą oraz pożądanymi właściwościami fizycznymi pod względem kruchości i chrupkości. Zastosowanie odwadniania osmotycznego w koncentracie soku z aronii i sacharozy oraz suszenia hybrydowego konwekcyjno-mikrofalowo-próżniowego dało możliwość wytworzenia chipsów jabłkowych o właściwościach prozdrowotnych. Przekąski odwadniane w porównaniu do prób kontrolnych cechowały się wyższą zawartością witaminy C, polifenoli i substancji przeciwutleniających. Badania dotyczące wytworzenia dżemów na bazie warzyw pokazały, że dżemy warzywne i owocowo-warzywne bardzo dobrze wpisują się w trend zdrowego odżywiania i znajdują uznanie wśród konsumentów. Obecnie pracuję nad opracowaniem technologii wytworzenia folii jadalnych sporządzonych na bazie warzyw pochodzących z wysortu produkcyjnego. Wyniki badań dotyczące wybranych właściwości nowych produktów spożywczych przedstawiono w publikacjach naukowych (A24, A29, A43, A44).

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

W czasach licealnych uzyskałam stypendium Prezesa Rady Ministrów na lata 2000-2001 za bardzo dobre wyniki w nauce. Po ukończeniu z wyróżnieniem liceum oraz zdaniu egzaminów wstępnych w październiku 2001 roku rozpoczęłam studia stacjonarne na kierunku technologia żywności i żywienie człowieka na Wydziale Technologii Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Podczas studiów magisterskich kilkakrotnie zostałam wyróżniona stypendium naukowym. Pracę magisterską pt. „Właściwości sorpcyjne powłok jadalnych białkowych” zrealizowałam w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Lenarta i ukończyłam studia w 2006 roku z wynikiem bardzo dobrym.

Pracą naukową zajmuję się od października 2006 r., kiedy rozpoczęłam dzienne studia doktoranckie na Wydziale Technologii Żywności SGGW w Warszawie. Pracę doktorską pt. „Studia nad właściwościami fizycznymi powłok jadalnych wytworzonych na bazie białek sojowych i serwatkowych” realizowałam w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Lenarta.

Celem pracy było określenie wpływu składu surowcowego powłok białkowych na ich wybrane właściwości fizyczne. Od początku mojej działalności naukowej poszukiwałam możliwości podnoszenia kwalifikacji zawodowych i zdobycia nowych umiejętności związanych z tematyką badawczą. W 2007 roku nawiązałam współpracę z Prof. Frédériciem Debeaufort z Francji, który specjalizuje się w tematyce dotyczącej folii jadalnych. Następnie, w okresie 01.02 – 26.07.2008 r. (6 m-cy) odbyłam staż naukowy pod jego kierownictwem w ramach stypendium programu Socrates Erasmus, realizowany w AgroSup Dijon - University of Burgundy we Francji. W czasie mojego pobytu w Dijon wykonałam część badań, dotyczącą właściwości barierowych, termicznych i zwilżających oraz wykonałam analizę granulometryczną emulsyjnych roztworów powłokotwórczych. W 2009 r. uzyskałam stypendium Rządu Francuskiego, które pozwoliło mi na odbycie stażu naukowego w Uniwersytecie Montpellier II we Francji okresie 01.09-31.10.2009 r., (2 m-ce), gdzie pogłębiłam wiedzę z zakresu właściwości sorpcyjnych i barierowych, która była pomocna do opracowania metodyki badania przenikalności pary wodnej przez folie opakowaniowe, którą mogłam zastosować w swoich badaniach po powrocie do Polski. Część badań z pracy doktorskiej została zrealizowana w ramach 2-letniego projektu badawczego – grantu promotorskiego finansowanego przez MNiSW, w którym byłam głównym wykonawcą.

W trakcie studiów doktoranckich wzięłam udział w trzech zagranicznych 2-tygodniowym pobytach edukacyjno-szkoleniowych:

- intensywny program w ramach Socrates Erasmus pt. „Food and health” odbywający się w University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca (Rumunia), 18.02–3.03. 2007 r.,
- szkoła letnia w ramach programu CEEPUS pt. “Challenges of food safety and quality issues in Middle-Europe” odbywająca się Corvinus University of Budapest (Węgry), 18-29.06.2007 r.,
- intensywny program w ramach Socrates Erasmus pt. „Food Quality and Safety” odbywający się w Slovak University of Agriculture in Nitra (Słowacja), 7-20.06.2009 r.

Podczas wykonywania pracy doktorskiej zostałam 3-krotnie nagrodzona stypendium Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. W dniu 08.07.2010 r. uzyskałam stopień naukowy doktora nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia.

W grudniu 2010 r. zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego, a po roku adiunkta naukowo-dydaktycznego, w Katedrze Inżynierii

Żywności i Organizacji Produkcji Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie. Podczas mojej dziesięcioletniej pracy na tym stanowisku przez pięć lat przebywałam na urloпах (macierzyńskim, rodzicielskim, wychowawczym).

Po rozpoczęciu pracy kontynuowałam tematykę badawczą, związaną z foliami jadalnymi i powlekaniami żywności, jednocześnie poszukując nowych kierunków własnego rozwoju naukowego. W 2011 r. uzyskałam ponownie stypendium badawcze Rządu Francuskiego, które pozwoliło mi na odbycie stażu naukowego na stanowisku Post-Doc w AgroSup Dijon - University of Burgundy we Francji (01-30.11.2011 r.). Podczas mojego pobytu we Francji prowadziłam badania nad wytworzeniem folii warstwowych chitozanowo-serwatkowych oraz badałam ich właściwości fizykochemiczne, które zostały zrealizowane także we współpracy z Dr Mią Kurek z University of Zagreb w Chorwacji.

Na uwagę zasługuje również stała współpraca z naukowcami z University of Burgundy we Francji, University of Zagreb w Chorwacji, National University of Mar del Plata w Argentynie oraz Tübitak Marmara Research Center w Turcji, która polega na wymianie doświadczeń, wspólnym prowadzeniu i konsultacji badań naukowych, które mają odzwierciedlenie w publikacjach naukowych (**O6, A6, A7, A8, A14, A20, A39, A41, A42**).

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

### **6.1. Osiągnięcia dydaktyczne**

Moje obowiązki dydaktyczne związane są ze specjalnością inżynieria żywności. Prowadzę zajęcia laboratoryjne oraz wykłady na kierunkach: technologia żywności i żywienie człowieka, bezpieczeństwo żywności, biotechnologia i towaroznawstwo w biogospodarce.

W roku akademickim 2014/2015 brałam udział w koordynacji przedmiotu Współczesne trendy w technologii żywności, a od roku 2020/2021 jestem koordynatorem przedmiotu Inżynieria układów wielofazowych i Właściwości fizyczne produktów spożywczych.

W roku akademickim 2011/2012 opracowałam ćwiczenie pt.: „BZT<sub>5</sub> – biochemiczne zapotrzebowanie na tlen” w ramach przedmiotu Gospodarka

energetyczna. W roku akademickim 2014/2015 opracowałam ćwiczenie z zakresu powlekania żywności i badania właściwości fizycznych innowacyjnych materiałów opakowaniowych w ramach przedmiotu Współczesne trendy w technologii żywności oraz ćwiczenie z zakresu właściwości powierzchniowych żywności w ramach przedmiotu Właściwości fizyczne produktów spożywczych.

Przygotowałam i prowadzę wykłady pt.: „Powlekanie żywności”, „Nowe źródła energii”, „Zmniejszenie materiałochności i energochłonności w przetwarzaniu surowców”, „Właściwości optyczne produktów spożywczych”, „Układy koloidalne w technologii żywności” oraz „Stabilność żywności”.

W 2011 r. nawiązałam współpracę z kilkoma instytutami i firmami, gdzie zorganizowałam zajęcia dydaktyczne dla studentów Wydziału Nauk o Żywności: Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Wacława Dąbrowskiego w Warszawie, Fresh World International Sp. z o.o.; studentów Międzywydziałowego Studium Ochrony Środowiska: Arso Polański Sp. z o.o. oraz studentów Międzywydziałowego Studium Towaroznawstwa: Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych.

Byłam opiekunem pracy badawczej pt. ”Dyńia też “owoc” – czyli próba opracowania receptury dżemów dyniowo-owocowych,, w ramach działalności Koła Naukowego Technologów Żywności, której wyniki były prezentowane podczas XXXIX Przeglądu Kół Naukowych SGGW w Warszawie w Sekcji Nauk o Żywności (11.01.2013 r., prezentacja została nagrodzona) oraz podczas konferencji międzynarodowej 8<sup>th</sup> Baltic Conference on Food Science and Technology Food Health and Well-being FOODBALT-2013 w Tallinnie w Estonii (23-24.05.2013 r.).

Byłam opiekunem naukowym 5 studentów z University Institute of Technology of Dijon – University of Burgundy we Francji, którzy realizowali 4-miesięczne staże badawcze w ramach programu Erasmus w latach 2010-2014.

Byłam opiekunem 9 prac magisterskich oraz promotorem 6 prac inżynierskich i 7 prac magisterskich realizowanych na Wydziale Nauk o Żywności. Obecnie jestem promotorem 3 prac magisterskich i 3 prac inżynierskich. Byłam również recenzentem w 4 pracach dyplomowych. Jestem promotorem pomocniczym w dwóch pracach doktorskich: Pani mgr inż. Anny Kot pt.: „Wpływ składu surowcowego, obróbki ultradźwiękami, nowych dodatków stabilizujących i zróżnicowanych parametrów zamrażania na właściwości fizyczne mieszanki lodowej oraz strukturę krystaliczną lodów spożywczych”, która rozpoczęła studia w Szkole Doktorskiej w październiku

2019 r. oraz Pani mgr inż. Magdaleny Karwackiej pt.: „Studia nad możliwościami wykorzystania pełnowartościowych odpadów z przemysłu owocowo-warzywnego do produkcji suszonych przekąsek”, która rozpoczęła studia w Szkole Doktorskiej w październiku 2020 r.

## **6.2. Osiągnięcia organizacyjne**

Byłam organizatorem trzech wizyt studyjnych na Wydziale Nauk o Żywności SGGW w Warszawie naukowców z University of Burgundy we Francji. Wizyty odbyły się latach: 2009 - Prof. Frédéric Debeaufort, 2010 – Prof. Jean-Pierre Gay i Prof. Frédéric Debeaufort i w roku 2019 – Dr Nasreddine Benbettaïeb.

Byłam organizatorem i uczestnikiem seminarium naukowego dla 34 członków z różnych krajów świata programu ISEKI\_FOOD 3 i ISEKI\_MUNDUS 2, które odbyło się na Wydziale Nauk o Żywności SGGW w Warszawie w dniach 9-10.05.2011 r.

Corocznie angażuję się w organizację stoiska wydziałowego podczas Dni SGGW. W ostatnich latach brałam udział w realizacji kierunku badawczego pt. „Technologie elastycznych procesów pakowania żywności oraz aktywnych, inteligentnych i wygodnych systemów pakowania” w ramach projektu Centrum żywności i żywienia – modernizacja kampusu SGGW w Warszawie w celu stworzenia Centrum Badawczo-Rozwojowego Żywności i Żywienia (CŻiŻ)” współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego 2014 – 2020.

Od 2019 roku jestem koordynatorem wydziałowym ds. praktyk na kierunku technologia żywności i żywienie człowieka, bezpieczeństwo żywności i towaroznawstwo. W kadencji 2019/2020 byłam członkiem Rady Programowej Wydziału Technologii Żywności, a także pełniłam funkcję sekretarza. We wrześniu 2020 zostałam powołana na członka Rady Programowej WTŻ w kadencji 2020/2024.

## **6.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę**

Od początku mojej pracy naukowej angażuję się w różne formy aktywności, mające na celu popularyzację nauki w różnych czasopismach branżowych. W tym celu opublikowałam kilka publikacji popularnonaukowych o różnej tematyce badawczej



(A45, A46, A47, A48). Prace dotyczyły powłok i folii jadalnych i ich zastosowania w technologii żywności, przypraw i dodatków funkcjonalnych, dżemów owocowo-warzywnych oraz zastosowania technologii powlekania w poprawie jakości żywności. W 2019 roku przeprowadziłam lekcję warsztatową pt.: „Powlekanie żywności” podczas 23 Festiwalu Nauki w Warszawie.

## 7. Inne informacje dotyczące kariery naukowej

### 7.1. Dorobek publikacyjny

Mój dorobek naukowo-badawczy obejmuje 53 oryginalne prace twórcze, w tym 44 artykuły naukowe, 5 rozdziałów w monografiach naukowych oraz 4 publikacje popularno-naukowe. Opublikowałam 22 publikacje w czasopismach znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR). Zestawienie dorobku publikacyjnego przedstawiono w Tabeli 1. Jestem pierwszym, w niektórych pracach również jedynym, autorem publikacji oraz autorem korespondencyjnym w znacznej większości publikacji naukowych.

Wartość punktowa wszystkich publikacji według wykazu czasopism naukowych MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 1543 punktów, w tym po uzyskaniu stopnia naukowego doktora 1434 punktów. Mój sumaryczny Impact Factor wynosi 64,179, w tym po uzyskaniu stopnia naukowego doktora 57,832. Łączna liczba cytowań moich publikacji według bazy Scopus wynosi 1024 (970 bez autocytowań) oraz według bazy Web of Science 947 (903 bez autocytowań). Mój indeks Hirscha wynosi 14.

**Tabela 1.** Zestawienie dorobku publikacyjnego

Lp.	Nazwa czasopisma	Liczba pkt MNiSW	IF	IF <sub>5letni</sub>
<b>Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora</b>				
1	<i>Polish Journal of Food and Nutrition Sciences</i> (2007)	6	-	2,398
2	<i>ŻYWNOSĆ - Nauka. Technologia. Jakość</i> (2007)	4	-	0,295
3	<i>Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego</i> (2007)	-	-	-
4	<i>Zeszyty Naukowe AR im. H. Kollątaja w Krakowie</i> (2007)	-	-	-
5	<i>Przemysł Spożywczy</i> (2009)	4	-	-
6	<i>Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego</i> (2009)	4	-	-
7	<i>Innovative Food Science and Emerging Technologies</i> (2010)	27	2,825	4,553
8	<i>International Dairy Journal</i> (2010)	32	2,181	2,584
9	<i>Journal of the Science of Food and Agriculture</i> (2010)	32	1,360	2,945
10	<i>Bezpieczeństwo i Higiena Żywności</i> (2010)	-	-	-
11	Rozdział w monografii (2010)	-	-	-
<b>Razem pozycje 1-11</b>		<b>109</b>	<b>6,366</b>	<b>12,775</b>

<b>Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora</b>				
<b>Wchodzące w skład osiągnięcia</b>				
12	<i>Trends in Food Science and Technology</i> (2015)	45	5,150	11,392
13	<i>Food Hydrocolloids</i> (2016)	45	4,747	7,077
14	<i>Food Technology and Biotechnology</i> (2016)	25	0,891	2,21
15	<i>Food Hydrocolloids</i> (2018)	45	5,839	7,077
16	<i>Polymer Engineering and Science</i> (2019)	70	1,917	1,846
17	<i>International Journal of Molecular Sciences</i> (2020)	140	4,556	5,653
<b>Razem pozycje 12-17</b>		<b>370</b>	<b>23,1</b>	<b>35,255</b>
<b>Pozostale</b>				
18	<i>Acta Agrophysica</i> (2010)	6	-	-
19	<i>ŻYWNOŚĆ - Nauka. Technologia. Jakość</i> (2011)	15	0,155	0,295
20	<i>Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego</i> (2011)	5	-	-
21	<i>Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych</i> (2011)	-	-	-
22	<i>Acta Agrophysica</i> (2011, 2012, 2013, 2014)	2x5+2x7	-	-
23	<i>Przemysł Spożywczy</i> (2012, 2014x2)	6+2x5	-	-
24	<i>Czech Journal of Food Science</i> (2012)	15	0,685	1,322
25	<i>Innovative Food Science and Emerging Technologies</i> (2012)	40	2,528	4,553
26	<i>Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny</i> (2012, 2013x2, 2014)	4+3x5	-	-
27	<i>Journal of Food Engineering</i> (2013)	35	2,576	4,332
28	<i>Food Technology and Biotechnology</i> (2013)	25	0,977	2,21
29	<i>Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego</i> (2013)	4	-	-
30	<i>Food Packaging and Shelf Life</i> (2014)	-	-	4,244
31	<i>Innowacyjne Mleczarstwo</i> (2014)	-	-	-
32	<i>Agro Przemysł</i> (2014)	-	-	-
33	Rozdział w monografii (2014)	-	-	-
34	<i>International Journal of Food Science and Technology</i> (2015)	25	1,504	2,516
35	Rozdział w monografii (2017)	5	-	-
36	Rozdział w monografii (2019)	80	-	-
37	<i>Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego</i> (2019)	5	-	-
38	<i>Journal of Food Process Engineering</i> (2019)	100	1,703	1,773
39	<i>International Journal of Molecular Sciences</i> (2020)	140	4,556	4,653
40	<i>Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego</i> (2020)	5	-	-
41	<i>Coatings</i> (2020)	100	2,436	2,718
42	<i>Molecules</i> (2020x2)	2x100	2x3,267	2x3,589
43	<i>Trends in Food Science and Technology</i> (2020)	200	11,077	11,392
<b>Razem (pozycje 18-43)</b>		<b>945</b>	<b>34,731</b>	<b>47,186</b>
<b>Razem po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (pozycje 12-43)</b>		<b>1434</b>	<b>57,831</b>	<b>82,441</b>
<b>RAZEM pozycje 1-43</b>		<b>1543</b>	<b>64,197</b>	<b>95,216</b>

## **7.2.    Udział i rola w projektach badawczych**

Podczas pracy naukowej angażowałam się w pozyskanie funduszy na finansowanie moich badań naukowych. W czasie studiów doktoranckich byłam głównym wykonawcą dwuletniego projektu badawczego pt.: „Studia nad właściwościami fizycznymi powłok jadalnych na bazie białek sojowych i serwatkowych”, finansowanego przez MNiSW. W okresie 11.2011- 01.2012 r. byłam wykonawcą zadania pt.: „Analiza rynku teksturotwórczych dodatków do żywności w Polsce oraz metod zagospodarowania odpadów przemysłu owocowo-warzywnego” w ramach projektu badawczego pt.: Nowy teksturotwórczy dodatek do żywności na bazie odpadowych surowców przemysłu owocowo-warzywnego w projekcie Lider finansowanym przez NCBiR. Następnie byłam kierownikiem projektu badawczego pt.: „Wpływ powlekania na wybrane wyróżniki jakościowe gruszek w czasie przechowywania” w ramach wewnętrznego trybu konkursowego dla młodego pracownika nauki w roku 2014/2015. W latach 2012-2015 byłam kierownikiem projektu badawczego pt.: „Wpływ substancji hydrofobowych na właściwości fizyczne filmów z naturalnych polimerów” w ramach projektu Iuventus Plus finansowanego przez MNiSW. Od 2019 roku jestem wykonawcą zadania pt.: ”Opracowanie technologii produkcji zdrowej żywności z uwzględnieniem zagospodarowania pełnowartościowych odpadów spożywczych (wysortu warzywnego) i opracowanej metody obliczania śladu węglowego” projekcie BIOSTRATEG finansowanego przez NCBiR. Obecnie jestem również wykonawcą w ramach Systemu Wsparcia Finansowego dla Naukowców i Zespołów Badawczych (nr SMPB 7/2020).

## **7.3.    Udział w konferencjach naukowych**

W czasie dotychczasowej pracy naukowej wzięłam udział w licznych konferencjach, sympozjach i seminariach, jak również warsztatach i szkoleniach podnoszących moje kwalifikacje zawodowe. Wyniki moich badań naukowych były prezentowane na 17 konferencjach krajowych i 8 międzynarodowych.

#### **7.4. Działalność w towarzystwach naukowych i zespołach eksperckich oraz konsorcjach i sieciach badawczych, recenzje grantów**

W 2011 roku wzięłam udział w panelu eksperckim w projekcie *Żywność i Żywnienie w XXI wieku – wizja rozwoju polskiego sektora spożywczego* w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka finansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Projekt był realizowany przez Instytut Ogrodnictwa i wyniki zostały udostępnione w monografii pt.: „*Żywność i żywnienie w XXI wieku Scenariusze rozwoju polskiego sektora rolno-spożywczego*” pod redakcją L. Michalczuk (2011) ISBN 978-83-62916-20-7.

W 2014 roku wykonałam pracę ekspercką, polegającą na ocenie merytorycznej wniosku o dofinansowanie w ramach programu Lider na zlecenie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (umowa nr 777/2014).

W 2014 r. byłam ekspertem naukowym w XLI Przeglądzie Kół Naukowych SGGW w Warszawie w sekcji „Żywnienie i technologia żywności”.

W 2020 r. wykonałam pracę ekspercką, polegającą na ocenie merytorycznej wniosku o dofinansowanie w ramach projektu międzynarodowego FONDECYT Competition na zlecenie National Fund for Scientific and Technological Research (FONDECYT) of the National Research and Development Agency of the Science, Technology, Knowledge and Innovation Ministry, Chile.

#### **7.5. Współpraca międzynarodowa, współpraca z przemysłem, recenzje publikacji**

W 2008 r. rozpoczęłam współpracę z naukowcami z Uniwersytetu Burgundzkiego w Dijon we Francji, która zaowocowała wspólnymi badaniami i publikacjami naukowymi. Prowadzę również współpracę z naukowcami z University of Zagreb w Chorwacji, TÜBİTAK Marmara Research Center w Turcji, Council for Agricultural Research and Economics (CREA) - Research Centre for Olive we Włoszech oraz University Nacional of Mar del Plata w Argentynie.

Nawiązałam współpracę z kilkoma instytucjami i firmami branżowymi, która zaowocowała zorganizowaniem zajęć dydaktycznych dla studentów SGGW. Pełniąc funkcję koordynatora wydziałowego ds. praktyk kontaktuję się z różnymi instytucjami i firmami branżowymi w ramach obowiązków związanych z organizacją i kontrolą

studenckich praktyk zawodowych. Od 2014 r. jestem odpowiedzialna ze strony SGGW w Warszawie za koordynację działań wynikających z podpisanego porozumienia o współpracy z Instytutem Innowacji Przemysłu Mleczarskiego Sp. z o.o. W 2019 roku nawiązałam współpracę z firmą Greenfield Sp. z o.o. Sp. k., która zaowocowała wspólnymi badaniami naukowymi. W 2020 r. zostało również podpisane porozumienie o współpracy, w którym jestem osobą odpowiedzialną za koordynację działań ze strony Uczelni.

Wykonałam łącznie 108 recenzji publikacji dla zagranicznych czasopism naukowych, w tym 101 w czasopismach ujętych w wykazie Journal Citation Reports (JCR). Najwięcej recenzji przygotowałam dla czasopism: *Food Hydrocolloids* (37), *International Journal of Food Science and Technology* (7), *Foods* (6), *Carbohydrate Polymers* (3), *Comprehensive Reviews in Food Science and Technology* (3), *Food Packaging and Shelf Life* (3), *Molecules* (3) i *Trends in Food Science and Technology* (3).

#### **7.6. Odbyte szkolenia i kursy**

Podnosiłam swoje kompetencje zawodowe w czasie licznych szkoleń i kursów, krajowych jak i zagranicznych, zdobywając różne umiejętności przydatne w pracy naukowej i dydaktycznej. Na uwagę zasługuje udział w działaniach w ramach projektu współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego p.: „Nauka i biznes” w 2011 roku. Odbylam wówczas 2 wizyty studyjne (Krakowski Park Technologiczny i Łódzki Regionalny Park Naukowo-Technologiczny) oraz 5 modułów szkoleniowych po 16 godzin każdy: Zarządzanie projektami badawczymi i marketing technologii, Prawo patentowe. Ochrona własności intelektualnej, Komercjalizacja badań w świetle założeń strategii rozwoju kraju i regionu oraz analiza obowiązujących i proponowanych rozwiązań prawa, Źródła i zasady finansowania projektów badawczo-rozwojowych, Niestereotypowe zarządzanie własną karierą. W 2019 roku odbyłam poziom podstawowy i zaawansowany kursu AutoCAD, który umożliwi mi prowadzenie zajęć dydaktycznych z rysunku technicznego i grafiki inżynierskiej w tym programie.

### 7.7. Otrzymane nagrody i wyróżnienia

W maju 2012 r. otrzymałam wyróżnienie - nagrodę specjalną za prezentację posterową pt.: „Application of whey protein coatings on fresh-cut apples”, zaprezentowaną podczas konferencji międzynarodowej VII Baltic Conference on Food Science and Technology - FOODBALT, która odbyła się w Kownie na Litwie.

W 2013 r. uzyskałam nagrodę Rektora SGGW w Warszawie zespołową stopnia III za osiągnięcia naukowe.

W 2020 r. znalazłam się na liście TOP 2% najbardziej wpływowych uczonych na świecie pod kątem cytowalności publikacji przez innych autorów (wśród 7 osób z SGGW). Ranking opracował Uniwersytet Stanforda we współpracy z wydawnictwem Elsevier i przedsiębiorstwem SciTech Strategies. Na tej prestiżowej liście znaleźli się naukowcy, których prace były najczęściej cytowane przez innych autorów z ich dyscyplin i subdyscyplin. Ranking jest kompleksową oceną dorobku naukowego uczonych z całego świata według indeksu bibliometrycznego (tzw. C-score), uwzględniającego m.in. liczbę cytowań niezależnych, indeks Hirscha oraz miejsce i rolę autora wśród współautorów.



(podpis wnioskodawcy)