

Szczecin 20.05.2021

Prof. dr hab. inż. Artur Bartkowiak  
Centrum Bioimmobilizacji i Innowacyjnych Materiałów Opakowaniowych  
Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

## **OPINIA**

na temat osiągnięcia naukowego pt. „Badanie wpływu substancji hydrofobowych na właściwości fizyczne jadalnych folii białkowych” oraz ocena całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Sabiny Galus w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia, wszczętym w dniu 25 stycznia 2021 roku w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Podstawą opracowania recenzji jest pismo z dnia 25.03.2021 prof. dr hab. Krystyny Gutkowskiej Białkowskiej przewodniczącej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia.

### **1. Ogólne informacje o Habilitantce**

Sabina Galus w 2006 roku ukończyła studia magisterskie w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka na Wydziale Nauk o Żywności w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W roku 2010 roku obroniła pracę doktorską pt. „Studia nad właściwościami fizycznymi powłok jadalnych wytworzonych na bazie białek sojowych i serwatkowych” wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Lenarta na Wydziale Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Po obronie pracy doktorskiej do chwili obecnej pracuje, początkowo jako asystent naukowo-dydaktyczny a od 2012 roku jak adiunkt naukowo-dydaktyczny, w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji (Instytut Nauk o Żywności) Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

### **2. Ocena osiągnięcia naukowego**

Osiągnięciem naukowym dr inż. Sabiny Galus, 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 jakie

ukazały się w latach 2015-2020 pod wspólnym tytułem „Badanie wpływu substancji hydrofobowych na właściwości fizyczne jadalnych folii białkowych”.

Sumaryczny Impact Factor (IF) dla sześciu publikacji naukowych, obejmujących 1 pracę przeglądową i 5 eksperymentalnych, stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wynosi 23,1 co daje średnio 3,85 na publikację (5-letni Impact Factor 6 publikacji wynosi 35,255). Suma punktów wg punktacji MNiSW zgodnie z rokiem publikacji wynosi 370. Sumaryczna liczba cytowań osiągnięcia wynosi 370 wg bazy Scopus i 337 wg bazy Web of Science. Jednak w tym miejscu należy wskazać, że największą liczbę cytowań (208 wg bazy Scopus i 193 Web of Science) ma pierwsza w dorobku praca przeglądowa z 2015 roku.

We wszystkich 6 publikacjach dr inż. Sabina Galus jest pierwszym autorem. W jednej publikacji jest jedyną autorką, w 4 jest 2 a w jednej 4 współautorów. Wniesiony przez Habilitantkę udział i zakres wykonywanych pracy został oszacowany na podstawie udokumentowanych oświadczeń Habilitantki oraz innych współautorów, określających indywidualny opis wkładu w wykonane prace. Deklarowany udział w przygotowaniu wszystkich publikacji i wkład Habilitantki uważam za wiodący, który związany był m.in. z opracowaniem koncepcji i założeń badawczych we wszystkich 6 pracach wraz z przeprowadzeniem części badań, interpretacji wyników oraz przygotowaniem wszystkich manuskryptów i prowadzenie korespondencji z redaktorami (autor korespondencyjny).

Celem przewodnim badań przedstawionych w 5 pracach eksperymentalnych (O2-O6) było określenie wpływu dodatku substancji hydrofobowych (oleje roślinne i woski) na właściwości fizyczne jadalnych folii białkowych wytworzonych na bazie wybranych białek filmotwórczych, w tym izolatu białka serwatkowego (O2, O3, O5), izolatu białka sojowego (O3) i kazeinianu sodu (O6). Określony został wpływ rodzaju i ilości naturalnych substancji hydrofobowych w postaci olejów roślinnych (O2, O3, O4, O5) oraz wosku candelilla i carbauba (O6) na właściwości fizyczne wytworzonych folii. Badania dotyczą modyfikacji składu surowcowego folii białkowych w celu poprawy ich hydrofobowości poprzez zastosowanie olejów jadalnych oraz wosków w niskich stężeniach, które wpływają na zmianę właściwości użytkowych folii. W badaniach



skupiono się m.in. na właściwościach barierowych i podatności na zwilżanie, które są kluczowe w aspekcie praktycznych zastosowań folii do żywności.

Zakres opisanych w kolejnych publikacjach badań obejmował zastosowanie jadalnych folii i powłok emulsyjnych do żywności, począwszy od publikacji przeglądowej (O1)

z 2015 roku, będącej pewnego rodzaju opisem „stanu techniki” do zasadniczej części eksperymentalnej zawartej w kolejnych 5 publikacjach dotyczących wpływu na wybrane właściwości kompozytowych folii białkowych dodatku następujących naturalnych substancji hydrofobowych:

- oleju z migdałów i orzechów włoskich (publikacja O2) oraz oleju rzepakowego (publikacje O3-O4) na właściwości fizyczne folii serwatkowych,
- oleju rzepakowego na właściwości funkcjonalne folii sojowych (publikacja O5),
- wosku candelilla i carnauba na właściwości funkcjonalne folii kazeinowych (publikacja O6).

W badaniach wykorzystano otrzymywane w procesie roztworowym wodnym jadalne folie białkowe plastyfikowane glicerolem z dodatkiem hydrofobowych substancji naturalnych z grupy olejów. Otrzymywano folie zostały poddane wybranym badaniom właściwości fizyko-chemicznych w tym oznaczeniom:

- zawartości wody, grubość, rozpuszczalność i pęcznienie w wodzie,
- barway w systemie CIE L\*, a\*, b\* i przezroczystości jako wł. optycznych,
- wytrzymałości na rozciąganie, modułu Younga, wydłużenia względnego przy zerwaniu jako wł. mechanicznych,
- izotermy adsorpcji i kinetyki wchłaniania pary wodnej w ramach charakterystyki wł. sorpcyjnych,
- kąta zwilżania jako pomiar cech wł. powierzchniowych,
- wł. barierowych dla gazów poprzez oznaczenie przenikalności pary wodnej, tlenu, ditlenku węgla.
- rozkładu granulometrycznego kuleczek tłuszczowych w roztworach foliotwórczych i obserwacjom mikroskopowym jako charakterystyki morfologiczno-strukturalnej formowanych filmów kompozytowych.

W **publikacji przeglądowej O1** omówiono trendy w badaniach dotyczących otrzymywania i zastosowania emulsyjnych folii i powłok jadalnych z opisem wpływu

zastosowanych substancji, metod wytworzenia na wybrane ich właściwości funkcjonalne. Praca wzbudziła duże zainteresowanie w środowisku naukowym, o czym świadczy wysoka liczba cytowań (208 cytowań od 2015 r.).

W publikacji **O2** otrzymano kompozytowe folie emulsyjne na bazie izolatu białka serwatkowego ze stosunkowo niskim dodatkiem oleju migdałowego i oleju z orzecha włoskiego (0,5 oraz 1%), które cechowały się niejednorodną strukturą wynikającą prawdopodobnie z zaobserwowanego bimodalnego rozkład kuleczek tłuszczowych w roztworach filmotwórczych, mleczną barwą i nieprzezroczystością. Natomiast zaobserwowano pożądane zmniejszenie pęcznienie w wodzie, przenikalności pary wodnej i hydrofilowości powierzchni folii serwatkowych przy widocznym pogorszeniu właściwości mechanicznych. Wykazano fakt wzrostu przenikalności tlenu i ditlenku węgla wraz ze wzrostem zawartości olejów. Olej migdałowy, w porównaniu z olejem z orzecha włoskiego, wykazywał silniejsze działanie uplastyczniające i był skuteczniejszy w modyfikowaniu właściwości folii serwatkowych. Uzyskane wyniki potwierdziły, że już niewielki dodatek olejów jadalnych może istotnie poprawić hydrofobowy charakter folii serwatkowych, co może mieć duży potencjał aplikacyjny m.in. w ochronie i pakowaniu wybranych produktów spożywczych.

W publikacjach **O3** i **O5** opisano zastosowanie oleju rzepakowego w niewielkim stężeniu od 1 do 3% w celu modyfikacji właściwości hydrofilowych folii serwatkowych. Folie emulsyjne charakteryzowały się znacznym wzrostem kąta zwilżania z 26,2° do 65,5° oraz niższą rozpuszczalnością w wodzie w porównaniu z folią kontrolną. Wizualnie folie kontrolne były przezroczyste, a te zawierające olej matowe i nieprzezroczyste o wysokiej jasności co świadczy o typowym mikrometrycznym rozproszeniu fazy olejowej. Co ciekawe wytrzymałość na rozciąganie, moduł Younga i wydłużenie przy zerwaniu wzrastały wraz ze zwiększeniem stężenia oleju, co może świadczyć o niewielkim wpływie uplastyczniającym oleju, jednakże zaobserwowano ogólnie typową 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. Analiza właściwości zwilżających potwierdziła heterogeniczną strukturę otrzymanych folii, co może być



związane z procesem separacji fazowej w układzie o/w. Co ciekawe badanie wpływu temperatury pomiaru (5 i 25°C) wykazało wyższe wartości przenikalności i współczynnika dyfuzji pary wodnej w niższej temperaturze. Obniżone wartości przenikalności tlenu i dwutlenku węgla emulsyjnych folii serwatkowych wytworzonych z dodatkiem oleju rzepakowego, wskazują na ich możliwość potencjalnego zastosowania jako zewnętrzne ochronne powłoki hydrofobowe do produktów, które wymagają oddychających systemów pakowania.

W **publikacji O4** zaprezentowano wyniki badań dotyczących modyfikacji właściwości funkcjonalnych folii sojowych z zastosowaniem jako składnika hydrofobowego oleju rzepakowego. Na podstawie analizy granulometrycznej kuleczek tłuszczowych w roztworach filmotwórczych zaobserwowano podobnie jak w innych podobnych układach bimodalne rozmieszczenie oleju w emulsjach oraz zmniejszenie średnich średnic kuleczek wraz ze zwiększeniem stężenia oleju. Zaobserwowano wyraźne zmniejszenie przenikalności pary wodnej wraz ze wzrostem stężenia oleju niezależnie od wilgotności środowiska. Folie emulsyjne wykazywały się niejednorodnością powierzchni, obniżoną wytrzymałością mechaniczną oraz niższym kątem zwilżania, wskazującym na wyższą hydrofobowość powierzchni i niższym powinowactwem do wody. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że niewielki dodatek oleju rzepakowego wpłynął istotnie przede wszystkim na zmianę barwy i poprawę barierowości wobec pary wodnej. Dlatego takie folie mogą znaleźć zastosowanie jako powłoki ochronne, ograniczające migrację pary wodnej pomiędzy produktem żywnościowym i otaczającym go otoczeniem.

W **publikacji O6** z 2020 roku zaprezentowano wyniki badań, dotyczące zastosowania wosków naturalnych jako skutecznego składnika tłuszczowego do modyfikacji folii kazeinowych. Wytworzono folie z dodatkiem wosków o stężeniu 0,5 i 1% oraz emulgatora (Tween80) o stężeniu 0,09 i 0,18%. Badania wykazały, że wprowadzenie wosków wpłynęło na otrzymanie folii emulsyjnych o niejednorodnej strukturze acz regularnym rozmieszczeniem kuleczek tłuszczowych, które były bardziej uporządkowane w obecności emulgatora. Folie emulsyjne wykazywały się zwiększoną wytrzymałością mechaniczną i lepszą barierowością w stosunku do pary wodnej. Ponadto glicerol i emulgator wykazywały działanie uplastyczniające. Wprowadzenie wosku candelilla i carnauba spowodowało znaczne zmniejszenie

wartości wydłużenia przy zerwaniu badanych folii oraz wpłynęło na zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie i moduł Younga. Folie zawierające wosk candelilla cechowało regularne rozmieszczenie kuleczek tłuszczowych, co skutkowało lepszą barierowością wobec pary wodnej w porównaniu do folii zawierających wosk carnauba. Wprowadzenie wosku razem z emulgatorem do folii kazeinowych wpłynęło na poprawę właściwości mechanicznych i barierowych wobec pary wodnej, co może mieć interesujące przełożenie na ich zastosowanie praktyczne.

Wszystkie uzyskane wyniki oryginalnych badań w ramach ocenianych publikacji **O2-O6** stanowią bardzo ciekawe rozszerzenie i uzupełnienie zarówno wcześniejszych prac prowadzonych przez Habilitantkę oraz badań realizowanych w różnych ośrodkach naukowych. Prace te wnoszą istotny wkład w poszerzenie wiedzy w zakresie określenia wpływu niewielkich ilości związków hydrofobowych na istotną poprawę wybranych właściwości użytkowych jadalnych folii i powłok białkowych.

Osiągnięte rezultaty posiadają wysokie znaczenie zarówno poznawcze oraz aplikacyjne dla dyscypliny naukowej technologia żywności i żywienia i mogą być z powodzeniem wykorzystane do kierunkowego projektowania oraz otrzymywania nowych efektywnych materiałów powłokotwórczych w postaci powłok jadalnych o modulowanych właściwościach fizyko-chemicznych w tym barierowych.

### **3. Ocena istotnej działalności naukowej**

Dr inż. Sabina Galus jest autorką lub współautorką 53 oryginalnych prac twórczych, w tym 43 artykułów naukowych (z czego 32 po uzyskaniu ostatniego awansu), 5 rozdziałów w monografiach naukowych oraz 4 publikacji popularno-naukowych. Opublikowała 22 publikacje w czasopismach znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR) m.in. w: Trends in Food Science and Technology, Food Hydrocolloids, Polymer Engineering and Science, International Journal of Molecular Sciences, Journal of Food Process Engineering, Coatings, Molecules.

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. Sumaryczny Impact Factor wynosi 64,179 (co daje średnio przy 22 publikacjach 2,91 na publikację), w tym po uzyskaniu stopnia naukowego doktora 57,832. Łączna liczba cytowań wszystkich publikacji według bazy Scopus wynosi 1024 (970 bez autocytowań) oraz według bazy Web of



Science 947 (903 bez autocytowań). Cytowania prac Habilitantki przełożyły się na średni indeks Hirscha 14. Po weryfikacji według SCOPUS na dzień 20.05.2021 24 prace było cytowanych 1122 razy (h=14). Wyniki swoich badań naukowych prezentowała na 17 konferencjach krajowych i 8 międzynarodowych.

Pozostałe osiągnięcia naukowe w postaci publikacji i doniesień konferencyjnych dotyczą następujących obszarów tematycznych:

1. Charakterystyka i badanie właściwości użytkowych jadalnych folii biopolimerowych (24 publikacje, 4 monografie)
2. Charakterystyka i zastosowanie powłok i folii jadalnych do poprawy jakości produktów spożywczych (8 publikacje, 1 monografia)
3. Zastosowanie folii jadalnych w inteligentnych i aktywnych systemach opakowań do żywności (3 publikacje, 1 monografia)
4. Badania nad opracowaniem nowych produktów spożywczych z owoców i warzyw o pożądanym cechach smakowo-zapachowych (4 publikacje)

Opublikowany dorobek naukowy Kandydatki można uznać za znaczący, zwarty i charakteryzujący się bardzo dobrym poziomem naukowym. Dziwi przy tak dużym dorobku publikacyjnym o charakterze badawczo-aplikacyjnym brak zgłoszeń patentowych i patentów. W ocenie recenzenta, aktywność naukowa dr Galus przekładająca się na wskazaną powyżej liczbę publikacji jest wystarczająca by uznać ją za dojrzałego pracownika nauki.

#### **4. Ocena pozostałej działalności w tym organizacyjnej i dydaktycznej**

Habilitantka w okresie po doktoracie intensywnie współpracowała z pracownikami licznych zagranicznych jednostek naukowych 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, co zaowocowało licznymi wspólnymi badaniami i publikacjami. W 2011 r. uzyskała stypendium badawcze Rządu Francuskiego, które pozwoliło jej na odbycie stażu naukowego na stanowisku Post-Doc w AgroSup Dijon - University of Burgundy we Francji (01-30.11.2011 r.).

Tym samym spełniła ustawowy warunek legitymowania się aktywnością naukową w więcej niż jednym uniwersytecie lub instytucji badawczej, a współpraca z Prof. Frédéric Debeaufort, z University of Burgundy we Francji zaowocowała jedną

z publikacji włączonych do cyklu stanowiącego osiągnięcie badawcze habilitantki.

Dr Galus brała udział jako wykonawca oraz jako kierownik w krajowych projektach badawczych. Badania, których wyniki przedstawiono w osiągnięciu zostały sfinansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu badawczego Iuventus Plus nr IP2011 013371 realizowanego w latach 2012-2015 pt. „Wpływ substancji hydrofobowych na właściwości fizyczne filmów z naturalnych polimerów”.

Nawiązała współpracę z krajowymi organizacjami i firmami branżowymi, która zaowocowała zorganizowaniem zarówno zajęć dydaktycznych dla studentów SGGW jak i rozpoczęciem współpracy B+R z otoczeniem gospodarczym. Wykonała łącznie 108 recenzji publikacji dla zagranicznych czasopism naukowych, w tym 101 w czasopismach ujętych w wykazie Journal Citation Reports (JCR) oraz uczestniczyła jako ekspert w pracach gremiów oceniających m.in. projekty badawcze krajowe i zagraniczne. Dr Galus po ostatnim awansie podnosiła swoje kompetencje zawodowe w czasie licznych szkoleń i kursów, krajowych jak i zagranicznych, zdobywając różne umiejętności przydatne w pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej.

Obowiązki dydaktyczne dr Galus związane są ze specjalnością inżynieria żywności, w ramach której prowadzi zajęcia laboratoryjne oraz wykłady na kierunkach: technologia żywności i żywienie człowieka, bezpieczeństwo żywności, biotechnologia i towaroznawstwo w biogospodarce m.in. od roku 2020/2021 jest koordynatorem przedmiotu: „Inżynieria układów wielofazowych” i „Właściwości fizyczne produktów spożywczych”. Przygotowała i prowadzi wykłady pt.: „Powlekanie żywności”, „Nowe źródła energii”, „Zmniejszenie materiałochłonności i energochłonności w przetwarzaniu surowców”, „Właściwości optyczne produktów spożywczych”, „Układy koloidalne w technologii żywności” oraz „Stabilność żywności”.

Była opiekunem 9 prac magisterskich oraz promotorem 6 prac inżynierskich i 7 prac magisterskich realizowanych na Wydziale Nauk o Żywności. Obecnie jest promotorem 3 prac magisterskich, 3 prac inżynierskich oraz promotorem pomocniczym w dwóch pracach doktorskich.



Była wyróżniana nagrodami za osiągnięcia naukowe m.in. w 2013 roku nagrodą zespołową III-stopnia Rektora SGGW w Warszawie. W 2020 roku znalazła się na prestiżowej liście TOP2% najbardziej wpływowych uczonych pod względem cytowalności prac naukowych.

## **5. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Po zapoznaniu się z cyklem monotematycznych publikacji pt. „Badanie wpływu substancji hydrofobowych na właściwości fizyczne jadalnych folii białkowych” oraz całościowym dorobkiem naukowym dr inż. Sabiny Galus stwierdzam, że spełnia on warunek osiągnięcia naukowego, będącego ważnym i wymiernym wkładem Habilitantki w rozwój uprawianej przez nią dyscypliny naukowej. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych prezentuje odpowiedni poziom merytoryczny i wnosi oryginalny wkład do wiedzy o wytwarzania folii jadalnych z białek, ich modyfikacji poprzez dodatek naturalnych substancji hydrofobowych i praktycznego wykorzystania do żywności. Zaprezentowany w autoreferacie dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski dopełnia obrazu dojrzałego pracownika naukowo-dydaktycznego.

Uważam, iż całokształt dorobku, z którym się zapoznałem spełnia wszystkie wymagania zawarte w Ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dn. 30 sierpnia 2018 r. i na tej podstawie pozytywnie opiniuję wniosek o nadanie dr inż. Sabinie Galus stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia oraz wnoszę o dopuszczenie do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

DYREKTOR  
Centrum Bioimobilizacji i Innowacyjnych  
Materiałów Opakowaniowych  
Prof. dr hab. inż. Artur Barthowiak