



Lublin, 27.05.2025

Prof. dr hab. inż. Justyna Cybulska
Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk
Ul. Doświadczalna 4
20-290 Lublin
e-mail: j.cybulska@ipan.lublin.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Magdaleny Karwackiej pt. „Analiza wpływu reformulacji składu surowcowego na wybrane właściwości liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych wytworzonych z zastosowaniem wytlóków owocowych oraz pektyny jako dodatków strukturotwórczych”

Uzasadnienie wykonania recenzji

Recenzja została wykonana na podstawie pisma Przewodniczącej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie prof. dr hab. Ewy Jakubczyk, nr BON.5100.10.2025 z dnia 19 marca 2025 r. w sprawie powołania na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Magdaleny Karwackiej pt. „Analiza wpływu reformulacji składu surowcowego na wybrane właściwości liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych wytworzonych z zastosowaniem wytlóków owocowych oraz pektyny jako dodatków strukturotwórczych”.

Ocena formalna rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska została przygotowana pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Moniki Janowicz, we współpracy z promotorem pomocniczym dr. hab. inż. Sabiną Galus, prof. SGGW. Stanowi cykl siedmiu publikacji naukowych:

- P1. Karwacka M., Galus S., & Janowicz M. (2022). Effect of structure and texture forming additives on properties of freeze-dried snacks – review®. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 130-141. (MEiN: 20)
- P2. Karwacka, M., Rybak, K., Smetana, S., Galus, S., Janowicz, M. (2022). Analysis of selected functional properties, resource demands, and energy consumption of freeze-dried vegetable snacks. Journal of Food Processing and Preservation, 2022, 46(7), e16721. (MEiN: 40)
- P3. Karwacka, M., Rybak, K., Świeca, M., Galus, S., Janowicz, M. (2022). The Effect of the Addition of Selected Fruit Pomace Powders and Pectin as Carrier Agents on the Nutritional Value of Freeze-Dried Snacks. Sustainability (Switzerland), 2022, 14(20), 13012. (IF₂₀₂₂: 3,9; MEiN: 100)

P4. Karwacka, M., Ciurzyńska, A., Galus, S., Janowicz, M. (2024). The Effect of Storage Time and Temperature on Quality Changes in Freeze-Dried Snacks Obtained with Fruit Pomace and Pectin Powders as a Sustainable Approach for New Product Development. *Sustainability* (Switzerland), 2024, 16(11), 4736. (IF₂₀₂₄: 3,3; MNiSW: 100)

P5. Karwacka, M., Galus, S., Janowicz, M. (2024). The effect of apple pomace powder and calcium ions on selected physicochemical properties of freeze-dried carrot-orange-ginger snacks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2024, 104(3), pp. 1713–1722. (IF₂₀₂₄: 3,3; MNiSW: 100)

P6. Karwacka, M., Galus, S., Janowicz, M. (2024). Development and physicochemical characteristics of multicomponent freeze-dried snacks obtained with blackcurrant pomace powder and calcium ions as structuring agents. *Journal of Food Science and Technology*, 2024, 61(7), pp. 1363–1373. (IF₂₀₂₄: 2,6; MNiSW: 70)

P7. Karwacka, M., Galus, S., Janowicz, M. (2024). Application of chokeberry pomace as pectin substitute in nonconventional freeze-dried snacks: physicochemical characteristics of the products. *European Food Research and Technology*, 2024, 250(12), pp. 2921–2933. (IF₂₀₂₄: 3,0; MNiSW: 70)

Praca P1 jest artykułem przeglądowym, natomiast pozostałe sześć publikacji (P2-P7) wchodzących w skład rozprawy doktorskiej stanowią prace eksperymentalne, które zostały opublikowane w czasopiśmie naukowych znajdujących się w aktualnym wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych ministra właściwego ds. nauki.

Struktura rozprawy doktorskiej jest poprawna i typowa dla tego typu prac naukowych. Pracę doktorską stanowi manuskrypt zawierający wszystkie wymagane części: streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz prac naukowych wchodzących w skład cyklu, rozdział stanowiący analizę aktualnej literatury w tematyce rozprawy, cel pracy i hipotezy badawcze, opis materiałów i metod, streszczenie wyników opisanych w artykułach, wyodrębnioną część przedstawiającą podsumowanie i wnioski, bibliografię oraz kopie publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wraz z oświadczeniami współautorów publikacji dotyczących udziału kandydata i współautorów. Ponadto, w manuskrypcie Doktorantka zamieściła także zestawienie posiadanego dorobku naukowego, w tym wykaz publikacji nie wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, informację o udziale w projekcie badawczym, wykaz doniesień konferencyjnych, informacje o odbytym stażu naukowym i udziale w szkole letniej oraz otrzymanych nagrodach i wyróżnieniach. Właściwa część rozprawy zawiera się w 74 stronach, pozostałą część stanowi bibliografia oraz kopie opublikowanych artykułów naukowych.

Mgr inż. Magdalena Karwacka jest pierwszą autorką oraz autorką korespondencyjną wszystkich prac naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Z oświadczeń współautorów wynika ponadto, że wkład Doktorantki w uzyskanie wyników przeprowadzonych badań naukowych, ich analizę i przygotowanie publikacji był dominujący.

Ocena podjętej tematyki badawczej

Spżycie przekąsek, czyli drobnych produktów spożywczych pomiędzy głównymi posiłkami, systematycznie wzrasta na całym świecie, prognozowany jest dalszy wzrost tego segmentu rynku. Wśród przekąsek dominują ciastka oraz chipsy, które są wyjątkowo niepożądanymi składnikami codziennej diety. W pracy doktorskiej mgr inż. Magdalena Karwacka podjęła się opracowania nowych formułacji przekąsek liofilizowanych opartych na owocach i warzywach, które są spożywane w niewystraszających ilościach w krajach wysokorozwiniętych. Podjęta tematyka badawcza jest więc bardzo aktualna, wpisująca się w obecne trendy rynkowe i jednocześnie stanowiąca odpowiedź na rosnące problemy zdrowotne związane z niezbilansowaną dietą wielu grup społecznych. Przekąski liofilizowane są obecne na rynku, obserwuje się też rosnące zainteresowanie konsumentów tą grupą produktów. Istnieją jednak zidentyfikowane bariery ograniczające dynamikę wzrostu rynku przekąsek liofilizowanych, do których należy ich stosunkowo wysoka cena jednostkowa oraz problemy z niestabilną jakością. Badania podjęte w niniejszej rozprawie doktorskiej przyczynią się do rozwiązania tych problemów. Ponadto, poprzez zastosowanie w nowych recepturach przekąsek pektyn, które posiadają potwierdzone przez Europejski Urząd do spraw Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) prozdrowotne działanie, oraz wytlóków, zawierających zarówno pektyny jak i nierozpuszczalne frakcje błonnika pokarmowego, Doktorantka umiejętnie połączyła kilka niezwykle istotnych aspektów pojawiających się w najnowszych trendach badawczych. Należą do nich: i) właściwości odżywcze składników ścian komórkowych oraz zintegrowanych z nimi związków o charakterze przeciwutleniającym, ii) właściwości technologiczne hydrokoloidów i polisacharydów, iii) zagospodarowanie produktów ubocznych przemysłu owocowo-warzywnego, oraz iv) środowiskowy wymiar badań, które dotyczą rozwoju technologii produkcji żywności roślinnej. Podjętą tematykę badawczą oceniam bardzo wysoko w świetle wyzwań naukowych oraz od strony aplikacyjnej.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Praca doktorska dotyczy analizy wpływu reformulacji składu surowcowego na właściwości przekąsek liofilizowanych z owoców i warzyw. Jako główne składniki przekąsek wybrano marchew oraz jabłka. Zastosowano w nich takie dodatki strukturotwórcze jak pektyny niskometylowane oraz suszone wytloki z jabłek, czarnych porzeczek oraz aronii. Jakość opracowanych wariantów przekąsek była określana w sposób kompleksowy, analizowano wartość odżywczą, stabilność przechowalniczą oraz ślad węglowy. Wpływ dodatków strukturotwórczych był oceniany na podstawie analizy takich parametrów jak aktywność wody, higroskopijność, barwa, właściwości mechaniczne, mikrostruktura oraz zawartość składników bioaktywnych. Rozprawa doktorska obejmuje również analizę potencjału strukturotwórczego proszków z wytlóków owocowych w obecności jonów wapnia.

W rozdziale stanowiącym przegląd literatury omówiono decyzje konsumenckie dotyczące spożywania przekąsek z zaakcentowaniem przekąsek opartych na owocach i warzywach, a także technologie produkcji przekąsek owocowo-warzywnych. Opisano aktualny stan wiedzy w zakresie badań naukowych nad



hydrokoloidami, głównie pektynami, pod kątem ich właściwości technologicznych, oraz nad projektowaniem przekąsek liofilizowanych. Opisano również właściwości i skład chemiczny suszonych wytlóków z owoców, głównie jabłek, czarnych porzeczek i aronii. Zaznaczono także zgodność wykorzystania produktów ubocznych w postaci wytlóków z owoców z zasadami gospodarki cyrkularnej. Bibliografia liczy 161 pozycji, głównie z ostatnich kilkunastu lat. Dobór literatury oceniam bardzo wysoko, cytowane prace ściśle wiążą się z tematyką pracy doktorskiej i reprezentują najważniejsze osiągnięcia naukowe w obszarze badań nad technologią produkcji liofilizowanych roślinnych produktów spożywczych, właściwościami odżywczymi wytlóków i wykorzystaniem hydrokoloidów do stabilizacji tekstury żywności.

W rozdziale drugim pracy doktorskiej przedstawiono cel pracy i hipotezy badawcze sformułowane na podstawie przeglądu literatury. Cel naukowy rozprawy jest ściśle powiązany z jej tytułem i został jasno sformułowany jako ocena wpływu reformulacji składu surowcowego, ze szczególnym uwzględnieniem dodatków strukturotwórczych, na wybrane właściwości fizykochemiczne i użytkowe liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych wytworzonych z wykorzystaniem proszków z wytlóków owocowych oraz pektyny jabłkowej. Wyszczególniono cztery hipotezy badawcze, których weryfikację umożliwiły przeprowadzone badania naukowe. Hipoteza H1 dotyczyła możliwości zastosowania wytlóków owocowych jako zamiennika pektyny w celu redukcji śladu węglowego, hipoteza H2 była oparta na zastąpieniu pektyny jako dodatku strukturotwórczego w przekąskach liofilizowanych poprzez zastosowanie sproszkowanych wytlóków w celu poprawy wartości odżywczej, hipoteza H3 dotyczyła stabilności opracowanych przekąsek przez 12 miesięcy, a hipoteza H4 zawierała twierdzenie, że zaproponowana reformulacja składu przekąsek spowoduje wzmocnienie struktury i wpłynie na ich stabilność.

Rozdział trzeci stanowi omówienie zastosowanej organizacji badań, materiałów i metodyki badawczej. Przedstawiono schemat organizacji badań podzielony na trzy główne etapy, w których zaznaczono opublikowane prace naukowe, co bardzo uporządkowało strukturę pracy. Dla każdego etapu dodatkowo przedstawiono założone cele badawcze i wskazano główne założenia eksperymentalne. W kolejnej części rozdziału opisano badany materiał dla etapu I i II i skład surowcowy liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych. Następnie opisano metody technologiczne, które wchodziły w skład procesu technologicznego przygotowania przekąsek oraz metody analityczne, z uwzględnieniem metody określenia zużycia energii i szacowania śladu węglowego, oznaczenia składu chemicznego przekąsek w sposób zgodny z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania informacji o żywności konsumentom, oraz metod badań wybranych właściwości fizykochemicznych podczas przechowywania, w tym oznaczenia zawartości i aktywności wody, właściwości mechanicznych, barwy, całkowitą zawartości polifenoli i aktywność przeciwutleniającą. W dalszej części skupiono się na opisie materiału badanego w etapie III z podaniem składu surowcowego liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych przygotowanych w tej części rozprawy doktorskiej. Następnie opisano zastosowane w II etapie pracy metody analityczne, które obejmowały oznaczenie zawartości wody, określenie

właściwości higroskopijnych, właściwości mechanicznych, charakterystykę mikrostruktury, pomiary barwy, określenie całkowitej zawartości polifenoli, aktywności przeciwutleniającej i zawartości antocyjanów dla wybranych przekąsek. Podano także zastosowane metody statystyczne. Opis metod analitycznych był ograniczony do najważniejszych parametrów, natomiast szczegółowe metodyki badawcze były dostępne w załączonych do rozprawy publikacjach naukowych. Dobór metod badawczych jest właściwy, pozwolił na charakterystykę opracowanych przekąsek pod kątem wartości odżywczej, właściwości fizykochemicznych i przeciwutleniających.

Rozdział czwarty obejmuje omówienie i dyskusję wyników badań, które zostały szczegółowo opisane w artykułach naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Stanowi on dominującą część rozprawy doktorskiej. Rozdział został podzielony na cztery podrozdziały, z których każdy odnosi się kolejno do konkretnej hipotezy badawczej, co znacznie ułatwia weryfikację postawionych hipotez.

W ramach podrozdziału 4.1 weryfikowana była H1, skupiono się na określeniu zapotrzebowania energetycznego i surowcowego wytwarzania przekąsek w skali laboratoryjnej. W rozprawie doktorskiej przeprowadzono dyskusję doniesień literaturowych na temat energochłonności poszczególnych procesów jednostkowych, z których wynika, że etap liofilizacji jest odpowiedzialny w przeważającej części za zużycie energii. Ponadto zauważono, że proces wytwórczy pektyn znacznie bardziej obciąża środowisko w stosunku do produkcji wyłoków owocowych. Dokonana dyskusja wyników nie pozwoliła jednak na pozytywną weryfikację hipotezy z uwagi na brak dostępnych danych dotyczących śladu węglowego surowców oraz brak możliwości uwzględnienia energochłonności procesu w skali przemysłowej.

Podrozdział 4.2 zawiera opis wyników badań wykonanych w celu weryfikacji hipotezy H2. Przedstawiono skład chemiczny liofilizowanych przekąsek z dodatkiem proszków z wyłoków jabłkowych i czarnych porzeczek oraz niskometylowanej pektyny jabłkowej. W ramach analizy składu chemicznego określono następujące parametry: zawartość wody, tłuszczu ogółem, białka ogółem, węglowodanów ogółem, w tym sacharozy, fruktozy i glukozy, błonnika, popiołu. Określono także wartość energetyczną przekąsek. Stwierdzono, że wprowadzone modyfikacje istotnie wpływały na skład chemiczny, w szczególności zawartość wody, która była wyższa dla przekąsek z udziałem wyłoków. Pozostałe parametry także się różniły w zależności od dodatku strukturotwórczego, jednak te różnice nie były jednoznaczne. Przekąski z dodatkiem wyłoków cechowały się o ponad 11 % większą wartością energetyczną niż przekąski zawierające dodatek pektyny, co było zgodne z wynikami przeprowadzonych analiz składu chemicznego. Po analizie wyników stwierdzono, że przekąski zawierające wyłoki cechują się korzystniejszym skaldem chemicznym ze względu na wyższą zawartość białka, tłuszczów i składników mineralnych w porównaniu z przekąskami zawierającymi dodatek pektyny.

Część 4.3 dotyczy weryfikacji hipotezy H3 stanowiącej o stabilności opracowanych przekąsek liofilizowanych przez 12-miesięczny okres przechowywania. Zaobserwowano zmiany zawartości i aktywności wody w analizowanym czasie, ale nie stwierdzono przekroczenia wartości krytycznych dla

wzrostu drobnoustrojów i reakcji enzymatycznych i nieenzymatycznych, co świadczy o bezpieczeństwie produktów oraz odpowiednim doborze opakowań. Poddano analizom także właściwości mechaniczne przekąsek, określono ich twardość i wyznaczono krzywe ściskania. Stwierdzono, że przekąski z dodatkiem wyłoków charakteryzowały się zwiększaniem twardości w czasie, co uznano jako zjawisko korzystne. Określono także zmiany parametrów barwy produktów podczas przechowywania i stwierdzono, że najbardziej stabilną barwą cechowały się przekąski zawierające dodatek pektyn. W celu określenia stabilności przechowalniczej wykonano także oznaczenia całkowitej zmiany zawartości polifenoli oraz aktywności przeciwutleniającej. Zauważono, że w trakcie przechowywania nastąpił wzrost zawartości polifenoli, szczególnie podczas przechowywania w temperaturze 40 °C, co jest w sprzeczności z większością doniesień literaturowych. Wyniki badań aktywności przeciwutleniającej oznaczonej względem rodnika ABTS pokazały istotny jej wzrost w 12-miesięcznym okresie przechowywania, natomiast aktywność przeciwutleniająca oznaczona względem rodnika DPPH miała dokładnie odwrotną tendencję. Ten zaskakujący wynik wyjaśniony został na podstawie szerokiej dyskusji danych literaturowych, poprzez transformacje związków bioaktywnych do związków posiadających potencjał bioaktywny. Podsumowując stwierdzono, że opracowane liofilizowane przekąski owocowo-warzywne nie były w pełni stabilne podczas przechowywania, ale zmiany, które w nich zaszły nie świadczyły o braku bezpieczeństwa w analizowanych warunkach. Podkreślono jednak konieczność przeprowadzenia bardziej szczegółowych badań w tym zakresie.

Podrozdział 4.4 zawiera wyniki badań wykonanych w celu weryfikacji hipotezy H4 dotyczącej założenia, że reformulacja składu liofilizowanych przekąsek owocowo-warzwywnych spowoduje wzmocnienie ich struktury i wpłynie na ich stabilność. W tym etapie rozprawy doktorskiej matrycę stanowiły przekąski oparte na marchwi, soku pomarańczowym oraz świeżym imbirze. Do matrycy dodawane były wyłoki jabłkowe, z czarnych porzeczek i aronii w trzech stężeniach (1, 3 i 5%), albo pektyna niskometylowana w dwóch stężeniach (0,5 i 1,5 %). Dodatkowo każdy wariant wzbogacano dodatkiem mleczanu wapnia w dwóch stężeniach (0,01 i 0,05 %) , przy czym dla pektyn badano jedno stężenie mleczanu wapnia (0,01 %). Analizy całkowitej zawartości polifenoli pokazały, że wyłoki, szczególnie z aronii, znacząco wzbogacają produkt w te związki. Podobny trend zaobserwowano dla zawartości antocyjanów, ale w tym przypadku nie analizowano ich zawartości dla próbki kontrolnej oraz próbek zawierających dodatek pektyn. Aktywność przeciwutleniająca przekąsek rosła wraz ze wzrostem dodatku wyłoków owocowych, natomiast w przypadku dodatku pektyn nie różniła się zasadniczo od próby kontrolnej. Wskazano także, że wyższe stężenie mleczanu wapnia skutkowało osiągnięciem większej zawartości antocyjanów. W ramach dalszych badań wykonano analizę mikrostruktury przekąsek owocowo-warzwywnych za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej oraz mikrotomografii komputerowej. Obrazy mikroskopowe przeanalizowano w sposób jakościowy wyciągając wniosek, że dodatek pektyny niskometylowanej nie wpłynął na otrzymanie regularnej porowatej struktury. Ponadto stwierdzono, że przekąski z dodatkiem wyłoków owocowych zawierały fragmenty wyłoków różnej wielkości i cechowały się zmienną porowatością. Ilościowa analiza porowatości badanych



materiałów została przeprowadzona w oparciu o dane z mikrotomografii komputerowej. Zaobserwowano, że największą porowatością charakteryzowały się przekąski z dodatkiem pektyn, natomiast dodatek wyłoków powodował jej obniżenie w stosunku do próby kontrolnej. Analiza właściwości mechanicznych pokazała, że dodatki strukturotwórcze spowodowały zwiększenie twardości próbek, największy efekt zaobserwowano dla dodatku pektyn w stężeniu 1,5% oraz dla wyłoków jabłkowych w stężeniu 5%. Dodatek mleczanu wapnia powodował jednoznaczny wzrost wytrzymałości mechanicznej w przypadku przekąsek z dodatkiem pektyny. Analiza krzywych ściskania pozwoliła na wyciągnięcie wniosków, że proszki z wyłoków owocowych wykazują potencjał strukturotwórczy, jednak w mniejszym niż oczekiwano zakresie. Zastosowane dodatki spowodowały zmniejszenie aktywności wody i zawartości wody w stosunku do próby kontrolnej, poza pektyną w stężeniu 1,5%. Aktywność wody wszystkich opracowanych liofilizowanych przekąsek była znacznie niższa niż wartość krytyczna 0,6, co potwierdza ich bezpieczeństwo. Stwierdzono także redukcję higroskopijności po wprowadzeniu dodatku wyłoków owocowych oraz pektyny. Wyniki przeprowadzonych badań naukowych pozwoliły na pozytywną weryfikację postawionej w tej części rozprawy hipotezy.

Wyniki przeprowadzonych badań zostały dogłębnie przedyskutowane w kontekście najnowszej literatury przedmiotu. W rozprawie zamieszczono dziewięć tabel i 10 rysunków. Na rysunkach zamieszczono poprawne jednostki i opisy, zaznaczono błędy statystyczne oraz podkreślono charakterystyczne punkty, zastosowano kolorystykę pozwalającą na rozróżnienie próbek. Autorka obiektywnie i krytycznie odniosła się do uzyskanych przez siebie wyników i dokonała ich rzetelnej interpretacji.

W rozdziale piątym przedstawiono krótkie podsumowanie przeprowadzonych badań naukowych oraz wyciągnięte na ich podstawie stwierdzenia i wnioski. Podkreślono, że zrealizowano główny cel rozprawy doktorskiej. Wnioski ogólne stanowią bezpośrednią odpowiedź na postawione hipotezy badawcze. Autorka potwierdziła słuszność postawionych hipotez dotyczących potencjału wyłoków owocowych w formie proszku jako komponentów strukturotwórczych i teksturotwórczych w produkcji żywności liofilizowanej oraz wpływu tych dodatków na wybrane właściwości fizykochemiczne gotowych produktów w postaci przekąsek w aspekcie ich wartości żywieniowej oraz oddziaływania na środowisko. Wnioski zostały sformułowane w sposób zbyt obszerny, zawierają treści, które mogłyby zostać pominięte w tej części rozprawy, ponieważ nie dotyczą bezpośrednio przeprowadzonych przed Doktorantką badań naukowych. Dygresje na temat konieczności kontynuacji badań lub wykonania bardziej szczegółowych analiz są zbędne w części poświęconej wnioskom ze zrealizowanych badań naukowych. Rozprawa doktorska mgr. inż. Magdaleny Karwackiej stanowi kompletne rozwiązanie problemu naukowego, jakim jest zastosowanie wyłoków owocowych jako czynnik strukturotwórczy liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych w zakresie wskazanym w celu pracy. W mojej ocenie wnioski wymagają skorygowania poprzez przedstawienie bardziej syntetycznej formy. Merytorycznie jednak wnioski w pełni odpowiadają zakresowi przeprowadzonych w rozprawie doktorskiej badań naukowych, są rzetelne i odzwierciedlają realne wyniki prac eksperymentalnych, w żadnym wypadku nie nadinterpretowano uzyskanych wyników, co zasługuje na uznanie.

Należy podkreślić bardzo szeroki zakres badań wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, o czym świadczy przygotowanie na ich podstawie aż siedmiu publikacji naukowych. Opublikowanie tak dużej liczby artykułów naukowych potwierdza dojrzałość naukową Doktorantki, doskonałą organizację pracy i posiadanie przez nią umiejętności niezbędnych w pracy naukowej. Doktorantka podjęła się wyjątkowo trudnej tematyki z zakresu inżynierii żywności, jaką jest projektowanie żywności liofilizowanej, co zaowocowało uzyskaniem cennych i bardzo konkretnych wyników badań.

Najważniejsze osiągnięcia

Opracowanie pełnej charakterystyki nowych liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych zawierających dodatek strukturotwórczy w postaci wytlóków owocowych stanowi największą wartość pracy doktorskiej. Doktorantka w sposób bardzo przemyślany zaplanowała i przeprowadziła wszystkie niezbędne analizy laboratoryjne, aby technologia innowacyjnych przekąsek liofilizowanych mogła być skierowana do natychmiastowej komercjalizacji. Uwzględniła też poszerzone badania przechowalnicze, tak istotne przy projektowaniu żywności liofilizowanej ze względu na jej znaczną higroskopijność, a także pokusiła się o przeanalizowanie wpływu procesu produkcji na środowisko naturalne poprzez wyznaczanie śladu węglowego. Jest to wyjście naprzeciw współczesnym oczekiwaniom przemysłu i przygotowanie na zmieniające się uwarunkowania prawne w kierunku uwzględnienia efektywności energetycznej procesów wytwórczych. Cennym dokonaniem rozprawy doktorskiej jest również zastosowanie mikrotomografii komputerowej do wyznaczenia porowatości opracowanych produktów i powiązanie wyników tych badań z właściwościami mechanicznymi w skali makroskopowej.

Uwagi i komentarze

Rozprawa doktorska mgr. inż. Magdaleny Karwackiej jest starannie wykonaną, dobrze zaplanowaną i tematycznie spójną pracą naukową, w której zastosowano zaawansowane metody badawcze, adekwatne do postawionych problemów naukowych, oraz poprawną analizę uzyskanych wyników z wykorzystaniem narzędzi statystycznych. Dzięki dogłębnej dyskusji rezultatów badań z danymi literaturowymi mgr inż. Magdalena Karwacka zaproponowała bardzo interesującą interpretację rezultatów prac badawczych. Należy podkreślić też wyjątkową staranność i poprawność językową przygotowanej rozprawy doktorskiej. Pracę doktorską oceniam bardzo wysoko, jednak w czasie jej lektury nasunęły się pewne uwagi do dyskusji podczas publicznej obrony.

We wstępie rozprawy doktorskiej Autorka popełniła kilka błędów dotyczących stosowania terminologii chemicznej dotyczącej opisu związków pektynowych. Zastosowała potoczne określenie „kwaśne pH”, natomiast poprawną formą jest „kwasowe pH”, lub ewentualnie „niskie pH”. Użyła także niejasnego stwierdzenia, że pektyna niskometylowana jest aktywowana przez interakcje z jonami metali, jednak w opisanej sytuacji nie następuje aktywacja pektyn, a ich sieciowanie bądź żelowanie poprzez tworzenie wiązań jonowych z metalami. Dla precyzji należałoby także zaznaczyć, że pektyny niskometylowane żelują także przy całkowitym braku cukru w roztworze, nie zaś tylko przy jego niskim stężeniu, jak zostało zapisane

w pracy. Korekty wymaga także nieprecyzyjne sformułowanie „indukują one tworzenie sieciujących wiązań jonowych między grupami karboksylowymi”. Sugerowałabym w tym przypadku zaznaczenie, że jony metali uczestniczą w tworzeniu wiązań koordynacyjnych oddziałując z grupami karboksylowymi i hydroksylowymi monomerów kwasu galakturonowego.

Kolejnym dyskusyjnym zagadnieniem jest sugestia, że wapń związany w żelu pektynowym może być wykorzystany jako deficytowy składnik odżywczy. Wiele źródeł naukowych dowodzi, że składniki błonnika pokarmowego, w tym pektyny wiążą jony wapnia poprzez właściwości chelatujące oraz wiązania jonowe, ograniczając tym samym ich biodostępność. Z drugiej strony pojawiają się doniesienia o możliwym powolnym uwalnianiu się jonów wapnia z żeli pektynowych przy spełnieniu pewnych warunków w procesie trawienia. Prosiłabym o szersze przedyskutowanie tego aspektu podczas publicznej obrony. Proszę także o wskazanie potwierdzonych prozdrowotnych właściwości pektyn, które uzasadniają dodatkowo ich stosowanie w formulacjach produktów spożywczych.

W części stanowiącej przegląd literatury mgr inż. Magdalena Karwacka wspomina także o korzyściach środowiskowych płynących z zagospodarowania produktów odpadowych i produktów ubocznych przemysłu owocowo-warzywnego jako źródła pektyn. Proszę o wyjaśnienie, jakie uwarunkowania związane z zachowaniem reżimu sanitarnego są uwzględniane przy przetwarzaniu takich odpadów do celów spożywczych.

Na stronie 19 rozprawy doktorskiej autorka zauważyła, że zawartość pektyny w wyłokach jabłkowych może wynosić od 3 do ponad 30 %. Proszę o wyjaśnienie, co może wpływać na tak duże różnice w zawartości pektyn w wyłokach jabłkowych, ponieważ zawartość pektyn w świeżych jabłkach nie podlega aż tak znaczącym wahanom.

Proszę o doprecyzowanie, jaka część mąki pszennej była zastąpiona przez suszone wyłoki owocowe w cytowanych na stronie 21 pracach, dając korzystne zmiany sensoryczne ciastek.

W rozdziale stanowiącym przegląd literatury wielokrotnie podnoszone jest korzystne dla zdrowia działanie pektyn oraz wyłoków owocowych. Proszę o krótkie omówienie podczas publicznej obrony, na czym opiera się prozdrowotne działanie tych składników i czy ich codzienne spożycie jest limitowane.

Cel pracy zakładał zastąpienie pektyny niskometylowanej pełniącej rolę dodatku strukturotwórczego wyłokami z jabłek, czarnej porzeczki oraz aronii. Wyłoki z różnych źródeł znacząco różnią się składem chemicznym z uwagi na proporcje pomiędzy polisacharydami. Zmienna zawartość oraz struktura pektyn ma decydujący wpływ na zdolności do żelowania i wiązania wody. W rozprawie doktorskiej nie podano, czy przeprowadzono badania zawartości pektyn w wyłokach oraz ich składu. Proszę o wyjaśnienie pominięcia analiz zawartości pektyn lub kwasu galakturonowego surowców użytych do opracowania liofilizowanych przekąsek.

W badaniach zastosowano sproszkowane wyłoki pozyskane ze źródeł komercyjnych. Wyłoki nie rozpuszczają się w wodzie, więc wielkość ich cząstek ma istotny wpływ na cechy sensoryczne oraz

właściwości technologiczne produktów, które je zawierają. Proszę o informację, czy oznaczony został skład granulometryczny proszków i jakie frakcje zostały wykorzystane do reformulacji przekąsek liofilizowanych, zwłaszcza w kontekście stwierdzenia, że na obrazach SEM zaobserwowano fragmenty wytlóków lub pestek.

W procesie badawczym zastosowano niskometylowaną pektynę jabłkową. Proszę o wskazanie zakresu zawartości grup metylowych w pektynie oraz wyjaśnienie, jakie były przesłanki decydujące o wyborze zastosowanej pektyny niskometylowanej.

Proszę o uzasadnienie wyboru mleczanu wapnia jako czynnika sieciującego, który jest trudnorozpuszczalny w wodzie, a nie innej soli wapnia, np. chlorku, o znacznie lepszej rozpuszczalności w roztworach wodnych. W jaki sposób dobrano stężenie mleczanu wapnia, jeżeli nie było znane stężenie kwasu galakturonowego?

Proszę o uzasadnienie wyboru temperatury 70 °C oraz czasu suszenia 24 godziny w metodyce oznaczania zawartości wody. Oznaczanie zawartości wody zwykle prowadzi się do osiągnięcia stałej masy produktu, co wymaga kilkukrotnego ważenia próbek. Biorąc pod uwagę wysoką zawartość hydrokoloidów i polisacharydów w badanych próbkach, można zakładać, że badane materiały będą posiadały zdolność wiązania znacznej ilości wody i tym samym wymagały dłuższego czasu suszenia.

Proszę o podanie warunków oznaczania sacharozy, glukozy i fruktozy za pomocą HPLC, ponieważ opis tej analizy w P3 nie zawierał informacji dotyczących składu fazy ruchomej, prędkości przepływu eluentu oraz sposobu rozdziału chromatograficznego.

W tabeli 4 przedstawiającej zgodnie z opisem skład chemiczny liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych zamieszczono wartość energetyczną, która nie jest elementem składu chemicznego. Sugerowałabym korektę tytułu tabeli i zaznaczenie, że dotyczy ona składu chemicznego oraz wartości energetycznej.

Analiza składu chemicznego przekąsek zawierających wytloki z czarnej porzeczki, wytloki jabłkowe oraz pektynę niskometylowaną pokazała, że dodatki strukturotwórcze wpływały na niektóre parametry jakości przekąsek. Czy wykonano analizę składu chemicznego zastosowanych dodatków, aby uwzględnić ją w interpretacji wyników? Czy dostępne są informacje odnoszące się do sposobu wytwarzania proszków z wytlóków owocowych wykorzystanych w eksperymentach ujętych w ramach rozprawy doktorskiej?

Proszę o wyjaśnienie, jakiego rodzaju związki o potencjale antyrodnikowym mogły powstać podczas 12-miesięcznego przechowywania przekąsek liofilizowanych, oraz które związki bioaktywne uległy degradacji.

Analiza zawartości antocyjanów w części 4.2 nie obejmowała próbki kontrolnej oraz przekąsek zawierających dodatek pektyn. Proszę o wyjaśnienie założeń tej części eksperymentu.

W dyskusji wyników dotyczącej zawartości składników bioaktywnych w modyfikowanych przekąskach podano, że działanie związków przeciwutleniających zależy od pH. Proszę o informację, jakie było pH opracowanych przekąsek.



Proszę o przedyskutowanie podczas publicznej obrony roli mleczanu wapnia w osiągnięciu większej zawartości antocyjanów w badanych przekąskach, w jaki sposób mogło nastąpić jego ochronne działanie.

W analizie krzywych ściskania użyte zostało stwierdzenie „głęboki pik”, które powinno być zamienione na sformułowanie „spadek siły”. Na jakiej podstawie określono natężenie dźwięku emitowanego podczas testu ściskania? W tym przypadku zasadne byłoby zastosowanie pomiaru emisji akustycznej.

Powyższe komentarze i zapytania nie pomniejszają mojej pozytywnej oceny pracy, a jedynie stanowią punkt wyjścia do naukowej dyskusji, której potrzeba wynika z niezwykle szerokiego zakresu, wielokierunkowości i złożoności rozprawy doktorskiej.

Podsumowanie

Recenzowana rozprawa doktorska pt. „Analiza wpływu reformulacji składu surowcowego na wybrane właściwości liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych wytworzonych z zastosowaniem wyłoków owocowych oraz pektyny jako dodatków strukturotwórczych” przygotowana przez mgr. inż. Magdalenę Karwacką w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem prof. dr hab. Moniki Janowicz jako promotora oraz dr hab. inż. Sabiny Galus, prof. SGGW, promotora pomocniczego, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego.

Moja ocena rozprawy doktorskiej mgr. inż. Magdaleny Karwackiej jest jednoznacznie pozytywna. Dysertacja stanowi dobrze zaplanowaną i zrealizowaną pracę badawczą, która wnosi istotny wkład w technologię żywności w zakresie inżynierii procesu liofilizacji oraz jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego. Cel pracy został przez Doktorantkę zrealizowany, zweryfikowano też postawione w rozprawie hipotezy badawcze. Uzyskane wyniki prac eksperymentalnych i wynikające z nich wnioski są nowatorskie i mają potencjał aplikacyjny przy wykorzystaniu wyłoków owocowych jako dodatków strukturotwórczych żywności liofilizowanej. Za szczególnie cenne uważam wykonanie analizy wpływu procesu produkcji na środowisko, przeprowadzanie badań przechowalniczych oraz analiz niezbędnych do określenia wartości odżywczej i właściwości przeciwutleniających liofilizowanych przekąsek owocowo-warzywnych. W szczególności ta część rozprawy doktorskiej ma perspektywę wykorzystania do komercjalizacji zaprojektowanej technologii.

W mojej ocenie przedstawiona do recenzji praca doktorska odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim określonym w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 r. poz. 742 t.j.). W związku z powyższym wnoszę do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr. inż. Magdaleny Karwackiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wyróżnienie rozprawy doktorskiej

Biorąc pod uwagę wysoki poziom naukowy i szeroki zakres przeprowadzonych badań, które zaowocowały opublikowaniem aż siedmiu artykułów naukowych, w których mgr inż. Magdalena Karwacka jest pierwszym autorem, w czasopismach znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych



materiałów z konferencji międzynarodowych ministra właściwego ds. nauki, wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o wyróżnienie rozprawy doktorskiej. W uzasadnieniu stwierdzam, że wyniki badań zrealizowanych w ramach rozprawy doktorskiej przez mgr. inż. Magdalenę Karwacką mają dużą wartość naukową i aplikacyjną, a sposób ich analizy i prezentacji w formie cyklu publikacji naukowych świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki i doskonałym przygotowaniu do dalszej pracy naukowej. Wyniki badań naukowych przeprowadzonych przez mgr. inż. Magdalenę Karwacką stanowią wartościowy wkład w inżynierię żywności i mogą się istotnie przyczynić do rozwoju technologii nowych produktów liofilizowanych uwzględniających aktualne potrzeby środowiskowe oraz zapewnienie wysokiej jakości zdrowotnej.

Prof. dr hab. inż. Justyna Cybulska

UTAGROFIZYKI
ana Dobrzańskiego
FAKADIAH NALUK
n 27, ul. Dostawcza/ulna 4
50-61, fax 81 74-450-67
01, NIP 946-18-24-287



I/14445/2025 N
a : 2025-05-30

R

(00)659007734069028103



Poczta Polska
Oplata pobrana _____ zł _____ gr

2024

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW
2025 -05- 30
WPLYNEŁO DNIA -3-

OPLATA POBRANA
TAXE PERÇUE - POLOGNE
umowa nr 540/CP RPH7-2/2009 z Poczta Polska S.A.
z dnia 02.11.2009 r. Nadano w UP Lublin 61



sr.P.

mgr Renata Wijek

Biuro Obsługi Klienta

Schola Güme Gospodarnie Wijek

ul. Noworzyńska 166 bud.2 pok

02 - 787 Warszawa

PRIORYTET