

Prof. dr hab. inż. Karolina Wójciak
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego,
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

Lublin, 23.03.2026

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr Marceliny Natalii Karbowskiak pt.: Zastosowanie metabolitów bakterii fermentacji mlekowej (LAB) oraz bakterii kwasu octowego (AAB) do biokonserwacji mięsa i przetworów mięsnych** wykonanej w Katedrze Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Doroty Zielińskiej, prof. SGGW oraz dr inż. Piotra Szymańskiego z Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Waława Dąbrowskiego – PIB pełniącego rolę promotora pomocniczego

Podstawa wykonania recenzji

Podstawą wykonania recenzji jest pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, prof. dr hab. Ewy Jakubczyk, z dnia 23 stycznia 2026 r. (BON.5100.2.2026). Recenzja została przygotowana zgodnie z przepisami ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późniejszymi zmianami) oraz właściwymi aktami wykonawczymi regulującymi przebieg postępowania w sprawie nadania stopnia doktora, w tym wymaganiami dotyczącymi oceny dorobku naukowego doktoranta, wartości merytorycznej rozprawy oraz kryteriów określonych w art. 186 ustawy.

Uzasadnienie podjęcia tematu

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania prawne, przedstawiam ocenę rozprawy doktorskiej, uwzględniając jej oryginalność, poprawność metodologiczną, znaczenie uzyskanych wyników badań oraz ich wkład w rozwój dyscypliny.

Zatrucia i zakażenia pokarmowe stanowią istotne wyzwanie dla zdrowia publicznego w Polsce i Europie. W ich etiologii dominują patogeny pochodzenia odzwierzęcego, a w krajach Unii Europejskiej najczęściej odnotowywanymi infekcjami układu pokarmowego

pozostają kamylobakterioza oraz salmonelloza. Obowiązujące przepisy prawne w tym Rozp. Komisji (WE) NR 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (z późn. zm.) skupiają się na kontroli oraz redukcji obecności drobnoustrojów chorobotwórczych w żywności, zwłaszcza w odniesieniu do produktów łatwo psujących się, takich jak mięso i jego przetwory. Równolegle wzrasta świadomość konsumentów oraz ich oczekiwania wobec żywności o prostym składzie, wolnej od syntetycznych dodatków, w tym azotanów(III) i azotanów(V). Sprzyjają temu bardziej restrykcyjne regulacje prawne w zakresie stosowania azotanów i azotynów w żywności (Rozp. Komisji (UE) 2023/2018 z dnia 6 października 2023 r.). Tendencja ta stymuluje rozwój i wdrażanie naturalnych metod konserwacji żywności do których należy biokonserwacja jako jeden z „płotków” w strategii kombinowanych metod utrwalania żywności (ang. *hurdle technology*). Zastosowanie połączenia metod fizycznych oraz biologicznych stanowi potencjalną alternatywę dla syntetycznych konserwantów, których ograniczenie może prowadzić do obniżenia poziomu bezpieczeństwa mikrobiologicznego, szczególnie w odniesieniu do *Clostridium botulinum*.

Pomimo intensywnego rozwoju badań nad biokonserwacją żywności, nadal istnieją istotne ograniczenia w pełnym poznaniu mechanizmów działania preparatów mikroorganizmów oraz ich metabolitów w złożonych matrycach, do których należą mięso i jego przetwory. Wykorzystanie żywych kultur ochronnych, ich pozakomórkowych frakcji lub wyizolowanych związków bioaktywnych jest zgodne z koncepcją „czystej etykiety” i wpisuje się w globalne trendy ograniczania dodatków syntetycznych.

Dotychczasowe prace badawcze koncentrują się głównie na pojedynczych związkach (np. bakteriocynach lub kwasach organicznych), natomiast relatywnie niewiele uwagi poświęcono efektom synergistycznym pomiędzy różnymi grupami metabolitów, w szczególności pochodzącymi od bakterii fermentacji mlekowej i bakterii kwasu octowego. Zbadanie tych interakcji umożliwi wypełnienie istotnej luki badawczej o znaczeniu zarówno poznawczym, jak i praktycznym. Ponadto, w kontekście narastającej oporności drobnoustrojów na tradycyjne metody utrwalania oraz ograniczeń związanych ze stosowaniem syntetycznych konserwantów, poszukiwanie alternatywnych strategii opartych na naturalnych metabolitach mikroorganizmów nabiera szczególnego znaczenia. Jednakże, aby możliwe było ich szerokie wdrożenie, konieczne jest uzyskanie pogłębionej wiedzy dotyczącej stabilności tych związków, ich interakcji z komponentami mięsa oraz wpływu na cechy jakościowe produktu.

Istotnym aspektem naukowym jest również konieczność określenia zależności pomiędzy rodzajem metabolitów a ich aktywnością przeciwdrobnoustrojową w różnych warunkach

technologicznych (pH, aktywność wody, temperatura, skład surowca) z jednoczesnym zapewnieniem odpowiedniej jakości sensorycznej mięsa i produktów mięsnych.

Reasumując, wybór tematu pracy doktorskiej jest uzasadniony istnieniem wyraźnej luki badawczej w zakresie synergistycznego działania metabolitów bakterii fermentacji mlekowej i bakterii kwasu octowego, potrzebą pogłębienia wiedzy o ich mechanizmach działania w złożonych układach żywnościowych oraz wysokim potencjałem aplikacyjnym wyników badań w kontekście opracowywania innowacyjnych, naturalnych metod biokonserwacji mięsa i przetworów mięsnych.

Ocena formalna i merytoryczna pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska obejmuje 194 stronicowe opracowanie z przedstawionym cyklem czterech spójnych tematycznie publikacji. Struktura pracy w zakresie stawianych wymagań formalnych jest prawidłowa i zgodna z wymogami edycji prac doktorskich i składa się z ośmiu rozdziałów: *Uzasadnienia podjęcia tematu* (11 stron), *Hipotezy badawczej i celu pracy* (2 strony), *Materiałów i metod badań* (12 stron), *Omówienia wyników* (17 stron), *Dyskusji wyników* (15 stron), *Stwierdzeń i wniosków* (2 strony), *Bibliografii* (9 stron), poprzedzonych *Streszczeniami* w języku polskim (2 strony) i angielskim (2 strony), stroną tytułową oraz spisem treści. W pracy znajdziemy również *Wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu* (pełna bibliografia, punkty MNiSW i Impact Factor zgodnie z rokiem opublikowania prac), *Wykaz skrótów i oznaczeń* (3 strony), *Oświadczenia autorów publikacji* (18 stron), *Kopie artykułów naukowych wchodzących w skład osiągnięcia* (90 stron), *Oświadczenia promotora rozprawy doktorskiej i doktoranta* (1 strona) oraz *Dorobek naukowy* (9 stron), które stanowią techniczne uzupełnienie rozprawy, wymagane obowiązującymi przepisami. Układ pracy jest logiczny i przejrzysty. Wszystkie elementy zostały przygotowane prawidłowo, z zachowaniem wysokiej staranności redakcyjnej i zgodnie z zasadami opracowywania dokumentacji naukowej. Część doświadczeń Doktorantka podzielił na podrozdziały, których tytuły w zwięzły sposób odzwierciedlają zawarte w nich treści.

Doktorantka sformułowała cel główny pracy, którym była identyfikacja metabolitów bakterii fermentacji mlekowej i bakterii kwasu octowego, analiza ich synergistycznego działania w układach modelowych wobec bakterii patogennych i psujących żywność oraz ocena możliwości ich zastosowania jako biologicznego środka konserwującego mięso i wyroby mięsne.

Rozprawa została przygotowana z należytą starannością i wskazuje na bardzo dobrą orientację Doktorantki w obszarze poruszanych zagadnień. Cel rozprawy, został precyzyjnie określony

i w sposób wyczerpujący uzasadniony poprzez przedstawienie jego genezy oraz osadzenie w aktualnym stanie wiedzy. Hipotezy badawcze zostały sformułowane przez Doktorantkę jasno i jednoznacznie, pozostając w ścisłym związku z problematyką pracy. Mają one charakter empirycznie weryfikowalny, co umożliwiło właściwe zaprojektowanie badań oraz konsekwentne ukierunkowanie analiz na identyfikację i ocenę zależności pomiędzy badanymi czynnikami. Na uwagę zasługuje logiczny i w pełni uzasadniony podział pracy z wyeksponowaniem zakresu badań i przeprowadzonych analiz oraz stosownym odwołaniem do publikacji (tab. 1). Takie podejście ukierunkowuje pracę eksperymentalną, ułatwiając osiągnięcie zasadniczego celu badań i tym samym gwarantuje rozwiązanie problemu badawczego.

W rozdziale „Materiały i metody badań” Doktorantka przedstawiła technologię wytwarzania modelowego wyrobu mięsnego surowego typu mięso garmażeryjne, przygotowanego w hali technologicznej Zakładu Technologii Mięsa i Tłuszczu IBPRS w Warszawie z mięsa drobnego klasy II z szynki wieprzowej, rozdrobnionego przez siatkę o średnicy oczek 8 mm z dodatkiem soli i wody, opisując dodatek preparatów bakteryjnych (2,5%) i warunki 9-dniowego przechowywania. Rozdział charakteryzuje się klarownym przedstawieniem procedur, zapewniającym powtarzalność badań i ocenę wpływu dodatków preparatów bakteryjnych na jakość i bezpieczeństwo mięsa i wyrobów mięsnych. Badania analityczne zostały szczegółowo scharakteryzowane w dysertacji, jednak zabrakło bezpośrednich odwołań do literatury. Pomimo że odpowiednie odniesienia bibliograficzne znajdują się w każdej z publikacji wchodzącej w skład cyklu publikacji, ich uwzględnienie na etapie opracowania dysertacji ułatwiłoby jej ocenę. Należy przy tym docenić dbałość o dokładność i jasność przekazu w czym pomogło zestawienie tabelaryczne skrótów i oznaczeń oraz badań i analiz wykonywanych w ramach poszczególnych etapów realizowanej pracy (tab. 1). Na uwagę zasługuje różnorodność zastosowanych testów dotyczących właściwości fizykochemicznych, mikrobiologicznych, genetycznych czy proteomicznych nadających pracy charakter interdyscyplinarny wymagających szerokiej wiedzy naukowej, umożliwiających sformułowanie konstruktywnych wniosków na podstawie obszernego zasobu informacji w postaci uzyskanych wyników. Zaproponowana procedura postępowania świadczy o profesjonalnym i godnym naśladowania podejściu metodycznym sprzyjającym efektywnemu rozwiązaniu złożonych problemów badawczych.

W kolejnym rozdziale dysertacji „Omówienie i interpretacja wyników” Doktorantka przedstawiła i omówiła wyniki badań, otrzymane dzięki konsekwentnej realizacji celu pracy zgodnie z przyjętą metodyką i podziałem na etapy. Taki podział wynika m.in. z opublikowania

wyników pracy w postaci manuskryptów tworzących cykl odpowiadający tematowi ocenianej rozprawy doktorskiej.

Pierwsza publikacja (P1) będąca wynikiem realizacji pierwszego etapu badań stanowi przegląd literatury typowy dla dysertacji doktorskiej. Na podstawie studium literaturowego, Doktorantka dokonała oceny synergistycznego efektu połączenia różnych barier mikrobiologicznych w kształtowaniu bezpieczeństwa i trwałości mięsa i jego wyrobów. W celu określenia zakresu badania zastosowano metodologię PICO (ang. Population, Intervention, Comparator, Outcome). W wyniku przeszukania baz danych Doktorantka zidentyfikowała łącznie 1307 publikacji, w tym 134 w bazie PubMed, 452 w bazie Scopus oraz 721 w bazie Web of Science. Dodatkowo, poprzez analizę bibliografii publikacji zakwalifikowanych oraz wyszukiwanie uzupełniające w Internecie, Doktorantka zidentyfikowała 20 kolejnych opracowań, które uwzględniła w ostatecznej ocenie. Szczegółowa analiza oryginalnych prac badawczych wykazała, że zdecydowana większość aplikacji polegała na dodaniu kultur starterowych bezpośrednio do produktów mięsnych w trakcie procesu fermentacji (P1, tab. 1). Innym często stosowanym przez naukowców rozwiązaniem było łączenie różnych niestarterowych kultur ochronnych o działaniu przeciwdrobnoustrojowym (P1, tab. 2) w postaci świeżej, liofilizowanej lub w formie supernatantów uzyskanych w wyniku wirowania hodowli bakteryjnych. Analiza literatury przedmiotu, wykazała również możliwość zastosowania metabolitów oraz oczyszczonych lub częściowo oczyszczonych związków biologicznie czynnych pochodzenia mikrobiologicznego, np. bakteriocyn lub substancji o działaniu bakteriocynopodobnym – BLIS (ang. *bacteriocin-like inhibitory substances*) (P1, tab. 3-7). Doktorantka wykazała w przeglądzie literatury, że zastosowanie różnych barier mikrobiologicznych stanowi jedno z kluczowych podejść w biokonserwacji mięsa i jego przetworów. Jednocześnie zidentyfikowała lukę badawczą dotyczącą jednoczesnego zastosowania bakterii fermentacji mlekowej (LAB) i bakterii kwasu octowego (AAB), w tym ich potencjalnego efektu synergistycznego, którą uwzględniła w założeniach swojej rozprawy doktorskiej.

Do badań realizowanych w ramach etapu II oraz III, Doktorantka zastosowała cztery szczepy bakterii o udokumentowanym potencjale przeciwdrobnoustrojowym, w tym dwa szczepy LAB *Lacticaseibacillus paracasei* B1, *Lactiplantibacillus plantarum* O24 oraz dwa szczepy AAB *Gluconobacter oxydans* KNS32 i *Komagataeibacter saccharivorans* KOM1, pochodzące z kolekcji mikroorganizmów Katedry Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W ramach badań nad właściwościami przeciwdrobnoustrojowymi, Doktorantka

zastosowała wyselekcjonowane szczepy wskaźnikowe, obejmujące bakterie Gram-dodatnie: *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus spizizenii* ATCC 6633 oraz *Enterococcus faecalis* ATCC 51299, a także bakterie Gram-ujemne: *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Enteritidis* ATCC 13076, *Escherichia coli* ATCC 10536 oraz *Pseudomonas fluorescens* PCM 2123. Ponadto, do badań wykorzystano szczególnie szczep wskaźnikowy – *Escherichia coli* O157:H7. Choć jakościowa i ilościowa ocena obejmuje najbardziej charakterystyczną mikroflorę saprofityczną oraz patogenną mięsa i jego przetworów, pewien niedosyt budzi brak uwzględnienia bakterii beztlenowych. Jest to istotne z punktu widzenia zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego mięsa i surowych wyrobów mięsnych (mięso garmażeryjne) pakowanych próżniowo.

W kolejnym etapie badawczym Doktorantka dokonała kompleksowej oceny potencjału antymikrobiologicznego i biokonserwującego preparatów LAB i AAB, obejmującą charakterystykę ich właściwości biologicznych i weryfikację skuteczności działania w warunkach modelowych. Doktorantka wykazała, że efekty synergiczne i addytywne między LAB i AAB skutkują wyższą skutecznością przeciwdrobnoustrojową nawet przy niższych stężeniach poszczególnych składników w porównaniu do pojedynczych preparatów. Przeprowadzone analizy genomowe i proteomiczne umożliwiły wstępną identyfikację mechanizmów odpowiedzialnych za aktywność przeciwdrobnoustrojową wybranych szczepów w tym obecność rozbudowanych klastrów genowych odpowiedzialnych za produkcję bakteriocyn, wysoki potencjał adaptacyjny szczepów oraz ich bezpieczeństwo aplikacyjne (P2, P3). Potwierdzeniem, obecności substancji o działaniu bakteriocynopodobnym, były badania prowadzone po procesie oczyszczania substancji przeciwdrobnoustrojowych za pomocą elektroforezy SDS-PAGE i analizy LC-MS/MS. Ponadto supernatanty badanych przez Doktorantkę LAB charakteryzowały się wysoką zawartością fenoli i wykazywały zdolność do neutralizacji rodnika ABTS^{•+} i DPPH, zaś AAB dzięki peryplazmatycznemu utlenianiu cukrów, wytwarzały głównie kwas octowy i glukonowy o silnych właściwościach przeciwbakteryjnych (P2, P3). Poczynione obserwacje predysponowały do podjęcia przez Doktorantkę badań aplikacyjnych preparatów w matrycy mięsnej dotyczących poprawy jakości mikrobiologicznej oraz wydłużenia trwałości przechowalniczej modelowych surowych wyrobów mięsnych. Doktorantka wykazała (P4) że synergistyczne zastosowanie metabolitów LAB i AAB wykazało wyraźną skuteczność w ograniczaniu rozwoju drobnoustrojów oraz w poprawie jakości mikrobiologicznej surowego wyrobu mięsnego.

Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie, dlaczego nie zdecydowano się na poddanie surowego wyrobu mięsnego obróbce cieplnej (np. pieczeniu, gotowaniu czy smażeniu). To właśnie

w takiej formie produkt jest spożywany. Powtórzenie analiz na produkcie poddanym obróbce zasadniczej, pozwoliłoby na pełniejszą ocenę wpływu biokonserwacji na cechy jakościowe istotne z punktu widzenia konsumenta, w tym przede wszystkim na właściwości sensoryczne. W opinii recenzenta przeprowadzenie analizy sensorycznej stanowiłoby istotne uzupełnienie badań fizykochemicznych i mikrobiologicznych, umożliwiając ocenę potencjalnej akceptacji produktu przez konsumentów.

Doświadczenie w redagowaniu publikacji zostało wykazane w rzetelnej dyskusji uzyskanych wyników w oparciu o rezultaty innych autorów zajmujących się podobną tematyką badawczą. Świadczy to o dojrzałości i odpowiedzialności naukowej Doktorantki. Jednocześnie, proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się do następujących pytań i zagadnień, które zostały sformułowane po zapoznaniu się z rozdziałem „Dyskusja wyników”:

1. Jak można wyjaśnić istotny wzrost zawartości wtórnych produktów oksydacji lipidów obserwowany już na wczesnym etapie przechowywania surowego produktu mięsnego (3. dzień), podczas gdy wzrost zawartości nadtlenków lipidowych, stanowiących pierwotne produkty oksydacji, odnotowano dopiero w 9. dniu przechowywania?
2. Czy zmiany w całkowitej zawartości cholesterolu mogą stanowić podstawę do wnioskowania o zachodzących procesach oksydacyjnych w badanym produkcie?

Uzyskane wyniki badań przedstawione w czterech pracach pozwoliły na sformułowanie przez Doktorantkę pięciu stwierdzeń i trzech wniosków, które zaprezentowano w rozdziale „Stwierdzenia i Wnioski”. Każdy z sformułowanych wniosków wpisuje się w stawiane hipotezy i cel pracy. Zdaniem recenzenta ich ilość jest adekwatna do zakresu prowadzonych badań i koresponduje z ilością uzyskanych danych.

W przedstawionej do oceny dysertacji Doktorantka powołała się na 167 pozycji literaturowych, które zostały dobrane prawidłowo do zakresu i tematyki badawczej. Prace te są anglojęzyczne, z ostatniej dekady, a wśród nich dominują artykuły naukowe dotyczące omawianych zagadnień, co świadczy o nowatorskim charakterze opracowania.

Jednocześnie, proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się do następujących pytań, które mają charakter dyskusyjny:

1. Czy metabolity drobnoustrojów mogą wpływać na cechy sensoryczne mięsa i jego przetworów, a jeśli tak, to w jaki sposób oddziałują na trwałość przechowalniczą oraz poziom akceptacji konsumenckiej tych produktów?
2. W jaki sposób mikrobiota naturalna mięsa wpływa na skuteczność biokonserwacji?

Podsumowując, przedstawiona przez Doktorantkę praca została napisana poprawnym, precyzyjnym językiem naukowym. Zawiera prawidłowo umieszczone odwołania do literatury

oraz jasno wyodrębnione treści odnoszące się do poszczególnych artykułów składających się na cykl publikacji. Takie uporządkowanie materiału w znaczącym stopniu ułatwia śledzenie przebiegu badań oraz pozwala na pełniejsze zrozumienie ich zakresu oraz wyników.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w latach 2023-2025. Są to następujące pozycje:

[P1] Karbowski, M., Szymański, P., & Zielińska, D. (2023). Synergistic effect of combination of various microbial hurdles in the biopreservation of meat and meat products – systematic review. *Foods*, 12(7), 1430. DOI: 10.3390/foods12071430 IF: 4,7; MNiSW2023: 140 pkt.

[P2] Karbowski, M.*, Kruk, M., Szymański, P. & Zielińska, D*. (2025). Novel synergistic combination of lactic acid and acetic acid bacteria cell-free extracts for enhanced food biopreservation. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. DOI: 10.26444/aaem/214500 IF: 1,2; MNiSW2025: 100 pkt.

[P3] Karbowski, M.*, Wójcicki, M., Hyun, J. E., Szymański, P., Niu, Y. D.*, & Zielińska, D. (2025). Novel Antimicrobial Compounds from Fermented Food-Derived *Lactobacillus paracasei* B1 and *Lactiplantibacillus plantarum* O24 Strains: Genomic and Proteomic Analysis. *LWT*, 118597. DOI: 10.1016/j.lwt.2025.118597 IF: 6,6; MNiSW2025: 100 pkt.

[P4]. Karbowski, M.*, Okoń, A., Łaszkiwicz, B., Szymański, P., & Zielińska, D*. (2025). Novel Applications of Lactic Acid and Acetic Acid Bacteria Preparations in Shaping the Technological and Microbiological Quality of Ready-to-Cook Minced Pork. *Foods*, 14(11), 1934. DOI: 10.3390/foods14111934 IF: 5,1; MNiSW2025: 100 pkt.

Sumaryczna liczba punktów według MNiSW: 440; Sumaryczny Impact Factor: 17,6

Przedstawiona rozprawa doktorska pt.: „Zastosowanie metabolitów bakterii fermentacji mlekowej (LAB) oraz bakterii kwasu octowego (AAB) do biokonserwacji mięsa i przetworów mięsnych”, w formie cyklu czterech publikacji spełnia wszystkie wymagania formalne przewidziane dla tego typu opracowania. Zgromadzony dorobek jest spójny tematycznie oraz wpisuje się w aktualne kierunki badawcze w obszarze nauk o żywności i żywieniu. Oświadczenia współautorów pozwalają na jednoznaczne określenie wkładu mgr Marceliny Natalii Karbowski, która we wszystkich czterech pracach pełniła rolę pierwszego autora, a w trzech z nich dodatkowo była autorem korespondencyjnym. Udział Doktorantki w tworzeniu publikacji obejmował pełne spektrum działań badawczych: od opracowania koncepcji i projektowania eksperymentów, poprzez realizację analiz, po interpretację danych i przygotowanie manuskryptów.

W recenzji dorobku naukowego mgr Marceliny Natalii Karbowiak nie można pominąć faktu, że obok cyklu czterech prac stanowiących rozprawę doktorską Doktorantka posiada w dorobku dodatkowo 15 publikacji, 2 rozdziały w monografiach oraz 16 materiałów konferencyjnych, dwie sekwencje DNA zdeponowane i zarejestrowane w banku genów GenBank oraz liczne nagrody i wyróżnienia w większości za wystąpienia konferencyjne.

Przedłożona w opracowaniu literatura obejmuje 167 pozycji bibliograficznych w przeważającej większości anglojęzycznych, co potwierdza znajomość i umiejętność posługiwania się międzynarodowym piśmiennictwem związanym z tematem rozprawy. Obecność w spisie literatury prac z ostatniej dekady świadczy o bieżącym śledzeniu omawianego zagadnienia przez Autorkę, jak i o aktualności podjętego problemu naukowego.

Wniosek końcowy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi spójny, wartościowy i formalnie kompletny cykl publikacji, który wpisuje się w aktualne kierunki badań dotyczących wykorzystania metabolitów wytwarzanych przez bakterie fermentacji mlekowej (LAB) oraz bakterie kwasu octowego (AAB), jako naturalnych, biologicznych środków konserwujących mięso i wyroby mięsne. Zaprezentowane opracowanie świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktorantki oraz o jej wysokiej samodzielności badawczej, potwierdzonym znaczącym, udokumentowanym udziałem w powstaniu publikacji – od opracowania koncepcji, poprzez realizację badań, aż po przygotowanie manuskryptów.

Problematyka rozprawy mieści się w obszarze nauk o żywności i żywieniu, a sposób jej przygotowania świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu Doktorantki do pracy naukowo-badawczej, znajomości nowoczesnych metod analitycznych oraz obszernej wiedzy teoretycznej związanej z podjętym zagadnieniem. Na podkreślenie zasługuje bardzo dobry wybór tematu i rzetelna realizacja kolejnych etapów badawczych z wykorzystaniem zaawansowanych metod analitycznych. Wyniki otrzymane przez mgr Marcelinę Natalię Karbowiak niewątpliwie mogą mieć znaczenie zarówno poznawcze jak i praktyczne.

Przedstawiony dorobek naukowy jednoznacznie potwierdza wysoki poziom dojrzałości badawczej Doktorantki, jej bardzo dobre przygotowanie metodologiczne oraz umiejętność samodzielnego planowania i realizacji badań eksperymentalnych. Doktorantka wykazała się zdolnością trafnego formułowania celu badawczego, a także konsekwentnego i logicznego rozwiązywania złożonych problemów naukowych.

Na szczególne podkreślenie zasługuje wysoka jakość opublikowanych prac, ich spójność tematyczna oraz znaczący wkład w rozwój dyscypliny. Dorobek publikacyjny świadczy

również o bardzo dobrej znajomości zasad opracowywania prac naukowych, poprawności metodologicznej oraz umiejętności jasnego i precyzyjnego prezentowania wyników badań.

Stwierdzam, że praca doktorska pt. **„Zastosowanie metabolitów bakterii fermentacji mlekowej (LAB) oraz bakterii kwasu octowego (AAB) do biokonserwacji mięsa i przetworów mięsnych”** przygotowana przez Panią mgr. Marcelinę Natalię Karbowskią pod kierunkiem promotora pracy dr hab. inż. Doroty Zielińskiej, prof. SGGW oraz promotora pomocniczego w osobie dr inż. Piotra Szymańskiego, spełnia wymogi stawiane dysertacją doktorskim i wnioskuję do Wysokiej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o **dopuszczenie** Pani mgr Marceliny Natalii Karbowskią do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, pragnę zaznaczyć, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska reprezentuje wysoki poziom merytoryczny, wnosi istotne elementy nowości naukowej oraz posiada walory aplikacyjne. Całość pracy świadczy o ponadprzeciętnym zaangażowaniu Doktorantki oraz jej predyspozycjach do dalszej pracy naukowej. W związku z powyższym, oceniając rozprawę bardzo wysoko **wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o jej wyróżnienie.**

Karolina Wójcik

RPW/9615/2026 N
Data: 2026-04-08



PRIORYTET

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW
2026 -04- 08
WPLYNIĘŁO DNIA -8-

Biurowo Obsługa Nauki

ul. Nowoursynowska 166, bud. 2,
pok. 1

02-484 Warszawa