



UNIWERSYTET
PRZYRODNICZY
WE WROCŁAWIU

WYDZIAŁ BIOTECHNOLOGII I NAUK O ŻYWNOŚCI
KATEDRA ROZWOJU FUNKCJONALNYCH PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH

dr hab. inż. Małgorzata Korzeniowska, prof. UPWr

Wrocław, 31.01.2025 r.

Katedra Rozwoju Funkcjonalnych Produktów Żywnościowych

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr Kübry Küçükgoz**

pt.: „**Opracowanie i ocena wartości odżywczej potencjalnie probiotycznego produktu
niemlecznego - badania *in vitro***”

wykonanej w Katedrze Gastronomii i Higieny Żywności

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

pod kierunkiem **dr hab. Moniki Trząskowskiej, prof. SGGW**

Recenzja została wykonana w oparciu o uchwałę Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 13 grudnia 2024 r. w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora nauk rolniczych w dyscyplinie Technologia żywności i żywienia mgr Kübry Küçükgoz.

Dobór i znaczenie tematu

Temat pracy doktorskiej przedstawionej do oceny przez mgr Kübrę Küçükgoz koncentruje się na rozwoju probiotycznych produktów niemlecznych, co jest zgodne z zagadnieniami związanymi z dyscypliną naukową Technologia żywności i żywienia. Podjęte badania wpisują się w aktualne trendy w technologii żywności i żywienia i ulegają szybkiemu rozwojowi. Badania mgr Kübry Küçükgoz przyczyniają się do wypełnienia wciąż istniejącej luki, zarówno w aspekcie naukowym, jak i zapotrzebowaniu rynkowym oraz możliwościach rozwoju produktów z asortymentu niemlecznych produktów probiotycznych, które stają się coraz bardziej popularne i poszukiwane w aspekcie poprawy funkcjonowania układu pokarmowego,

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU
WYDZIAŁ BIOTECHNOLOGII I NAUK O ŻYWNOŚCI
KATEDRA ROZWOJU FUNKCJONALNYCH PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH
UL. J. CHEŁMOŃSKIEGO 37, 51-630 WROCŁAW
TEL. +48 71 320 7782 • FAX +48 71 320 7781
E-MAIL: DFFPD@UPWR.EDU.PL •





zwłaszcza pracy jelit. Ciągłe zmieniające się nastawienie oraz nowe trendy dietetyczne, jak również oczekiwania co do kierunku bardziej zrównoważonej i zdrowszej diety prowadzącej do wydłużenia oraz poprawy jakości życia wywierają coraz większą presję na specjalistów ds. projektowania i produkcji żywności, ale także dietetyków i lekarzy. Żywność zawierająca szczepy probiotyczne obecna na rynku jest reprezentowana głównie przez produkty mleczne, ale także nieprzetworzone termicznie fermentowane warzywa (kiszona kapusta, oliwki, kimchi, produkty sojowe), napoje (kwas chlebowy, cydr, kombucha), jak i posiłki gotowe do spożycia (miso, natto). Coraz większa liczba osób stosuje diety wegetariańskie lub wegańskie, cierpi na nietolerancję laktozy, a także unika spożycia produktów pochodzenia zwierzęcego z wielu różnych powodów. Prowadzi to do wciąż rosnącego zapotrzebowania na produkty pochodzenia roślinnego, w tym na produkty zawierające żywe szczepy probiotyczne. Dlatego uważam problem badawczy zaproponowany w ocenianej rozprawie doktorskiej za ważny dla rozwoju dyscypliny naukowej, jak i rozwoju przemysłu spożywczego.

Ocena strony formalnej pracy

Rozprawa doktorska przedstawiona przez mgr Kübrę Küçükgoz pt.: „Opracowanie i ocena wartości odżywczej potencjalnie probiotycznego produktu niemlecznego - badania *in vitro*” składa się z 48 stron podzielonych na następujące logicznie po sobie części: dwa Streszczenia w języku polskim i angielskim, Spis opublikowanych prac wchodzących do monotematycznego cyklu, niestety bez choćby krótkiego opisu i uzasadnienia wyboru, Wstęp, Cel i zakres badań, Materiał oraz sposób przygotowanie próbek, Metody badawcze, Wyniki i dyskusja, Wnioski i Bibliografię (64 pozycje). Główna część rozprawy składa się z pięciu publikacji, których pierwszym autorem jest doktorantka wraz z oświadczeniami współautorów publikacji co do ich udziału w powstawaniu prac. Cykl publikacji obejmuje jedną pracę przeglądową i cztery oryginalne prace badawcze opublikowane w czasopismach z listy ICI. Cały cykl prezentuje dobrze zaplanowane i wykonane badania których głównym tematem przewodnim było opracowanie oraz specyfikacja wartości odżywczej niemlecznych produktów probiotycznych. Wykonano przekąskę śniadaniową na bazie przecieru jabłkowego i ketchup wzbogacony dodatkiem buraków ćwikłowych. Oba produkty poddano fermentacji bakteriami uznanymi za probiotyczne tj. *Lactobacillus rhamnosus* K3 i *Lactobacillus johnsonii* K4. Sumaryczny współczynnik wpływu prac w cyklu wynosi $IF=29,7$ oraz 760 punktów MNiSzW.

Oceniana rozprawa spełnia wymagania formalne określone dla tego typu prac naukowych przedstawianych w toku postępowania o nadanie stopnia doktora, tj. ma charakter eksperymentalny i zawiera wszystkie niezbędne rozdziały ułożone w typowej kolejności. Praca jest spójna i napisana poprawnym, jasnym i zrozumiałym językiem. Załączone prace zostały poddane procesowi recenzji i opublikowane w uznanych czasopismach naukowych.

Ocena merytoryczna pracy



Wprowadzenie W części wprowadzającej do zagadnień podjętych w pracy przedstawiono najnowsze i najważniejsze informacje o szczepach probiotycznych oraz potencjalnie probiotycznych produktach spożywczych dostępnych na rynku. Wskazano i opisano w sposób zwięzły wpływ oraz znaczenie procesów fermentacji na kształtowanie cech sensorycznych, w tym nowo zaprojektowanych, jak również dobrze znanych produktów żywnościowych. Bardzo interesująca część wprowadzenia obejmuje opis różnych modeli trawienia w warunkach *in vitro*, w których bada się m. in. mechanizm rozkładu (trawienia) nowo tworzonych produktów, dostępność składników odżywczych, a także żywotność szczepów probiotycznych w warunkach panujących w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego. Uzyskane dane umożliwiają następnie przewidywanie właściwości funkcjonalnych i zdrowotnych żywności. Mgr Kübra Küçükgöz podkreśliła także znaczenie składu mikroflory jelitowej i jej stanu w odniesieniu do różnych warunków w zależności od stosowanej diety, ze szczególnym uwzględnieniem potencjalnie probiotycznych produktów żywnościowych. Ta część opracowania zawiera informacje przedstawione w pierwszej publikacji z cyklu stanowiącego załącznik do opisu rozprawy doktorskiej (Nondairy probiotic products: Functional foods that require more attention. *Nutrients*, 2022, 14(4), 753), która jest typowym artykułem przeglądowym.

Cel pracy i hipotezy badawcze – Na podstawie przeglądu literatury mgr Kübra Küçükgöz zaproponowała główny cel badań, który jest sformułowany poprawnie i jasno, jakkolwiek jest bardzo ogólny. Doktorantka wskazała na potrzebę wykorzystania matryc niemlecznych, jako nośników bakterii probiotycznych, dowodząc ich wartości odżywczej badanej w warunkach modelowych *in vitro* ludzkiego przewodu pokarmowego. Przedstawiono pięć krótkich i jasnych hipotez badawczych wraz z sześcioma celami szczegółowymi. Główną hipotezą badawczą postawioną przez Doktorantkę była możliwość zastosowanie surowców niemlecznych do tworzenia żywności wykazującej potencjalnie cechy probiotyczne o wysokiej żywotności bakterii probiotycznych i dostępności dostarczanych (uwalnianych) składników odżywczych, które mogą mieć korzystny wpływ na mikroflorę jelitową i zdrowie człowieka. Cele są sformułowane prawidłowo i możliwe do osiągnięcia dzięki prawidłowo zaplanowanemu zestawowi eksperymentów.

Wyniki i dyskusja – Tematyka badawcza czterech przedstawionych prac eksperymentalnych wchodzących do monotematycznego cyklu dotyczy rozwoju i charakterystyki wybranych grup składników chemicznych, właściwości funkcjonalnych i cech zdrowotnych potencjalnie probiotycznej żywności niemlecznej, ze szczególnym uwzględnieniem śniadaniowego puree jabłkowego z płatkami owsianymi i ziarnami chia oraz ketchupu wzbogaconego dodatkiem buraków ćwikłowych. Określono także status szczepów probiotycznych i ich wpływ na



mikrobiotę jelitową. Wszystkie publikacje zostały przygotowane w oparciu o oryginalne wyniki badań uzyskane przez mgr Kübrę Küçükğöz w trakcie realizacji założeń pracy doktorskiej.

Publikacja 2 Opublikowany w *Nutrients* artykuł zatytułowany *The probiotic potential of vegan puree mixture: Viability during simulated digestion and bioactive compound bioaccessability* (16(4), 561, IF 4.8; 140 pkt.) przedstawia wyniki pierwszego etapu badań eksperymentalnych, prowadzonego w celu opracowania i analizy puree jabłkowego z dodatkiem nasion chia, otręb lub płatków owsianych poddanych fermentacji przez potencjalnie probiotyczne szczepy *Lactobacillus rhamnosus* K3 i *Lactobacillus johnsonii* K4, po trawieniu *in vitro* w statycznym modelu żołądkowo-jelitowym przewodu pokarmowego człowieka. Głównym osiągnięciem badań była gotowa do wdrożenia receptura i dobrane warunki technologiczne mieszanki śniadaniowej z założoną liczbą żywych komórek bakterii probiotycznych, która charakteryzowała się atrakcyjnymi właściwościami sensorycznymi i wysoką wartością odżywczą. Przeprowadzone badania wskazały, że otręby owsiane lepiej chronią bakterie probiotyczne w trakcie trawienia niż płatki owsiane w matrycy puree jabłkowego. Ponadto, fermentacja kwasu mlekowego korzystnie wpływa na ilość i biodostępność analizowanych składników odżywczych, co może mieć korzystny wpływ na zdrowie konsumentów.

Pytania: 1. Czy istnieją jakieś ograniczenia w stosowaniu szczepów *Lactobacillus rhamnosus* K3 i *Lactobacillus johnsonii* K4?

2. Jaka jest zalecana dzienna dawka spożycia zaprojektowanego produktu probiotycznego?

3. Jakie konkretnie cechy jabłek Golden Delicious zadecydowały o zastosowaniu ich w badaniach? Dlaczego jabłka obierano przed obróbką technologiczną?

Publikacja 3 zatytułowana: *Beetroot ketchup as a stable carrier of potential probiotic Lacticaseibacillus rhamnosus K3 and Lactobacillus johnsonii K4: A study on sensory attributes, storage viability, and in vitro gastrointestinal survival* (*Food and Bioprocess Technology*, 148, 519-526, IF 3,5; 140 pkt.) przedstawia wyniki badań dotyczących żywotności zastosowanych potencjalnie probiotycznych szczepów *Lactobacillus rhamnosus* K3 i *Lactobacillus johnsonii* K4 oraz cech sensorycznych ketchupu pomidorowego z dodatkiem buraków w trakcie przechowywania i symulowanego procesu trawienia. Głównym odkryciem badań był fakt, iż *Lactobacillus johnsonii* K4 nadaje się do zastosowania w matrycy ketchupu buraczanego, jako probiotyk zdolny do przeżycia (nawet do 30%) procesy trawienia zachodzące w przewodzie pokarmowym, i przetrwania w środowisku jelita grubego, co jest czynnikiem krytycznym dla zapewnienia korzyści zdrowotnych konsumentom. Istotnym faktem był także pozytywny wpływ zastosowanych bakterii probiotycznych na jakość sensoryczną ketchupu.



Pytanie: 1. Jakie odmiany buraka ćwikłowego testowano w badaniach? W jaki sposób rodzaj i odmiana *Beta vulgaris* może zmieniać właściwości sensoryczne i wskaźnik przeżywalności bakterii w procesach trawienia?

Publikacja 4: Gut microbiota modulatory capacity of fermented ketchup in a validated *in vitro* model of the colon. Food Research International (192, 114801, IF 7,0; 140 pkt.) koncentruje się na wpływie zaprojektowanego ketchupu buraczanego poddanego fermentacji przez *Lactobacillus johnsonii* K4 na izolowaną od zdrowych dorosłych mikroflorę kałową badanych w modelu *in vitro* okrężnicy. Uzyskane wyniki badań wskazały, że fermentowany ketchup buraczany zawierający potencjalnie probiotyczny szczep *Lactobacillus johnsonii* K4 jest w stanie korzystnie zmieniać ludzką mikroflorę jelitową poprzez zwiększenie liczby żywych komórek LAB i jednocześnie zmniejszenie w tej części przewodu pokarmowego częstości występowania mikroorganizmów patogennych. Ponadto, zmiany w profilu kwasów organicznych w okrężnicy, głównie w obrębie krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, spowodowane trawieniem nowo wytworzonego ketchupu, pozytywnie wpływają na korelacje taksonów mikrobiologicznych i złożoną dynamikę mikroflory jelitowej.

Pytanie: 1. Ketchup nie jest zazwyczaj zalecany przez dietetyków z uwagi na wysoką zawartość cukrów. Czy istnieją jakieś dane na temat wpływu regularnego spożywania ketchupu na stan jelit, mikroflorę jelitową i ogólny stan zdrowia człowieka?

Publikacja 5 Unlocking the potential of fermented beetroot ketchup: Enhancing polyphenol recovery and gut microbiota interactions. Food Chemistry, 463, 141141, IF 8.5; 200 pkt. koncentruje się na wpływie procesu trawienia i interakcji mikroflory jelitowej na składniki recepturowe ketchupu buraczanego. Wykonane badania umożliwiły ustalenie mechanizmów interakcji polifenoli z mikroflorą jelitową podczas trawienia w górnym odcinku przewodu pokarmowego w obecności *Lactobacillus johnsonii* K4 i spowodowała zwiększony odzysk większości substancji polifenolowych dostarczanych wraz ze składnikami ketchupu buraczanego. Fermentacja LAB ketchupu buraczanego skutkowała wyższym stężeniem wybranych grup polifenoli, co sugeruje ich lepszą oporność, jak i ochronną rolę szczepów probiotycznych.

Pytania: 1. Czy istnieją dane dotyczące niekorzystnego wpływu spożywania żywności probiotycznej na zdrowie człowieka?

Rozprawę doktorską podsumowano **wnioskami**, które odpowiadają sformułowanym we wstępie pracy hipotezom badawczym i przedstawionym publikacjom. Wszystkie hipotezy zostały pozytywnie zweryfikowane. Głównym osiągnięciem pracy było stwierdzenie, że



badane matryce niemleczne, przecier jabłkowy i ketchup buraczany, są odpowiednimi nośnikami dla szczepów probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* K3 i *Lactobacillus johnsonii* K4. Fermentacja kwasu mlekowego badanych matryc pozytywnie wpływa na ich jakość sensoryczną, wartość odżywczą i poprawia właściwości prozdrowotne związane ze stanem mikroflory jelitowej.

Wniosek końcowy

Podsumowując, chciałbym podkreślić, że oceniana rozprawa doktorska ma wysoką wartość naukową i potencjał aplikacyjny z nowatorskimi rozwiązaniami w zakresie projektowania i charakterystyki potencjalnie probiotycznych produktów niemlecznych, które pozytywnie wpływają na mikroflorę jelitową i mają pozytywny wpływ na zdrowie człowieka. Zrealizowany ciąg eksperymentów został starannie zaplanowany i przeprowadzony przy użyciu odpowiednio dobranych i dostępnych metod oraz nowoczesnego wyposażenia, w tym modelowego systemu do badań procesów trawienia *in vitro*. Przedstawione wyniki zostały starannie zebrane, przeanalizowane statystycznie, omówione i zinterpretowane w sposób dogłębny, co pozwoliło na ich opublikowanie w uznanych czasopismach naukowych, co dowodzi nowatorstwa i wysokiego poziomu przeprowadzonych badań (łącznie IF 29,7 i 760 punktów ministerialnych). Ważnym aspektem rozwoju kariery doktorantki była wspólna realizacja części badań we współpracy z Uniwersytetem w Maastricht w Holandii, z renomowaną grupą kierowaną przez dr Koena Veneme. Treść rozprawy doktorskiej mgr Kübry Küçükğöz zatytułowanej: „Opracowanie i ocena wartości odżywczej potencjalnie probiotycznego produktu niemlecznego - badania *in vitro*”, oraz wynikające z niej cenne możliwości praktycznej aplikacji upoważniają mnie do stwierdzenia, że oceniana rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania określone w art. 187 ust. 1-4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.). W związku z powyższym z pełnym przekonaniem składam wniosek do Rady Naukowej dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr Kübry Küçükğöz do publicznej obrony.

dr hab. inż. Małgorzata Korzeniowska, prof. uczelni

UNIWERSYTET PRZYRODNICZY
WE WROCŁAWIU
ul. C. K. Norwida 25, 50-375 Wrocław
KATEDRA ROZWOJU FUNKCJONALNYCH
PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH
ul. Chłemońskiego 37, 51-630 Wrocław
tel. 71 320 77 82

PM/LP/386/2025



OPŁATA POBRANA
TAXE PERÇUE - POLOGNE
Umowa z Poczta Polska S.A.
ID nr 558561/D

PRIORYTET

Dr. Nauk o Żywn.

KANCELARIA GŁÓWNA SSGW
2025-02-05
WPŁYNEŁO DNIA-8-

szkolenia i rozwoju pracowników

w Warszawie

ul. Wolska 159C

02-746 Warszawa

SS-Q

prof. Dr hab. Jolanta Stolińska
Pracownia Badawczo-Technologiczna Żywności i Żywności



R

(00)659007734558620733



(00)659007734558620733

(00)659007734558620733

2024

Pocztą Polska
Opłata pobrana zł — gr

3N2 -