

Poznań, 15.09.2025 r.

Prof. UPP dr hab. Renata Cegielska-Radziejewska
Katedra Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Gemby
pt.: „Prognostyczny model zdolności tworzenia biofilmu przez bakterie patogenne
wyizolowane z mleka kobiecego”,
wykonanej w Katedrze Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności
Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
pod kierunkiem prof. dr hab. Danuty Kołożyn-Krajewskiej jako promotora
i dr inż. Elżbiety Rosiak jako promotora pomocniczego

Podstawa prawna: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późniejszymi zmianami).

Podstawa formalna: pismo Prof. dr hab. Ewy Jakubczyk Przewodniczącej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie informujące o podjęciu Uchwały Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia z dnia 18.07.2025 r. w sprawie powołania recenzentów rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Gemby.

Tematyka przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Gemby dotyczy opracowania matematycznego modelu prognostycznego, opisującego proces tworzenia biofilmu przez bakterie patogenne wyizolowane z mleka kobiecego, na powierzchniach mających z nim kontakt. Mleko kobiece stanowi najlepsze źródło składników odżywczych dla noworodków, w tym także dla dzieci urodzonych przedwcześnie. Może jednak zawierać

drobnoustroje patogenne, co stwarza poważne zagrożenie zdrowotne, zwłaszcza w populacji noworodków o obniżonej odporności. Z tego względu szczególnie istotne są badania dotyczące jakości mikrobiologicznej mleka kobiecego, obecności i możliwości transmisji potencjalnie patogennych drobnoustrojów, skutecznych metod ich inaktywacji, a także wpływu praktyk higienicznych oraz czystości sprzętu laktacyjnego na poziom zanieczyszczenia mleka. Badania przeprowadzone przez Doktoranta kompleksowo odnoszą się do tego zagadnienia i obejmują matematyczne modelowanie procesu tworzenia biofilmu przez drobnoustroje na powierzchniach mających kontakt z mlekiem kobiecym. Warto podkreślić, że w rozprawie przeanalizowano zachowanie potencjalnie niebezpiecznego szczepu *Cronobacter sakazakii* ATCC 25944, którego zakażenia u noworodków, choć rzadkie, wiążą się z wysoką śmiertelnością.

Zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego mleka kobiecego w całym łańcuchu jego obiegu wymaga systemowego podejścia oraz stosowania zweryfikowanych procedur higienicznych. Ich opracowanie jest możliwe wyłącznie w oparciu o szczegółową wiedzę na temat możliwości i częstotliwości występowania zagrożeń mikrobiologicznych, jak i mechanizmów ich rozwoju oraz konieczności monitorowania. Z powyższych względów problematyka badawcza podjęta przez Doktoranta jest niezwykle aktualna, a uzyskane wyniki mają istotne znaczenie praktyczne. Badania mgr inż. Mateusza Gemby wpisują się w aktualne trendy naukowe na pograniczu mikrobiologii prognostycznej i zdrowia publicznego, dostarczając cennych danych wspierających dalsze działania ukierunkowane na zwiększanie bezpieczeństwa stosowania mleka kobiecego. Jak słusznie wskazał Autor, opracowane modele mogą stanowić narzędzie oceny i zarządzania ryzykiem zakażeń noworodków w placówkach, w których konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego mleka kobiecego.

Struktura pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza Gemby stanowi starannie przygotowane opracowanie, oparte na jednotematycznym cyklu trzech publikacji, w których Doktorant jest pierwszym i korespondencyjnym autorem. Łączna punktacja MNiSW prac, zgodnie z rokiem ich opublikowania, wynosi 220, a sumaryczny Impact Factor – 10,463. Publikacje mają charakter prac zbiorowych – dwie z nich zostały przygotowane przez trzech autorów, a jedna przez sześciu. We wszystkich przypadkach pierwszym autorem jest mgr inż. Mateusz Gemba. Zarówno Doktorant, jak i wszyscy współautorzy określili zakres swojego wkładu w przygotowanie poszczególnych publikacji. Udział Doktoranta w przygotowaniu

każdej z prac wynosi 51% i obejmował m.in.: opracowanie koncepcji badań, przegląd literatury, wykonanie eksperymentów, analizę i opis wyników, przygotowanie wizualizacji oraz redakcję tekstu artykułu.

Rozprawa doktorska zawiera: streszczenia w języku polskim i angielskim, uzasadnienie wyboru tematu, określenie celu pracy, hipotez badawczych oraz zakresu przeprowadzonych badań, opis materiału i zastosowanej metodyki, prezentację wyników wraz z ich analizą i dyskusją, a także końcowe stwierdzenia i wnioski oraz spis piśmiennictwa. Integralną część rozprawy stanowią publikacje będące podstawą przewodu doktorskiego. Do każdej z nich dołączono oświadczenia współautorów, określające ich wkład w przygotowanie poszczególnych prac.

Pracę doktorską stanowi cykl następujących publikacji:

1. **Gemba M.**, Rosiak E., Kołożyn-Krajewska D. 2020. *Cronobacter* spp. – poważne zagrożenie w żywności dla niemowląt. *Postępy mikrobiologii*, 59, 2, 139-151. DOI: 10.21307/PM-2020, **Impact Factor 0,263; 20 pkt MNiSW**
2. **Gemba M.**, Rosiak E., Nowak-Życzyńska Z., Kałęcka P., Łodygowska E., Kołożyn-Krajewska D. 2022. Factors Influencing Biofilm Formation by *Salmonella enterica* sv. Typhimurium, *E. cloacae*, *E. hormaechei*, *Pantoea* spp., and *Bacillus* spp. isolated from human milk determined by PCA analysis. *Foods*, 11, 23, 3862, 14 stron. <https://doi.org/10.3390/foods11233862>, **Impact Factor 5,2; 100 pkt MNiSW**
3. **Gemba M.**, Rosiak E., Kołożyn-Krajewska D. 2025. Development of predictive models of biofilm formation by *C. sakazakii*, *E. cloacae* on surfaces used in the food industry and medicine. *International Journal of Food Microbiology*, 434, 111131, 9 stron. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2025.111131>, **Impact Factor 5,0; 100 pkt MNiSW**

Ocena pracy

Układ rozprawy jest przejrzysty i logicznie przemyślany, co umożliwia pełne i spójne zaprezentowanie wyników badań stanowiących podstawę dysertacji. Doktorant rozpoczął od zwięzłego uzasadnienia wyboru tematu badawczego, wskazując na obecność bakterii pożytecznych jak i potencjalnie patogennych w mleku kobiecym. Podkreślił, że obecność tych ostatnich może stanowić istotny problem w kontekście pozyskiwania i przechowywania mleka

w bankach mleka kobiecego. Autor przywołał doniesienia literaturowe dotyczące przypadków zakażeń noworodków patogenami *Cronobacter sakazakii*, *Bacillus cereus* i *Enterobacter cloacae*, związanych z karmieniem mlekiem pochodzącym z regionalnych banków mleka. Podkreślił, że wymienione bakterie mogą prowadzić do poważnych powikłań, w tym sepsy, zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych oraz martwiczego zapalenia jelit u wrażliwych pacjentów na oddziałach intensywnej terapii noworodków. Szczególną uwagę Doktorant poświęcił zdolności tych patogenów do tworzenia biofilmu na powierzchniach mających kontakt z mlekiem kobiecym – takich jak butelki do karmienia, laktatory czy rurki enteralne. Obecność biofilmu może prowadzić do wnikięcia bakterii do organizmu dziecka. W związku z tym Autor uznał za kluczowe zbadanie wpływu czynników środowiskowych na rozwój biofilmu oraz zastosowanie mikrobiologii prognostycznej w celu określenia warunków sprzyjających jego tworzeniu.

Przedstawione uzasadnienie jednoznacznie wskazuje na zasadność podjętej tematyki badawczej i jest spójne z celem pracy sformułowanym przez Doktoranta: „ocena zdolności tworzenia biofilmu na różnych powierzchniach, przez szczep *Cronobacter sakazakii* ATCC 25944 i przez wyizolowane z mleka kobiecego bakterie patogenne oraz konstrukcja matematycznego modelu prognostycznego, opisującego tworzenie biofilmu na powierzchniach mających kontakt z mlekiem kobiecym”. Założony cel pracy stanowił podstawę do postawienia przez Doktoranta dwóch hipotez badawczych:

1. Bakterie patogenne przenoszone ze środowiska przez mleko kobiece tworzą biofilm na powierzchniach roboczych w bankach mleka, stanowiąc poważne zagrożenie mikrobiologiczne dla noworodków.
2. Prognostyczne modele powstawania biofilmu bakterii *Cronobacter sakazakii* ATCC 25944 i *Enterobacter cloacae* na powierzchniach roboczych w bankach mleka mogą być przydatnym narzędziem w ocenie i zarządzaniu ryzykiem powstawania biofilmu, w placówkach odpowiedzialnych za jakość mikrobiologiczną mleka kobiecego.

Szczególnie cenne jest zaplanowanie weryfikacji hipotezy dotyczącej możliwości wykorzystania prognostycznych modeli jako narzędzia do oceny i zarządzania ryzykiem zakażeń noworodków w placówkach odpowiedzialnych za jakość mikrobiologiczną mleka kobiecego.

Zakres pracy został określony przez Doktoranta w formie trzech zadań badawczych, przedstawionych schematycznie i opracowanych w trzech spójnych tematycznie publikacjach naukowych. Obejmował:

1. Przegląd literatury w zakresie występowania bakterii patogennych w mleku kobiecym (publikacja P1),
2. Ocenę jakości mleka kobiecego w kierunku *Cronobacter* spp. i badania modelowe oceny zdolności tworzenia biofilmu przez izolaty bakteryjne mleka kobiecego na powierzchni polistyrenu, w wybranych parametrach czasu, temperatury i koncentracji bakterii (publikacja P2)
3. Ocenę zdolności tworzenia biofilmu na trzech badanych powierzchniach (medyczny polichlorek winylu – PVC, stal nierdzewna, polipropylen) przez bakterie patogenne wyizolowane z mleka kobiecego: *Enterobacter cloacea* i szczep wzorcowy *Cronobacter sakazakii* ATCC 29544 oraz konstrukcję matematycznego, prognostycznego modelu tworzenia biofilmu (publikacja P3).

W rozdziale 3, zatytułowanym „Materiał i metody badań” Doktorant w sposób uporządkowany przedstawił materiał badawczy oraz zastosowane metody, przypisane do poszczególnych zadań badawczych, które zostały szczegółowo omówione w publikacjach stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej. Autor przedstawił schemat przeprowadzonej oceny mikrobiologicznej mleka kobiecego w kierunku *Cronobacter* spp. oraz badania oceny zdolności tworzenia biofilmu na powierzchni polistyrenu. Szczegółowo opisał zastosowane procedury oraz uzasadnił wybór wariantów doświadczeń. Szerokie zastosowanie metod mikrobiologicznych, w tym zaawansowanych technik oraz specjalistycznej aparatury, świadczy o wysokich umiejętnościach Doktoranta i jego bardzo dobrym przygotowaniu do realizacji zadań badawczych. W tej części proszę Autora o odniesienie się do kwestii doboru próbek -doprecyzowanie, czy przy wyborze trzydziestu próbek mleka kobiecego, pozyskanego z Regionalnego Banku Mleka Kobiecego działającego przy Szpitalu Specjalistycznym im. Świętej Rodziny w Warszawie, zastosowano określone kryteria, a jeśli tak – to jakie.

Rozdział Wyniki badań został podzielony na trzy części, zgodnie z założonymi zadaniami badawczymi. Doktorant omówił uzyskane rezultaty w trzech podrozdziałach, odpowiadających przeprowadzonym doświadczeniom oraz związanym z nimi publikacjom. Zaprezentowane wyniki świadczą o przemyślanym i konsekwentnie zrealizowanym procesie badawczym.

W pierwszej części Doktorant przeprowadził przegląd literatury dotyczącej występowania bakterii patogennych w mleku kobiecym, koncentrując się głównie na bakterii *Cronobacter* spp., z uwagi na dalszy zakres planowanych badań. Wyniki tej analizy zostały opublikowane w pracy P1, obejmującej jedenaście rozdziałów oraz spis piśmiennictwa. Do jej przygotowania Autor wykorzystał bogatą literaturę źródłową, obejmującą 102 pozycje. W sposób przejrzysty

zaprezentował aktualny stan wiedzy, wprowadzający w tematykę podejmowanych badań. Szczegółowo omówił m.in. taksonomię *Cronobacter* spp., mechanizmy wirulencji, chorobotwórczość, odporność na czynniki stresowe oraz występowanie tej bakterii w żywności i środowisku szpitalnym. Jeden z rozdziałów został poświęcony zagadnieniu tworzenia biofilmu przez bakterie z rodzaju *Cronobacter* spp. oraz ich zdolności do adhezji do różnych powierzchni. Doktorant uwzględnił również metody identyfikacji, antybiotykooporność oraz obowiązujące regulacje prawne dotyczące bezpieczeństwa mikrobiologicznego preparatów dla niemowląt. Na podstawie zgromadzonej wiedzy wykazał, że gatunki *Cronobacter* spp. są szeroko rozpowszechnione w środowisku i stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia i życia niemowląt. Podkreślił, że choć zakażenia występują rzadko, cechują się one wysoką śmiertelnością (40-80% przypadków). Szczególnie niebezpieczny jest szczep *Cronobacter sakazakii* odpowiedzialny za bakteremię, zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych oraz martwicze zapalenie jelit. Dzięki zdolności tworzenia biofilmu oraz produkcji otoczek, bakteria ta wykazuje wysoką odporność na wysychanie i dużą przeżywalność w mieszkankach mlekozastępczych oraz innych produktach o niskiej aktywności wody. Opracowanie zostało przeprowadzone rzetelnie, z uwzględnieniem wszystkich istotnych zagadnień i stanowiło solidną podstawę merytoryczną do realizacji dalszych badań eksperymentalnych (cele badawcze 2 i 3).

W ramach zadania badawczego 2 Doktorant ocenił jakość mikrobiologiczną mleka kobiecego w kierunku bakterii z rodzaju *Cronobacter* spp. Następnie przeprowadził modelowe badania mające na celu określenie wpływu czasu, temperatury oraz stężenia inokulum na zdolność tworzenia biofilmu przez izolaty bakteryjne z mleka kobiecego. Jako powierzchnię badawczą wykorzystano polistyren. Doktorant wykazał, że większość badanych izolatów ma zdolność tworzenia biofilmu zarówno w temperaturze 25°C, jak i 37°C, po 12 godzinach inkubacji przy średniej koncentracji inokulum (oznaczonym jako M). Do szczepów tworzących silny biofilm w temperaturze 37°C należały: *Bacillus* spp., *E. cloacae* nr 2 oraz *Klebsiella* nr 1, 3 i 5. Na podstawie analizy składowych głównych (PCA) Autor wykazał również, że czynniki determinujące tworzenie biofilmu różnią się w zależności od temperatury (25°C vs 37°C), jak również od gatunku i szczepu bakterii. Przeprowadzone badania dostarczyły cennych informacji na temat zdolności tworzenia biofilmu zarówno przez bakterie wyizolowane z mleka kobiecego, jak i szczep wzorcowy *Cronobacter* spp. Szczególnie istotnym aspektem, z punktu widzenia praktycznego zastosowania, było uwzględnienie w badaniach temperatur odpowiadających warunkom pasteryzacji mleka, jego przechowywania w warunkach chłodniczych, temperaturze pokojowej oraz temperaturze ciała

człowieka. Wysoka wartość naukowa uzyskanych wyników została potwierdzona ich publikacją w czasopiśmie *Foods* (5,2).

Trzecia część badań dotyczyła oceny zdolności tworzenia biofilmu na różnych powierzchniach (PVC, stali nierdzewnej, polipropylenie) przez bakterie patogenne wyizolowane z mleka kobiecego, takie jak *Enterobacter cloacae* oraz szczep wzorcowy *Cronobacter sakazakii* ATCC 29544. Opracowano również matematyczny model prognostyczny opisujący proces tworzenia biofilmu. Uzyskane wyniki, ze względu na ich aplikacyjny charakter, mają istotne znaczenie i zostały opublikowane w cenionym czasopiśmie (*International Journal of Food Microbiology* IF=5.0). Doktorant wykazał, że badane bakterie mają zdolność tworzenia biofilmu na wszystkich analizowanych powierzchniach, a intensywność tego procesu zależy od temperatury, czasu oraz gęstości inokulum. Ważnym praktycznie rezultatem tej części badań było wykazanie prognozowanej zdolności tworzenia biofilmu w temperaturze 37°C, przy najwyższym poziomie inokulum, przez szczepy *C. sakazakii* ATCC 29544 oraz *E. cloacae*, na powierzchni sprzętu medycznego wykonanego z PVC (rurki enteralne), w czasie od 10 do 20 godzin. Uzyskane wyniki wskazują na realne ryzyko kolonizacji sprzętu medycznego i wynikające z tego zagrożenie dla zdrowia noworodków. Należy podkreślić, że opracowane modele matematyczne cechowały się wysokim poziomem dopasowania do danych empirycznych, o czym świadczą wartości współczynnika determinacji R^2 mieszczące się w zakresie 0,707-0,912. Rezultaty przeprowadzonych w tej części badań pozwoliły Doktorantowi na potwierdzenie drugiej hipotezy.

Kolejną część rozprawy doktorskiej, poprzedzającą rozdział „Stwierdzenia i wnioski” stanowi „Dyskusja wyników”, oparta na porównaniu własnych rezultatów z danymi z literatury światowej. Należy zaznaczyć, że Autor umiejętnie skonfrontował swoje wyniki z osiągnięciami innych badaczy – zarówno krajowych, jak i zagranicznych – co świadczy o jego dojrzałości naukowej. Na zakończenie przedstawił sześć stwierdzeń i wniosków szczegółowych, stanowiących potwierdzenie hipotez badawczych. Są one prawidłowo sformułowane, jednak wniosek nr 2 wymaga uściślenia, aby jego treść w sposób bardziej precyzyjny odnosiła się do przedstawionych rezultatów. Dodatkowo Doktorant sformułował dwa końcowe wnioski ogólne, stanowiące bezpośrednią odpowiedź na cel pracy.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując, stwierdzam, że szeroki zakres podjętej problematyki badawczej oraz bardzo dobre zaplanowanie zadań badawczych umożliwiły przeprowadzenie kompleksowej analizy zdolności tworzenia biofilmu przez bakterie patogenne wyizolowane z mleka kobiecego. Uzyskane rezultaty stanowią istotny wkład w poszerzenie wiedzy w tym obszarze, wnoszą nowe elementy do rozwoju wiedzy z zakresu nauk o żywności, a także mogą mieć praktyczne znaczenie dla zdrowia publicznego i bezpieczeństwa żywności. Publikacja wyników w trzech artykułach w renomowanych czasopismach świadczy o wysokim poziomie naukowym rozprawy. Na szczególne podkreślenie zasługują elementy oryginalności pracy, prawidłowo przeprowadzone eksperymenty badawcze z wykorzystaniem nowoczesnej aparatury oraz sposób interpretacji i dyskusji wyników. W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Mateusza Gemby pt. „Prognostyczny model zdolności tworzenia biofilmu przez bakterie patogenne wyizolowane z mleka kobiecego” spełnia wszystkie ustawowe wymagania stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pana mgr inż. Mateusza Gemby do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora. Zwracam się również do Komisji Doktorskiej oraz Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o wyróżnienie niniejszej pracy doktorskiej Pana mgr inż. Mateusza Gemby, ze względu na jej wysoki poziom naukowy.

Poznań, 15.09. 2025 r.


Prof. UPP dr hab. Renata Cegielska-Radziejewska

UNIwersytet Przyrodniczy
w Poznaniu
KATEDRA ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ
I BEZPIECZEŃSTWEM ŻYWNOŚCI
ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań
tel. 61 848 72 18
NIP 777-00-04-080 (2)

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW
2025-09-24
WPŁYNEŁO DNIA -5-

RPL/25516/2025 N
Data: 2025-09-24

OPLATA POBRANA
TAXE PERÇUE - POLOGNE
Umowa z Poczta Polska S.A.
nr ID 560687/P

PRIORITY

(00)559007734240160250
(00)559007734240160250

Poczta Polska
Opłata pobrana _____ zł _____ gr

K 12,02R

Prof. dr hab. Ewa Jakubczyk
Instytut Nauk o Żywności i Żywności
Sekretariat

Szkola Główna Gospodstwa Wiejskiego w
M. Nowourymowsko 159C
02-776 WARSZAWA