dr hab. inż. Elżbieta Hać-Szymańczuk, prof. SGGW
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności
Instytut Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159C
02-776 Warszawa

Warszawa, 23.08.2024 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Joanny Gajewskiej**

pt. **„Antybiotykooporność oraz wirulencja szczepów *S. aureus* wyizolowanych z łańcucha produkcji polskich serów zagrodowych"**

zrealizowanej w Katedrze Mikrobiologii Żywności, Technologii i Chemii Mięsa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

pod kierunkiem dr hab. inż. Anny Zadernowskiej, prof. UWM

oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Wioletty Chajęckiej-Wierzchowskiej

Podstawę formalną wykonania niniejszej recenzji stanowi pismo Pani Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie Prof. dr hab. inż. Anny Iwaniak (z dnia 26.06.2024 r.), powołujące się na Uchwałę Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie nr 13/2024 (z dnia 21 czerwca 2024 r.). Natomiast podstawę prawną recenzji stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023 poz. 742 ze zm.).

Ocena wyboru i znaczenia tematu pracy

Zarówno współczesna technologia, jak i mikrobiologia żywności stoją przed ogromnymi wyzwaniami, którym próbują sprostać każdego dnia. Są to wymagania stawiane przez świadomych konsumentów, którzy poszukują żywności smacznej, mało przetworzonej, jednocześnie posiadającej wysoką wartość odżywczą i przede wszystkim – bezpiecznej. Zapewne z tego powodu na rynku krajowych produktów spożywczych coraz większe znaczenie zaczynają odgrywać produkty tradycyjne i regionalne. Wystarczy wpisać powyższe hasła do wyszukiwarki internetowej, a pojawiają się setki witryn oferujące produkty tworzone „naturalnie, lokalnie, z pasją". Okazuje się, że stosunek konsumentów zarówno europejskich, jak i krajowych, do produktów tradycyjnych jest bardzo pozytywny. Co więcej - badania dotyczące postrzegania jakości żywności tradycyjnej przez polskich konsumentów wskazują na utożsamianie określenia „tradycyjny" z produktem bezpiecznym i wysokiej jakości!

Wydaje się, że do koncepcji takiej żywności idealnie pasują sery zagrodowe (zwane również serami rzemieślniczymi lub farmerskimi). Najczęściej sery zagrodowe są definiowane jako sery podpuszczkowe świeże, podpuszczkowe dojrzewające, pleśniowe lub twarogowe, wytwarzane metodami tradycyjnymi z mleka surowego lub pasteryzowanego, krowiego, koziego, owczego lub ich mieszanek. Aktualnie dopuszczone zostało wytwarzanie serów w tradycyjnych warunkach i tradycyjną metodą w przypadku produkcji z zamiarem sprzedaży bezpośredniej. Technolog żywności i mikrobiolog zada zapewne pytanie: co z bezpieczeństwem mikrobiologicznym takich serów? Okazuje się, że pomimo zaufania, jakim obdarzana jest żywność tradycyjna, sery zagrodowe bywają również źródłem niebezpiecznych dla zdrowia i życia patogenów (m.in. *Staphylococcus aureus*), stając się przez to przyczyną zachorowań u ludzi.

Wiadomo, że bakterie *Staphylococcus aureus*, którymi zajęła się w swojej rozprawie doktorskiej mgr inż. Joanna Gajewska, są odpowiedzialne za mastitis (zapalenie wymion) u krów. Korzystne warunki wzrostu komórek *S. aureus*, a także syntezy enterotoksyn, w mleku powodują, że czynniki te są znajdowane w wielu przetworach mleczarskich, szczególnie tych otrzymywanych z mleka niepasteryzowanego. Według raportów EFSA, enterotoksyny gronkowcowe są odpowiedzialne za ok. połowę identyfikowanych epidemii zatruć pokarmowych. Skoro bakterie te (i wytwarzane przez nie enterotoksyny) stanowią realne zagrożenie, to należy znaleźć skuteczny środek (np. antybiotyk), który pomoże je zwalczyć. I właśnie tutaj pojawia się problem związany ze zjawiskiem antybiotykooporności tych szczepów, którym również zajmowała się Doktorantka. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaliczyła oporność drobnoustrojów na antybiotyki i chemioterapeutyki do największych współczesnych zagrożeń zdrowia publicznego. Wskazano też, że dynamika narastania oporności drobnoustrojów na leki znacznie przekracza tempo opracowywania nowych preparatów przeciwdrobnoustrojowych. Uważam zatem tematykę badawczą podjętą przez Doktorantkę za trafną i uzasadnioną zarówno z naukowego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia.

Ocena formalna pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr inż. Joanny Gajewskiej zawiera m.in.: wykaz stosowanych skrótów, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wstęp uzasadniający podjęcie tematyki badawczej, oparty na aktualnej literaturze światowej (96 pozycji). Kolejne rozdziały pracy to: cel badań, hipotezy badawcze, materiał i metody wykorzystane w pracy, rezultaty przeprowadzonych badań, ich dyskusja (w tym miejscu

nadmienię, że bardziej czytelne byłoby jednak połączenie omówienia wyników z ich dyskusją), podsumowanie i wnioski, literatura, oraz spis tabel i rycin. Zamieszczono również informacje na temat życiorysu naukowego, obejmujące wszelkie dokonania i aktywności będące udziałem Pani mgr inż. Joanny Gajewskiej (rozdział 10: „Pozostała aktywność naukowa"). Opracowanie zawiera też rozdział „Załączniki", w którym zamieszczono wydruki czterech publikacji naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia Autorki i współautorów o wkładzie pracy w powstanie artykułów. Szkoda tylko, że Autorka nie zamieściła „Supplementary data/materials" do artykułów P1-P4, na które czasami powołuje się w swoim opracowaniu (np. str. 31 rozprawy – P1, wykres S1-S6).

Zbiór publikacji, który stanowi podstawę do ubiegania się o tytuł doktora w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia, to prace opublikowane w latach 2022-2023, o łącznym współczynniku IF (wyliczonym przez Doktorantkę) równym 18,065 (zgodnie z rokiem opublikowania) i łącznej punktacji MEiN równej 580 pkt. Skład autorski tych publikacji obejmuje od trzech do czterech Autorów i we wszystkich pracach Pani mgr inż. Joanna Gajewska jest pierwszym Autorem oraz Autorem korespondencyjnym. Wkład Doktorantki w powstanie tych publikacji (na podstawie zamieszczonych w rozprawie „Oświadczeń autora rozprawy doktorskiej" oraz „Oświadczeń współautorów") obejmował m.in.: tworzenie ich koncepcji, przegląd baz danych, udział w opracowywaniu metodologii badań, wykonywanie poszczególnych oznaczeń laboratoryjnych czy analiz statystycznych; opracowanie, interpretację, dyskusję uzyskanych wyników, tworzenie wniosków; przygotowanie manuskryptów wraz z korektą oraz pełnienie obowiązków Autora korespondencyjnego.

Praca napisana została poprawnym językiem z wykorzystaniem naukowej terminologii, w sposób dosyć spójny. Z recenzenckiego obowiązku dodam, że występują w niej drobne błędy stylistyczne i interpunkcyjne, które jednak nie mają wpływu na ocenę merytoryczną pracy. Stwierdzam, że praca spełnia wymagania formalne stawiane pracom dysertacyjnym na stopień doktora.

Ocena merytoryczna pracy

Główną część rozprawy doktorskiej pt. „Antybiotykooporność oraz wirulencja szczepów *S. aureus* wyizolowanych z łańcucha produkcji polskich serów zagrodowych" stanowi zbiór czterech dołączonych do rozprawy publikacji (jedna oparta na metaanalizie dostępnych doniesień naukowych i trzy oryginalne). W skład cyklu wchodzą następujące publikacje:

1. **Gajewska, J.,** Zakrzewski, A., Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A. (2023): Meta-analysis of the global occurrence of *S. aureus* in raw cattle milk and artisanal cheeses. *Food Control*, 147, 109603. https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2023.109603 (MEiN: 140 pkt., IF: 6,6652; liczba cytowań według bazy Web of Science (WoS) = 4; liczba cytowań według według bazy Google Scholar (GS) =12),
2. **Gajewska, J.,** Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A. (2022): Occurrence and Characteristics of *Staphylococcus aureus* Strains along the Production Chain of Raw Milk Cheeses in Poland. *Molecules*, 27. https://doi.org/https://doi.org/10.3390 (MEiN: 140 pkt., IF: 4,6; liczba cytowań WoS = 8; liczba cytowań GS =12),
3. **Gajewska, J.,** Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A. (2023): Genomic characterisation of the pathogenicity of *Staphylococcus aureus* isolates recovered from the cheese chain production. *International Dairy Journal*, 105774. https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2023.105774 (MEiN: 200 pkt, IF: 3,1; liczba cytowań WoS = 0; liczba cytowań GS =0),
4. **Gajewska J**, Zakrzewski AJ, Chajęcka-Wierzchowska W, Zadernowska A. (2023): Impact of the food-related stress conditions on the expression of enterotoxin genes among *Staphylococcus aureus*. *Pathogens*, 12(7):954. https://doi.org/10.3390/pathogens12070954 (MEiN: 100 pkt., IF: 3,7; liczba cytowań WoS = 1; liczba cytowań GS =2).

Głównym celem rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Joanny Gajewskiej była ocena antybiotykooporności i wirulencji szczepów *S. aureus* wyizolowanych z łańcucha produkcji polskich serów zagrodowych. U podstaw badań Doktorantki znalazły się dwie hipotezy badawcze, z których pierwsza (H 1) sugerowała, że łańcuch produkcji serów zagrodowych jest źródłem antybiotykoopornych (w tym MRSA), wirulentnych szczepów *S. aureus.* W celu uzasadnienia tej hipotezy badawczej Doktorantka opracowała wprowadzenie teoretyczne bazujące na publikacji P1, która jest metaanalizą informacji zawartych w literaturze światowej przedmiotu. Dotyczyła ona częstotliwości występowania szczepów *S. aureus* w mleku surowym i serach z mleka niepasteryzowanego w skali światowej. Uwzględniono w tej analizie różne rodzaje surowca mlecznego (krowie, owcze, kozie, bawole); status kraju (rozwijające się i rozwinięte), region geograficzny oraz rozdział na szczepy *S. aureus* i MRSA. Uważam, że analiza ta dała bardzo ciekawy pogląd na występowanie tych patogenów w analizowanych środowiskach.

Druga hipoteza badawcza (H 2) wskazywała, że stresy środowiskowe występujące podczas produkcji serów zagrodowych wpływają na ekspresję genów enterotoksyczności u *S. aureus.* Według mojej opinii, Autorka powinna przy opisie organizacji i planu badań (np. na Rysunku nr 1) wskazać konkretne etapy badań, w których weryfikowano poszczególne hipotezy badawcze. Ułatwiłoby to czytelnikowi ocenę, czy faktycznie udało się zweryfikować postawione hipotezy badawcze.

W celu weryfikacji sformułowanych hipotez badawczych Doktorantka wyznaczyła cele szczegółowe obejmujące (dane ze strony 21 rozprawy, które różnią się nieco od zawartych na Rysunku 1, str. 22 – dlaczego?):

- Izolację i identyfikację szczepów *S. aureus* z łańcucha produkcji serów zagrodowych.
- Genotypową i fenotypową ocenę antybiotykooporności izolatów oraz określenie czynników wirulencji wśród szczepów *S. aureus*.
- Sekwencjonowanie wybranych izolatów i analizy bioinformatyczne.
- Określenie wpływu czynników stresowych występujących podczas produkcji serów zagrodowych na ekspresję genów enterotoksyczności.

Doktorantka wykonała wiele doświadczeń, których rezultaty zostały opublikowane w postaci artykułów P2, P3 i P4, stanowiących przedmiot recenzowanej rozprawy doktorskiej. Dodam, że pewną niedogodnością tej części pracy jest brak bądź stosunkowo ubogie podawanie wartości liczbowych uzyskanych wyników jako potwierdzenie zamieszczonych stwierdzeń, a jedynie odwoływanie się do poszczególnych publikacji, co znacznie utrudniało czytanie rozprawy.

Pierwszy etap badań, oprócz metaanalizy danych literaturowych (P1), obejmował również pozyskanie materiału badawczego (szczepy *S. aureus*) z poszczególnych etapów produkcji serów zagrodowych. Nie było to szczególnie trudne, bo badane bakterie były obecne w 51,7% analizowanych prób surowców, półproduktów i wyrobów gotowych (P2). W tym miejscu zabrakło mi choćby takiej krótkiej charakterystyki gospodarstw/przedsiębiorstw, z których próby pobierano. Byłaby to duża podpowiedź, czy skala produkcji serów czy też liczba przebywających tam zwierząt wpływają na występowanie tych drobnoustrojów. Następnie Autorka określała oporność pozyskanych ze środowiska produkcji serów zagrodowych izolatów bakterii *S. aureus* na działanie wybranych antybiotyków (m.in. amikacyny, tobramycyny, klarytromycyny, wankomycyny, tigecykliny, tetracykliny, linezolidu, nitrofurantoiny, oksacyliny, benzylopenicyliny, erytromycyny, gentamycyny, kanamycyny, cefoksytyny, azytromycyny, chinuprystyny/dalfoprystyny, trimetoprimu, trimetoprimu/sulfametoksazolu, klindamycyny, rifampicyny, kwas fusydowego, moksyfloksacyny i chloramfenikolu). Pani mgr inż. Joanna Gajewska wskazała, że badane izolaty były w większości oporne na benzypenicylinę (58,1%), tobramycynę (34,4%) oraz antybiotyki z grupy makrolidów: azytromycynę, klarytromycynę i erytromycynę. Żaden z izolatów nie był natomiast oporny na gentamycynę, klindamycynę, rifampicynę,

moksyfloksacynę i chloramfenikol. Niepokojące w kontekście klinicznym wydają się informacje, że blisko 23% izolatów określono jako szczepy wielolekooporne, co oznacza oporność na co najmniej trzy antybiotyki z różnych klas. I tutaj mam pytanie dotyczące tych środków przeciwdrobnoustrojowych: jakie były kryteria ich wyboru na potrzeby tego eksperymentu? Autorka badała w tym etapie również genetyczne podstawy oporności izolatów na antybiotyki. Wyniki tych doświadczeń wykazały wysoką częstość występowania genu *blaZ* (95,7%), kodującego penicylinazę. Wszystkie izolaty wykazujące fenotypową oporność na cefoksytynę posiadały też gen *mec*A. Wśród badanych izolatów stwierdzono również obecność genów związanych z opornością na antybiotyki z grupy aminoglikozydów i makrolidy. Analizowane szczepy wykazywały też zróżnicowaną intensywność tworzenia biofilmu (słaba – 35,4%; umiarkowana – 2,2% i silna – 62,4%). Autorka podaje w publikacji P2, że wśród genetycznych determinant związanych z wytwarzaniem biofilmu i właściwościami adhezyjnymi izolatów najczęściej występował gen *eno* (białko wiążące lamininę), który zaobserwowano wśród wszystkich izolatów. Blisko 96% badanych izolatów *S. aureus* posiadało też co najmniej jeden gen kodujący enterotoksynę. Bardzo interesującą informacją tego etapu badań była ta, która dotyczyła najwyższego odsetka obecności genów enterotoksyczności stwierdzonego wśród szczepów wyizolowanych z produktów gotowych, czyli po obróbce termicznej i procesie dojrzewania. Czy Autorka zastanawiała się, co mogło być tego przyczyną?

W kolejnym etapie badań, opisanych w publikacji P3, Pani mgr inż. Joanna Gajewska zajmowała się sekwencjonowaniem genomów wybranych (16) izolatów *S. aureus*. Działanie to pozwoliło na przyporządkowanie izolatów gronkowców do różnych typów sekwencyjnych: należały one kolejno do typów ST 109 oraz ST 130 i ST 7. Należy się w tym miejscu zgodzić z Doktorantką, że analiza całego genomu pozwala na dogłębne poznanie cech genetycznych izolatów. Może to być pomocne w zrozumienia patogenezy oraz ewolucji patogenów a także przyjęciu odpowiedniej strategii zwalczania tego patogenu. Przeprowadzone w doświadczeniu sekwencjonowanie pozwoliło też na określenie mobilnych elementów genetycznych. Spośród wszystkich szczepów, plazmidy typu *rep* stwierdzono tylko w przypadku trzech izolatów *S. aureus* z łańcucha produkcji serów. Natomiast wyspy patogenności gronkowców odnotowano wśród znaczącej liczby (81,3%) izolatów, przy czym najczęściej występowała ISSau3. Badania wykonane w tym etapie pozwoliły na przeprowadzenie analizy porównawczej z publicznie dostępnymi w bazie danych PubMLST genomami (n=230), wyizolowanymi z przypadków zatruć pokarmowych wywołanych przez *S. aureus* na całym świecie. Wykorzystując wieloogniskowe typowanie sekwencyjne na podstawie genomu rdzeniowego (cgMLST)

wykazano, że żaden z badanych izolatów nie należał do CC8, które są odpowiedzialne za zatrucia pokarmowe. Jednak badane szczepy mogą wywoływać infekcje u ludzi i zatrucia pokarmowych, ponieważ wykazują znaczące podobieństwo do izolatów należących do kompleksów klonalnych CC5, CC97 i CC1.

Czwarty etap badań Doktorantka poświęciła badaniom wpływu czynników stresowych, takich jak niskie i wysokie pH oraz dodatek NaCl, na ekspresję genów enterotoksyczności wśród wybranych izolatów (P4). Blisko 96% szczepów *S. aureus* przeżywało ekspozycję na pH = 9,6, natomiast po pobycie szczepów w środowisku niskiego pH (pH= 4,5) była to liczba niższa, wynosząca już ok. 73%. W przypadku ekspresji genów enterotoksyczności wśród badanych izolatów stwierdzono, że większość badanych genów enterotoksyn po ekspozycji na stres pH = 4,5, ma ekspresję podobną do tej w warunkach optymalnych. Najwyższą ekspresję zaobserwowano dla genu *selu*. Stosując kolejny czynnik stresowy, jakim było 4,5% stężenie NaCl, Autorka wykazała, że ekspresja genu *selp* zmniejszyła się tylko nieznacznie, w przeciwieństwie do ekspresji genu *sea*, która zmniejszyła się już istotnie. Nurtują mnie dwa pytania związane z tym etapem badań:

- Dlaczego w etapie badań dotyczących oznaczenia działania stresu osmotycznego wybrano akurat 4,5% stężenie NaCl?
- Podobne pytanie dotyczy stresu kwasowego i alkalicznego: jako powód wybrania wartości pH=4,5 i pH=9,6 podano „wskazania literaturowe i wcześniejsze badania". Zatem, dlaczego akurat te wartości pH zostały wybrane na potrzeby eksperymentu? Mam wrażenie, że są to graniczne wartości zakresu, w którym rozwijają się bakterie S. aureus, a przecież pH żywności, w której mogą one występować będzie zazwyczaj inne – proszę zatem o wyjaśnienie przyczyn tego wyboru.

Pomimo mojej bardzo pozytywnej oceny warsztatu badawczego (te wszystkie precyzyjne działania związane z elementami genomu) i naukowego Doktorantki oraz stworzonej przez nią rozprawy doktorskiej w postaci zbioru publikacji, z recenzenckiego punktu widzenia odniosę się również do tych elementów rozprawy, które mogły zostać bardziej dopracowane. Uważam, że przeredagowania wymagają wnioski, które z reguły powinny stanowić odpowiedź na postawione w pracy cele. Większość z nich jest zbyt lakoniczna i powinna zostać rozbudowana, np. wniosek nr 5 wymaga podania większej liczby istotnych w kontekście pracy szczegółów. Natomiast czytając treść wniosku nr 6 odniosłam wrażenie, że jest on częściowo tożsamy z wnioskiem nr 1. W mojej ocenie wnioski nr 3 i 4 mogłyby zostać połączone bez utraty ich znaczenia. Po przeczytaniu wniosku nr 3 pojawiło się też pytanie, czy

nie jest on zbyt daleko idący? - Doktorantka zajmowała się przecież serami zagrodowymi, a wniosek ten odnosi się do „utrwalania żywności" – czy aby na pewno można zmianę pH i określone stężenie NaCl zastosować w przypadku każdego rodzaju żywności? Kolejne pytanie również związane jest z wnioskami – dlaczego nie znalazło się w nich odniesienie do zdolności wytwarzania biofilmu i wydzielania śluzu przez izolaty bakterii *Staphylococcus aureus*, które to oznaczenia zostały opisane w punkcie 4.5.2. części metodycznej rozprawy i publikacji nr 2? Zabrakło mi też takiej wskazówki „wieńczącej dzieło" dla producentów serów zagrodowych, co powinni robić, aby poprawił się stan mikrobiologiczny środowiska produkcji serów zagrodowych. Mam nadzieję, że Doktorantka zajmie się tym zagadnieniem w swojej dalszej karierze naukowej.

Chociaż analiza dorobku publikacyjnego Doktorantów nie jest obligatoryjnie wymagana, to jest wyznacznikiem ich aktywności naukowej oraz umiejętności. Na podkreślenie zasługuje właśnie pozostały dorobek publikacyjny Autorki (łącznie, oprócz 4 wydzielonych jako rozprawa doktorska: 13 artykułów opublikowanych w recenzowanych czasopismach znajdujących się w wykazie MNISW/MEIN, 2 publikacje w czasopismach innych niż znajdujące się w wykazie MNISW/MEIN, 6 rozdziałów w monografiach pokonferencyjnych; łączna liczba punktów na dzień 16.05.2024 r. równa 2120 pkt. i IF=77,52, Indeks Hirsha=6, liczba cytowań bez autocytowań równa 101), liczne wystąpienia na konferencjach krajowych i międzynarodowych (15), odbyte staże naukowe (4), otrzymane stypendia (3) oraz nagrody/wyróżnienia (7).

Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawę doktorską Pani mgr inż. Joanny Gajewskiej oceniam bardzo pozytywnie. Biorąc pod uwagę wartość pracy i zakres problematyki badawczej stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa Pani mgr inż. Joanny Gajewskiej jest oryginalnym opracowaniem aktualnego problemu naukowego w zakresie dziedziny nauk rolniczych dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Jest to dobre studium naukowe, świadczące o dojrzałości naukowej Doktorantki i jej dobrym przygotowaniu merytorycznym oraz warsztatowym, szczególnie w zakresie prowadzenia bardzo precyzyjnych badań genetycznych, związanych z antybiotykoodpornością bakterii *Staphylococcus aureus* wyizolowanych z łańcucha wytwarzania wybranych produktów branży mleczarskiej (sery zagrodowe).

Rozprawa w pełni spełnia wymagania merytoryczne i formalne stawiane rozprawom doktorskim w zakresie dziedziny nauk rolniczych, dyscyplinie technologia żywności i

żywienia, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023 poz. 742 ze zm.). Na tej podstawie wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Pani mgr inż. Joanny Gajewskiej do dalszych etapów w postępowaniu doktorskim.

Jednocześnie, uwzględniając wkład Doktorantki w powstanie pracy i możliwość praktycznego wykorzystania jej wyników do działań pozwalających na ograniczenie liczby bakterii *Staphylococcus aureus* poprzez poznanie czynników ich wirulencji czy też wybrania środków stresowych wobec tych patogenów **wnioskuję o wyróżnienie powyższej rozprawy doktorskiej**.

Uważam, że na wyróżnienie zasługuje również pozostała aktywność badawcza, organizacyjna i dodatkowa Doktorantki, szeroki zakres badań opublikowanych w wysoko punktowanych czasopismach oraz umiejętność pozyskiwania środków na badania (kierownik projektu PRELUDIUM 20 oraz wykonawca bądź współtwórca w sześciu innych projektach).

Z poważaniem

Elżbieta Hać-Szymańczuk