UNIWERSYTET PRZYRODNICZY w Lublinie
WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI I BIOTECHNOLOGII

Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Żywienia Człowieka

Lublin, 07.05.2024 r.

prof. dr hab. Adam Waśko

RECENZJA

rozprawy doktorskiej pt.: „**Warunki stresowe podczas otrzymywania produktów gotowych do spożycia z ryb i krewetek a możliwość przeżycia oraz odpowiedź komórkowa bakterii z rodzaju *Listeria sp*.”**
wykonanej przez **mgr inż. Arkadiusza Zakrzewskiego** w Katedrze Mikrobiologii Żywności, Technologii i Chemii Mięsa UWM w Olsztynie
pod kierunkiem **dr hab. inż. Anny Zadernowskiej, prof. UWM,** oraz promotora pomocniczego **dr hab. inż. Wiolety Chajęckiej-Wierzchowskiej**

Podstawę formalną realizacji recenzji stanowi Uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia UWM Nr 9/2024 podpisana przez Panią przewodniczącą, prof. dr hab. Annę Iwaniak (z dnia 05.04.2024) oraz rozprawa doktorska mgr inż. Arkadiusza Zakrzewskiego.

Podstawę prawną stanowi art. 190 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (DZ.U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.).

Ocena formalna pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt.: „Warunki stresowe podczas otrzymywania produktów gotowych do spożycia z ryb i krewetek a możliwość przeżycia oraz odpowiedź komórkowa bakterii z rodzaju *Listeria sp*” stanowi spójny tematycznie cykl pięciu publikacji, w tym czterech oryginalnych prac twórczych i jednej pracy przeglądowej, opublikowanych w latach 2020-2023 w recenzowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym posiadających indeks wpływu IF i znajdujących się w części A wykazu czasopism Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN). Są to następujące pozycje:

1. **Zakrzewski, A**., Gajewska, J., Chajęcka-Wierzchowska, W., Załuski D. Zadernowska, A. (2023). Prevalence of *Listeria monocytogenes* and other Listeria species in fish, fish products and fish processing environment: A systematic review and meta-analysis. Science of The Total Environment, 907, 167912. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167912.
2. **Zakrzewski, A**. J., Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A., Podlasz, P. (2020). Virulence characterization of *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, and *Listeria welshimeri* isolated from fish and shrimp using in vivo early zebrafish larvae models and molecular study. Pathogens,, 9(12), 1028. https://doi.org/10.3390/PATHOGENS9121028.
3. **Zakrzewski, A**. J., Kurpas, M., Zadernowska, A., Chajęcka-Wierzchowska, W., Fraqueza, M. J. (2023). A comprehensive virulence and resistance characteristics of *Listeria monocytogenes* isolated from fish and the fish industry environment. International Journal of Molecular Sciences, 24(4), 3581. https://doi.org/10.3390/ijms24043581.
4. **Zakrzewski, A**. J., Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A. (2022). Ceviche-natural preservative: possibility of microbiota survival and effect on *L. monocytogenes*. Foods, 11(6), 860. https://doi.org/10.3390/FOODS11060860.
5. **Zakrzewski, A**., Gajewska, J., Chajęcka-Wierzchowska, W., Zadernowska, A. (2023). Effect of sous vide processing of fish on the virulence and antibiotic resistance of *Listeria monocytogenes*. NFS Journal, 31, 155–161. https://doi.org/10.1016/J.NFS.2023.05.003.

Suma punktów MEiN za wymienione publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego, według komunikatu MEiN obowiązującego w roku wydania prac wynosi 680, a ich sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 24,755. We wszystkich pracach tworzących cykl Doktorant jest pierwszym autorem autorem publikacji, w trzech z prac Pan mgr inż. Zakrzewski pełnił również rolę autora korespondencyjnego.

Przesłana do recenzji dysertacja składa się z 5 rozdziałów, zawierających oprócz kopii opublikowanych prac 66 stronicowy maszynopis. Układ pracy jest typowy dla

opracowań o charakterze eksperymentalnym. Obejmuje część teoretyczną zawierającą: **Streszczenie pracy** w języku polskim i angielskim, **Wstęp**, będący uzasadnieniem wyboru tematu pracy, w którym zawarto podstawy naukowe i przedstawiona w ramach rozprawy tematyka badawcza, **Hipoteza i cel pracy,** a także **Omówienie wyników z uwzględnieniem metod badawczych** z podziałem na poszczególne artykuły wchodzące w skład cyklu. Następnie Autor przedstawił, **Podsumowanie i wnioski** oraz **Bibliografię** obejmującą 59 pozycji, a także **Oświadczenia współautorów** o udziale w opracowaniu publikacji oraz Naukowe ***Curiculum vitae***. Dysertacja uzupełniona jest o **Spis tabel i rysunków** oraz **Załączniki**. Z oświadczeń współautorów publikacji wynika, że Doktorant brał udział w doborze właściwych metod do realizacji celu badań, wykonaniu analiz laboratoryjnych, opracowaniu wyników i ich interpretacji, przygotowywaniu i redagowaniu manuskryptów.

Podsumowując, stwierdzam że pod względem formalnym w świetle aktualnych przepisów prawa praca spełnia wymogi stawiane pracy doktorskiej.

Ocena wyboru tematu i zakresu pracy

Bakterie z rodzaj *Listeria spp* to wyjątkowa grupa mikroorganizmów o niezwykłych cechach adaptacyjnych pozwalających im na zasiedlanie różnych środowisk naturalnych i miejskich, są rozpowszechnione w takich biocenozach jak gleba, ścieki, woda, pasze oraz produkty spożywcze. Wszystkie bakterie z rodzaju *Listeria* tolerują ekstremalne warunki środowiskowe takie jak: niskie pH, niska temperatura oraz wysokie zasolenie. Cechą identyfikacyjną wszystkich gatunków *Listeria* jest zdolność do ruchu w temp. 25°C, jak również fakt, iż są katalazo-dodatnie oraz oksydazo-ujemne. Najlepiej rozwinięte zdolności adaptacyjne posiada *L. monocytogenes*, która wzrasta również w temperaturze –2 °C oraz przy pH sięgającym do 4,4. Natomiast całkowita inaktywacja bakterii tego gatunku obserwowana jest dopiero w temperaturze powyżej 75°C. Opisane powyżej mechanizmy przystosowawcze do niekorzystnych warunków, w tym warunków produkcji żywności takich jak: chłodzenie, mrożenie, kiszenie, solenie sprzyjają przeżyciu i namnażaniu się drobnoustrojów w żywności. Udowodniono, że głównym wektorem

zakażenia ludzi bakteriami z rodzaju *Listeria*, a w szczególności gatunkiem *L. monocytogenes* są zanieczyszczone tym patogenem produkty spożywcze. Efektem tego zakażenia jest listerioza, choroba przenoszona przez żywność, która na podstawie raportu opublikowanego przez Europejskiego Urzędu do spraw Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) zajmuje piąte miejsce wśród najczęściej odnotowywanych przypadków zoonoz w Europie. Wysoka śmiertelność osób chorych spowodowała, że listerioza została uznana za najbardziej śmiertelną chorobę odżywnościową wywoływaną przez patogeny jelitowe.

Niezależnie od opisanych powyżej cech dane literaturowe wskazują, że bakterie należące do gatunku *L. monocytogenes* dodatkowo są zdolne do tworzenia biofilmu oraz przechodzenia w stan uśpienia tzw. stadium VBNC (ang. *viable but nonculturable*) co dodatkowo powoduje, że stanowią one poważne zagrożenie w funkcjonowaniu zarówno instytucji publicznych, jak i zakładów przemysłowych. W ten obszar badań, z zakresu szybko rozwijającej się mikrobiologii żywności oraz bezpieczeństwa mikrobiologicznego w przemyśle spożywczym wpisuje się oceniana dysertacja. Problem ten jest umiejscowiony w naukach rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia i może być podstawą opracowania dysertacji na stopień naukowy doktora.

Merytoryczna ocena pracy

Tytuł rozprawy jest zgodny z jej treścią.

Dysertacja poprzedzona jest oświadczeniami Autora oraz Promotora i Promotora pomocniczego na temat samodzielności napisania pracy oraz odpowiedzialności promotorów za jej koordynację dodatkowo zamieszczono informację na temat finansowania badań wykonanych w trakcie realizacji rozprawy doktorskiej. W dalszej części dysertacji Doktorant zawarł wykaz publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, uwzględniając punkty wg listy MEiN oraz sumaryczny Impact Factor wg listy JCR, a także indywidualny wkład w powstanie każdej z nich, który mieścił się w przedziale 50-70%. Dodatkowo Autor uzupełnił informację na temat naukowców, z którymi współpracował w trakcie realizacji wszystkich eksperymentów zaprezentowanych w przygotowanych pracach. Były to osoby zarówno z ośrodków krajowych jak i zagranicznych i co ciekawe nie wszyscy zaistnieli w publikacjach jako współautorzy

przedstawienie ich w tym miejscu w opinii Recenzenta jest dobrą praktyką z punktu widzenia etyki pracy naukowej i uznaję to za dużą zaletę ocenianej dysertacji. W kolejnej części pracy mgr inż. Arkadiusz Zakrzewski przedstawił swoje naukowe *Curiculum vitae* (10 stron), które należy ocenić bardzo wysoko pod każdym względem zarówno naukowym jak i organizacyjnym szczególnie jeżeli weźmiemy pod uwagę wiek Doktoranta. W tym miejscu muszę jednak zwrócić uwagę, że zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami dotyczącymi struktury pracy doktorskiej tą część dysertacji należy traktować jako formę informacji dodatkowej (aneksu) i umieścić ją na końcu pracy. W dalszej części pracy Doktorant zamieścił Wykaz skrótów, który uważam za bardzo potrzebny i dobrze że ten element pracy został uwzględniony. Kolejne części dysertacji to streszczenie w języku polskim i angielskim, które obejmują krótkie wprowadzenie, omówienie celu pracy i poszczególnych jej etapów oraz charakterystykę najważniejszych wyników.

W rozdziale pierwszym zatytułowanym Wstęp Autor dokonał przeglądu aktualnej literatury przedmiotu związanej z problematyką podjętą w pracy. Doktorant opisał i scharakteryzował zarówno gatunek bakterii na którym pracował jak i aspekty epidemiologiczne i technologiczne związane z konkretnymi produktami. Na uwagę zasługuje fakt, że Doktorant potraktował tę część pracy holistycznie nie ograniczając się jedynie do aspektów technologicznych, ale uwzględniając również kontekst związany ze stresem komórkowym oraz opisał w sposób precyzyjny cechy fenotypowe, zmienność genotypową oraz typy serologiczne odpowiedzialne za wirulencję bakterii z rodzaju *Listeria*. Wiedza na temat bakterii z rodzaju *Listeria* podawana jest w układzie ilościowym i jakościowym. Podsumowując można stwierdzić, że dokonany przegląd literatury świadczy o przemyślanym podejściu Autora do podjętej tematyki i uzasadnia wybór tematu pracy.

W rozdziale drugim dysertacji Doktorant przedstawił wybrany do rozwiązania problem naukowy w formie jasno opisanych 4 hipotez badawczych. W ocenie Recenzenta hipotezy te są prawidłowo zbudowane, jednoznaczne i zostały w dalszej części pracy sprawdzone przy pomocy odpowiednio dobranych metod. Do tak postawionego problemu badawczego Autor w sposób prawidłowy stawia główny cel badawczy uzupełniony o cztery cele szczegółowe. Można stwierdzić, że tak sformułowane cele badawcze spełniają wymagania stawiane pracom doktorskim przez RDN a związanych z uzupełnieniem luki w wiedzy związanej z tematem dysertacji.

Rozdział trzeci pracy stanowi opis Materiałów i Metod badawczych wykorzystanych przez Doktoranta w zaprezentowanych publikacjach. Rozdział ten poprzedzony jest czytelnym schematem badań, który w jasny sposób wyjaśnia logikę przeprowadzonych eksperymentów.

Uwagi, jakie mi się nasunęły w trakcie zapoznawania się z informacjami zawartymi w powyższym rozdziale:

1. W rozdziale tym Autor w pierwszej kolejności opisuje metody: metaanaliza, model statystyczny, analizy bioinformatyczne etc. Następnie w podrozdziale 3.2.3 zostały opisane szczepy bakterii użyte w pracach 2-5 a w dalszej kolejności zostały opisane pozostałe metody badawcze użyte w różnych pracach. W ocenie Recenzenta kolejność opisu powinna być zgodna z tytułem rozdziału, a więc najpierw mikroorganizmy (materiał biologiczny), które użyte zostały we wszystkich pracach eksperymentalnych a dopiero potem metody.
2. Dużą zaletą dysertacji jest ilość szczepów bakterii na których mgr inż. A. Zakrzewski przeprowadził szereg eksperymentów w przedstawionych do oceny publikacjach. Szczepy te oczywiście musiały zostać uprzednio wyizolowane z różnych środowisk oraz scharakteryzowane. W opinii Recenzenta uwzględnienie w badaniach mikrobiologicznych szczepów referencyjnych pochodzących z międzynarodowych kolekcji byłoby wartościowym uzupełnieniem uzyskanych wyników, również pomocnych przy ich interpretacji.
3. W podrozdziale 3.2.2.1 Autor stwierdza, że odczyty po sekwencjonowaniu zostały poddane filtrowaniu z użyciem programu Cutadapt 3.0 co jest dobrym rozwiązaniem ale w opinii Recenzenta brakuje informacji na temat jak zostały złożone scafolldy pod kątem jakościowym (liczba powtórzeń odczytów, usuwanie nakładających się odczytów etc.) być może został użyty jeszcze dodatkowy program np. Unicycler ?
4. W podrozdziale 3.2.6.3.2 dotyczącym analizy ekspresji genów Autor pracy podaje, że w przypadku dwóch metod przygotowania potraw czyli ceviche oraz sous vide poddano analizie odpowiednio 9 i 16 jednak różnych genów, przy zastosowaniu różnych genów referencyjnych (23 i 16S rRNA). W ocenie Recenzenta stanowi problem w porównawczej ocenie odpowiedzi komórek badanych mikroorganizmów.

W rozdziale czwartym, Autor przedstawił wybrane wyniki zawarte w poszczególnych publikacjach. Ogólnie wszystkie z zaprezentowanych wyników stanowiących efekty eksperymentów pochodzących z cyklu powiązanych tematycznie publikacji to bardzo dobrze przygotowane i zinterpretowane dane wpisujące się w dyscyplinę nauk jaką jest technologia żywności i żywienia. Już pierwsza praca cyklu (P1) stanowi niezwykle wartościowy przykład pracy przeglądowej o charakterze „systematic review" wykorzystująca platformę do pisania prac przeglądowych PRISMA (ang. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Należy podkreślić, że to podejście oparte o metaanalizę danych literaturowych, która wykorzystuje zasocjowane dane do dalszych prac w cyklu tematycznym dało naukową podstawę do przeprowadzenia kolejnych eksperymentów zebranych w następnych publikacjach. Kluczowym elementem tego rodzaju prac jest odpowiednio sformułowany cel pracy, który staje się jednocześnie zagadnieniem badawczym na które odpowiada cała praca. Doktorant wraz z współautorami pracy w doskonały sposób sprostali temu zdaniu. W publikacji 2 Doktorant wykorzystał ciekawy przykład badań modelowych na *Danio rerio* do analizy wirulencji 15 szczepów bakterii wyizolowanych z łososia jeziornego, pstrąga tęczowego oraz krewetek. Model ten pozwolił na określenie potencjału chorobotwórczego w obrębie poszczególnych gatunków oraz pomiędzy 3 różnymi gatunkami z rodzaju *Listeria* (*L. monocytogenes, L. innocua i L. welshimeri*). Bardzo wartościowym wnioskiem wypływającym z tej pracy w ocenie Recenzenta jest stwierdzenie, że wirulencja jest cechą szczepową w obrębie rodzaju *Listera* oraz powiązaną jest z określonymi genami co wykazali Autorzy pracy. W publikacji 3 mgr inż. A. Zakrzewski wraz z współautorami stosując analizę MLST (Multilocus Sequence Typing) oraz cgMLST (Core Genome Multilocus Sequence Typing) opartą o analizę od 7 do 1748 loci genów dokonał szczegółowej charakterystyki genotypowej 17 szczepów bakterii z gatunku *L. monocytogenes* wyizolowanych w ramach realizowanej pracy doktorskiej. Dodatkowo badania te pozwoliły na określenie serotypów badanych szczepów oraz podział ich na kompleksy klonalne, typy cgMLST oraz podlinie genetyczne. W tej samej pracy autor wykazał różnice w profilach plazmidowych oraz obecności profagów a także profilach wirulencji badanych szczepów. Na podkreślenie zasługuje również ta część pracy, która odnosi się do zależności filogenetycznych

pomiędzy genomami badanych szczepów oraz aspekt porównania ich z genomami szczepów odpowiedzialnych za przypadki listerioz w innych częściach Europy. W ocenie Recenzenta stanowi to komplementarne ujęcie tematyki badawczej, które należy w sposób szczególny docenić. Doktorant w omawianej pracy uzupełnia lukę w wiedzy na temat charakterystyki genetycznej szczepów *L. monocytogenes* izolowanych w Polsce z opisanych powyżej produktów, informacje te po raz pierwszy pojawiają się w literaturze przedmiotu i stanowi istotną wartość naukową. Publikacja 4 jest pracą łączącą w sobie aspekty technologiczne z badaniem odpowiedzi komórek bakterii na stres środowiskowy. W pracy tej Autor skupił się na modelowym przygotowaniu produktu jakim jest ceviche, który posłużył do analizy szczegółowych badań na testowanych szczepach bakterii. W ocenie Recenzenta praca została zaplanowana w sposób skrupulatny, a techniki badawcze adekwatnie dobrano dla realizacji określonego celu i zakresu co pozwoliło na uzyskanie bardzo wartościowych wyników. Na szczególną uwagę i pochwałę pracy Doktoranta zasługuje bardzo trudna i pracochłonna analiza wirulencji badanych szczepów tym razem wykonana na modelu badawczym gąsienic *Galleria mellonella*. Chociaż jako Recenzent nie czuję się uprawniony do oceny publikacji poddanych już uprzednio procesowi recenzji w czasopismach o wysokiej renomie, to czytając powyższą pracę nasunęło mi się pytanie dotyczące użytych bakterii spoza rodzaju *Listeria*.

Pytanie: Proszę o wyjaśnienie powodów poszerzenia materiału badawczego użytego w niniejszej pracy o gatunki nie należące do rodzaju *Listeria* (*Enterococcus faecalis*, *Serratia liqefaciens, Hefania alvei)* i wykorzystanie ich tylko w części eksperymentów.

Wyniki zawarte w ostatniej pracy eksperymentalnej cyklu (P5) wpisują się w ogólny schemat dysertacji i pokazują odpowiedź komórek bakterii na stres powstały w trakcie przygotowania sous vide. Wyniki prezentujące ten aspekt badań są analogiczne do tych pochodzących z pracy czwartej (P4) i jest to podejście zrozumiałe i logiczne w kontekście porównania obu metod obróbki technologicznej. Niestety o ile Doktorant wykorzystał w obu pracach tożsame metody badawcze to zastosował je w odniesieniu do różnych gatunków bakterii oraz różnych szczepów *L. monocytogenes* (w P4 było 5 szczepów w P5 4 szczepy) co jednak utrudnia bezpośrednie porównanie i wnioskowanie na temat odpowiedzi komórkowej.

Kolejną część pracy stanowi rozdział Wnioski i podsumowanie badań, w którym

Doktorant sformułował 15 wniosków podsumowujących całokształt realizowanych w ramach rozprawy doktorskiej badań. Niemniej jednak w ocenie Recenzenta niektóre z wniosków można połączyć ponieważ stanowią logiczną całość np. wniosek 3 i 4 lub 6 i 7, przez co konkluzja pracy byłaby jednoznaczna. Jednocześnie warto podkreślić, że przedstawione wnioski potwierdzają zarówno poznawczy charakter jak i rozwojowy potencjał przedstawionej do oceny dysertacji. W podsumowaniu badań Autor przedstawił najistotniejsze ustalenia wynikające z rezultatów pracy, podał również kierunki dalszych badań nie odniósł się jednak do tego gdzie i przez kogo wyniki mogą być wykorzystane. Z obowiązku Recenzenta zauważam, że poprawniejszą kolejność tego rozdziału stanowiłoby najpierw podsumowanie a dopiero potem następujące wnioski.

Bibliografia kończy ocenianą rozprawę doktorską zawiera 59 pozycji anglojęzycznych w ponad połowie pochodzących z ostatnich 10 lat. Bibliografia jest przygotowana bardzo starannie, z dużą troską o szczegóły. Wszystkie nazwy czasopism podane zostały według tego samego klucza. Nie znalazłem żadnych uchybień w tym rozdziale. Dysertacja zawiera jeszcze spis tabel i rysunków.

Zawarte w cyklu prace są już opublikowane i poddane recenzjom, ja również oceniam je bardzo wysoko. To stwierdzenie pozwala jednocześnie Recenzentowi poprosić Doktoranta o rozważenie następujących zagadnień podczas dyskusji:

1. Bardzo proszę o wyjaśnienie z jakiego powodu Doktorant zrezygnował w rozdziale „Rezultaty badań…" z aspektu dyskusji co jest jednak elementem precyzyjnie lokującym badania na tle literatury przedmiotu oraz łączącym cały cykl publikacji.
2. Nawiązując do metod stosowanych w pracy szczególnie w kontekście odpowiedzi na różne rodzaje stresu środowiskowego czy rozważał Pan badanie przechodzenia komórek *L. monocytogenes* w stan VBNC a jeżeli tak to jakimi metodami?
3. O jakie badania uzupełniłby Pan aktualną Polską normę dotyczącą żywności w kontekście badań nad *L. monocytogenes* uwzględniające również szczepy atypowe?

Podsumowując, stwierdzam że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi

oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, dowodząc możliwości wykorzystania wiedzy na temat zmienności fenotypowej i genotypowej gatunku *L. monocytogenes* w kontekście bezpieczeństwa i higieny żywności. Sformułowana w rozprawie hipoteza badawcza została pozytywnie zweryfikowana. Praca poszerza stan wiedzy w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Dysertacja została przygotowana starannie, z dużą dbałością o stronę naukową, językową i edytorską.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska **mgr inż. Arkadiusza Zakrzewskiego, pt. „Warunki stresowe podczas otrzymywania produktów gotowych do spożycia z ryb i krewetek a możliwość przeżycia oraz odpowiedź komórkowa bakterii z rodzaju *Listeria sp*”** ma bardzo wysoką wartość naukową, a przedstawione przez mnie bardzo drobne i nieliczne uwagi, nie umniejszają jej merytorycznej wartości poznawczej oraz znaczenia podjętego problemu badawczego.

Uważam, że oceniana dysertacja spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawartym w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 ze zm). Doktorant wykazał wysoką umiejętność prowadzenia badań naukowych, a także opracowania i interpretacji otrzymanych wyników w oparciu o aktualne piśmiennictwo z zakresu podjętej problematyki badawczej.

Wnioskuję zatem do Wysokiej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Pana mgr inż. Arkadiusza Zakrzewskiego do publicznej obrony oraz dalszych etapów postępowania doktorskiego.