



UNIWERSYTET ROLNICZY

im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

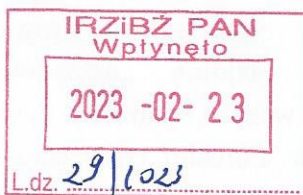
Wydział Technologii Żywności

Katedra Technologii Produktów Roślinnych i Higieny Żywnienia

Ul. Balicka 122 30-149 Kraków

Tel.: 12 662 48 25 tel./fax: 12 662 48 25

dr hab. Magdalena Surma, prof. URK



Kraków, 20 luty 2023 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Natalii Płatosz

pt. „Przenikanie antocyjanów aronii i kapusty czerwonej oraz ich metabolitów przez barierę krew-płyn mózgowordzeniowy w badaniach modelowych na owcach”

zrealizowanej w Zakładzie Chemii i Biodynamiki Żywności
Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie
pod kierunkiem dr hab. inż. Wiesława Wiczowskiego, prof. Instytutu

Recenzja została wykonana na podstawie pisma Pana Dyrektora Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie prof. dr hab. Mariusza Piskuły z dnia 21.12.2022 r. informującego o powołaniu mnie przez Radę Naukową Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie w dniu 15.12.2022 r. na recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia mgr Natalii Płatosz.

Recenzję przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej przygotowano zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi w tym zakresie – Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U.2022.574 z zm.) i składa się zgodnie z zaleceniami Rady Doskonałości Naukowej z oceny następujących elementów:

- 1) czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie technologia żywności i żywienia;
- 2) czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora;
- 3) czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej;
- 4) oceny końcowej.

Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie technologia żywności?

Antocyjany należą do grupy flawonoidów i najbardziej są znane jako naturalne barwniki rozpuszczalne w wodzie. W przyrodzie związki te nadają owocom, warzywom i roślinom wielobarwność. Do tej pory rozpoznano kilkaset naturalnych i stworzono ponad sto syntetycznych antocyjanów, ponieważ możliwe są liczne

modyfikacje cukrami i kwasami acylowymi. Wyróżnić można sześć najpowszechniej występujących antocyjanów naturalnych: cyjanidyna (występuje najczęściej), pelargonidyna, peonidyna, delfinidyna, petunidyna oraz malwidyna. Antocyjany są związkami mało stabilnymi. Na ich trwałość wpływa pH środowiska, jony metali, enzymy, białka, inne flawonoidy obecne w roztworze, wahania temperatury oraz światło. Głównym źródłem antocyjanów w diecie są owoce i warzywa, szczególnie te o ciemnych barwach. Dużą ich zawartością odznaczają się m.in.: borówki, maliny, czarne porzeczki, czarny bez, jeżyny, aronia, czerwona kapusta, winogrona oraz bakłażany. Antocyjany znajdują zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym oraz spożywczym. Chronią żywność, ponieważ hamują namnażanie się bakterii, wirusów i grzybów. Ponadto zwiększają wartość odżywczą produktu i cechują się wieloma właściwościami prozdrowotnymi. Są ważnym źródłem nowych produktów o działaniu prebiotycznym. Mogą mieć działanie zarówno profilaktyczne, jak i lecznicze, ponieważ pozytywnie działają na poszczególne organy. Wykazują szczególnie pozytywny wpływ na układ krążenia, wzrok oraz pamięć. Zapobiegają dolegliwościom wątroby, cukrzycy i nowotworom. Są także silnymi przeciwutleniaczami wykazującymi właściwości przeciwzapalne i przeciwneurodegeneracyjne.

Jak słusznie zauważyła Doktorantka do tej pory, pomimo szerokiego spektrum korzystnych właściwości antocyjanów obserwowanych w warunkach *in vitro*, wciąż niewiele wiadomo na temat przenikania tych związków przez barierę krew – mózg oraz barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy. W dostępnej literaturze niewiele jest pozycji piśmiennictwa, w których opisano zagadnienie przenikania flawonoidów do płynu mózgowo-rdzeniowego. Nie przeprowadzono badań dowodzących, że antocyjany i ich metabolity przenikają przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy oraz nie opisano przemian tych związków w środowisku tej bariery. Nie wyjaśniono również w jaki sposób struktura chemiczna natywnych antocyjanów wpływa na ich zdolność do jej przekraczania. Dodatkowo, nie znaleziono danych potwierdzających, czy bariera krew – płyn mózgowo-rdzeniowy jest selektywna dla antocyjanów nieacylowanych i acylowanych kwasami fenolowymi.

Dlatego też należy podkreślić, że tematyka badań podjęta przez Doktorantkę ma szczególne znaczenie badawcze i stanowi bardzo cenne źródło danych, które mogą służyć poszerzeniu wiedzy w tym zakresie. Autorka znalazła istotne pole badawcze, które skrupulatnie wypełniła przeprowadzonymi badaniami, co świadczy o Jej bardzo dobrej orientacji w tematyce przedmiotu i świetnym przygotowaniu merytorycznym.

Podsumowując: podjęcie tematyki przenikania antocyjanów aronii i kapusty czerwonej oraz ich metabolitów przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy w badaniach modelowych na owcy w pracy doktorskiej mgr Natalii Płatosz uważam za ważne, trafne i aktualne oraz uzasadnione ze względów poznawczych i aplikacyjnych. Przedstawiona do recenzji rozprawa plasuje się w nurcie bieżących zagadnień badawczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora?

Recenzowaną rozprawę doktorską Pani mgr Natalii Płatosz pt. „Przenikanie antocyjanów aronii i kapusty czerwonej oraz ich metabolitów przez barierę krew – płyn mózgowordzeniowy w badaniach modelowych na owcach” stanowi cykl trzech spójnych

tematycznie, oryginalnych prac naukowych wykonanych w ramach realizacji projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki w konkursie OPUS 9 nr 2015/17/B/NZ9/01733 opublikowanych w latach 2020-2022 w czasopiśmie indeksowanych w Journal Citation Reports (Food Chemistry, Journal of Agricultural and Food Chemistry). Ich sumaryczny Impact Factor wynosi 21,021 a łączna liczba punktów MNiSW (zgodnie z rokiem opublikowania) 480. We wszystkich publikacjach Doktorantka jest pierwszym autorem i Jej udział wynosi od 42 do 50%. Należy również wspomnieć, że mimo, iż prace zostały opublikowane stosunkowo niedawno już zyskały uznanie o czym świadczy liczba cytowań w bazach Scopus i Web of Science. Dołączone oświadczenia współautorów publikacji potwierdzają znaczący wkład Autorki w opracowanie koncepcji badań, pobieranie materiału biologicznego, przygotowanie materiału do analiz i ich przeprowadzenie, interpretację wyników i ich statystyczną analizę oraz w opracowanie manuskryptów.

Cykl publikacji opatrzony jest 50- stronicowym opracowaniem w języku polskim, na które składa się: wstęp teoretyczny, cel i zakres badań, materiały i metody, wyniki i dyskusja, wnioski oraz piśmiennictwo. Są one poprzedzone wykazem publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej, streszczeniem (w języku polskim i angielskim) oraz wykazem skrótów. Integralną część pracy stanowią oświadczenia współautorów publikacji oraz publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej.

Tytuł rozprawy został sformułowany poprawnie i odpowiada przedstawionym w pracy rezultatom badań. Wstęp ma na celu zapoznanie czytelnika z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi struktury, właściwości, występowania oraz potencjalnych szlaków metabolicznych antocyjanów. Doktorantka postawiła trzy hipotezy badawcze, do zweryfikowania których zaproponowała cztery zadania badawcze, sformułowane prawidłowo i logicznie wynikające ze studiów aktualnej literatury tematu.

Rozdział materiały i metody zawiera syntetycznie przedstawione w punktach informacje na temat materiału badawczego oraz opisy przeprowadzonych eksperymentów i zastosowanych metod. Zagadnienia te zostały szczegółowo scharakteryzowane w oparciu o publikacje, które stanowią przedmiot rozprawy doktorskiej. Po zapoznaniu się z treścią dysertacji mam w tym miejscu następujące pytania do Doktorantki:

1. Dlaczego ekstrakcję antocyjanów z liofilizatów aronii oraz kapusty czerwonej w punkcie 3.2.2. przeprowadzono za pomocą 58% wodnego roztworu metanolu z 4% dodatkiem kwasu mrówkowego a izolację 3-diglukozydu-5-glukozydu cyjanidyny z liofilizatu czerwonej kapusty w punkcie 3.2.3 prowadzono 80% wodnym roztworem metanolu z 6% dodatkiem kwasu mrówkowego? Skąd ta różnica w ekstrakcji?
2. Ponadto w punkcie 3.2.2. ekstrakcję antocyjanów z liofilizatów aronii oraz kapusty czerwonej przeprowadzono za pomocą 58% wodnego roztworu metanolu z 4% dodatkiem kwasu mrówkowego podczas gdy w publikacji 1 (Płatosz N., Bączek N., Topolska J., Szawara-Nowak D., Skipor J., Milewski S., Wiczowski W. 2021. Chokeberry anthocyanins and their metabolites ability to cross the blood cerebrospinal fluid barrier. Food Chemistry, 346, 128730) w punkcie 2.4. czytamy, że liofilizat aronii był ekstrahowany 0,4% kwasem trifluorooctowym w metanolu. Czy Doktorantka mogłaby wyjaśnić te rozbieżności? Dodatkowo podano, że przeprowadzono rozcieńczenie otrzymanych ekstraktów. Proszę o wyjaśnienie czy procedury rozcieńczania ekstraktów z aronii i kapusty czerwonej były takie same?

3. Każdorazowo użyto określenia wielokrotna ekstrakcja. Prosiłabym o sprecyzowanie ilokrotna i wyjaśnienie jak postępowano w przeprowadzaniu tej wielokrotnej ekstrakcji.
4. Na podstawie jakich przesłanek podjęto decyzję o dawce 10 mg cyjanidyny/kg masy ciała owcy przy sporządzaniu roztworu zawierającego liofilizat aronii oraz kapusty czerwonej w punkcie 3.2.4. Prosiłabym o wyjaśnienie.

W rozdziale wyniki i dyskusja Doktorantka przedstawiła zwięzły opis wyników przeprowadzonych badań wraz z krytyczną i naukową dyskusją. Wyniki badań poddano analizie statystycznej z zastosowaniem powszechnie używanych testów. Całość dysertacji podsumowano dziewięcioma wnioskami, jednak nie jest podane, które konkretnie hipotezy zostały zweryfikowane. Prosiłabym Autorkę o ustosunkowanie się do tego problemu.

Piśmiennictwo zamieszone przez Doktorantkę w pracy obejmuje 62 anglojęzyczne pozycje przedstawiające zagadnienia związane z tematyką prowadzonych badań, z czego prawie 45% zostało opublikowane w ostatniej dekadzie.

Praca poza nielicznymi błędami stylistycznymi i interpunkcyjnymi, które nie umniejszają ocenie pracy, została napisana zrozumiałym językiem umożliwiającym śledzenie i analizę przedstawionych w publikacjach wyników.

Podsumowując: stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa wskazuje na umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Panią mgr Natalię Płatosz i spełnia wymagania formalne stawiane pracom dysertacyjnym na stopień doktora.

Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej?

Celem podjętych przez Doktorantkę badań było określenie zdolności antocyjanów i ich metabolitów II fazy do przenikania przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy po dożwaczowym podaniu owcom preparatu z aronii i kapusty czerwonej oraz określenie zdolności przenikania pochodnych cyjanidyny i ich metabolitów II fazy przez tę barierę po dożylnym podaniu owcom preparatu zawierającego 3-galaktozyd cyjanidyny i 3-diglukozyd-5-glukozyd cyjanidyny. Kolejnym celem było ustalenie, czy struktura chemiczna antocyjanów może wpływać na przenikanie tych związków przez badaną barierę.

W publikacji pierwszej (aut. Płatosz N., Bączek N., Topolska J., Szawara-Nowak D., Skipor J., Milewski S., Wiczowski W. 2021. Chokeberry anthocyanins and their metabolites ability to cross the blood cerebrospinal fluid barrier. Food Chemistry, 346, 128730) przedstawiono wyniki otrzymane po przeprowadzeniu analizy antocyjanów i ich metabolitów II fazy w płynach fizjologicznych owiec po dożwaczowym podaniu preparatu z aronii w dawce 10 mg cyjanidyny/kg masy ciała. Z racji, że aronia jest bogatym źródłem antocyjanów, jest ona matrycą umożliwiającą zbadanie zależności między występowaniem różnych podstawników glikozydowych w cząsteczce cyjanidyny, a procesami zachodzącymi w organizmie po ich spożyciu, dlatego została ona wykorzystana również do oceny wpływu podstawnika glikozydowego w cząsteczkach cyjanidyny na przenikanie przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy. Analiza użytego w doświadczeniu preparatu liofilizowanej aronii z wykorzystaniem metody mikro-HPLC-MS/MS wykazała obecność czterech pochodnych cyjanidyny tj. głównego glikozydu – 3-galaktozydu cyjanidyny oraz 3-glukozydu cyjanidyny, 3-arabinozydu cyjanidyny i 3-ksylozydu cyjanidyny. Natomiast w płynach fizjologicznych

owiec zidentyfikowano cztery antocyjany natywne oraz 17 metabolitów tych związków, w tym formy metylowane, glukuronowane i siarczanowane. W samym płynie mózgowo-rdzeniowym odpowiednio cztery antocyjany natywne i 10 metabolitów. Należy podkreślić, że spośród zidentyfikowanych metabolitów II fazy siarczan cyjanidyny, metylowany siarczan cyjanidyny oraz trzy metylowane siarczany glukuronidu cyjanidyny znaleziono po raz pierwszy w płynach fizjologicznych po podaniu preparatu z aronii, co pozwoliło stwierdzić, że po spożyciu antocyjanów aronii występują istotne różnice w ilości i rodzaju metabolitów cyjanidyny w badanych płynach fizjologicznych. Doktorantka bardzo wnikliwie i szczegółowo opisała zmiany profilu i stężenia poszczególnych antocyjanów oraz ich metabolitów II fazy wykrywanych w płynach fizjologicznych badanych zwierząt, tłumacząc jednocześnie możliwe przyczyny zaistniałych zależności. W osoczu krwi, moczu oraz płynie mózgowo-rdzeniowym owiec głównym związkiem natywnym był 3-galaktozyd cyjanidyny, a wśród metabolitów II fazy dominowała jego metylowana pochodna.

Otrzymane wyniki świadczą o tym, że antocyjany aronii mają zdolność przenikania przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy, a chwilowe stężenie i profil antocyjanów i ich metabolitów II fazy we wspomnianym płynie może kształtować się w wyniku zmian stężenia tych związków w osoczu krwi, procesów napływu i wypływu przez omawianą barierę oraz intensywności i kierunku metabolizmu w komórkach barierowych.

W publikacji drugiej (aut. Płatosz N., Bączek N., Topolska J., Szawara-Nowak D., Misztal T., Wiczowski W. 2020. The blood-cerebrospinal fluid barrier is selective for red cabbage anthocyanins and their metabolites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(31): 8274-8285) Doktorantka przedstawiła wyniki analogicznego eksperymentu jak w publikacji pierwszej ale tym razem owcom podawany był preparat z czerwonej kapusty. W tym przypadku przeprowadzono analizę antocyjanów i ich metabolitów II fazy w płynach fizjologicznych owiec po dożwaczowym podaniu preparatu z kapusty czerwonej w tej samej dawce jak w przypadku aronii czyli 10 mg cyjanidyny/kg masy ciała. We wspomnianym liofilizacie kapusty czerwonej zidentyfikowano 20 pochodnych cyjanidyny a podstawową strukturą antocyjanów była nieacylowana forma 3-diglukozydu-5-glukozydu cyjanidyny. Oprócz drugiej nieacylowanej pochodnej (3-glukozydu-5-glukozydu cyjanidyny) w badanym warzywie zidentyfikowano osiemnaście mono- i diacylowanych (kwasem sinapinowym, ferulowym, kawowym i/lub *p*-kumarowym) pochodnych 3-diglukozydu-5-glukozydu cyjanidyny, które stanowiły prawie 90% całkowitej zawartości antocyjanów. Wykazano, że po podaniu preparatu z kapusty czerwonej w osoczu krwi i moczu owiec były obecne nieacylowane i acylowane antocyjany oraz ich metabolity II fazy w postaci pochodnych metylowanych, glukuronowanych i siarczanowanych (łącznie zidentyfikowano 34 pochodne cyjanidyny). Podkreślić należy, że po raz pierwszy wykazano obecność 12 pochodnych cyjanidyny w płynie mózgowo-rdzeniowym. Spośród 17 natywnych antocyjanów kapusty czerwonej występujących w osoczu krwi badanych zwierząt w płynie mózgowo-rdzeniowym zidentyfikowano tylko jeden związek – 3-glukozyd-5-glukozyd cyjanidyny. W przypadku metabolitów II fazy, wśród 17 pochodnych cyjanidyny wykrytych w osoczu krwi, aż 11 zidentyfikowano także w płynie mózgowo-rdzeniowym. Należy podkreślić, iż niniejsze wyniki jednoznacznie wskazują, że bariera krew – płyn mózgowo-rdzeniowy jest selektywna dla poszczególnych antocyjanów. Z przedstawionych danych wynika, że po podaniu zwierzętom kapusty czerwonej antocyjany przenikają z krwi do płynu mózgowo-rdzeniowego, podobnie jak po podaniu antocyjanów aronii. Ich profil oraz stężenie istotnie zmieniały się w czasie eksperymentu, co bardzo skrupulatnie opisała Doktorantka.

W publikacji trzeciej (aut. Płatosz N., Bączek N., Topolska J., Szawara-Nowak D., Wiczowski W. 2022. The blood–cerebrospinal fluid barrier features different permeability to cyanidin 3-galactoside and cyanidin-3-diglucoside-5-glucoside and their metabolites circulating in blood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(40): 12852-12864) przedstawiono wyniki otrzymane po przeanalizowaniu zawartości antocyjanów i ich metabolitów II fazy w płynach fizjologicznych owiec po pojedynczym, dożylnym podaniu preparatu zawierającego główne związki antocyjanowe aronii – 3-galaktozyd cyjanidyny oraz czerwonej kapusty – 3-diglukozyd-5-glukozyd cyjanidyny w dawce 1 mg każdego związku/kg masy ciała. Należy tu podkreślić, że zgodnie z dostępną wiedzą, jest to pierwsza opublikowana praca, w której określono pełny profil metabolomiczny pochodnych cyjanidyny w osoczu krwi, moczu i płynie mózgowo-rdzeniowym owiec po dożylnym podaniu mieszaniny wspomnianych związków. Doktorantka wykazała, że po dożylnym podaniu antocyjany przenikały przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy, a potencjał przenikania pochodnych 3-galaktozydu cyjanidyny był wyższy niż 3-diglukozydu-5-glukozydu cyjanidyny. Uzyskane wyniki wskazują, że antocyjany mogą konkurować o nośnik odpowiedzialny za ich transport przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy, a różnice w przenikaniu tych związków zależą od rodzaju i liczby podstawników, a także wielkości cząsteczki. W tym miejscu chciałabym prosić o wyjaśnienie poniższych zagadnień:

1. W przypadku dożylnego podawania substancji leczniczych wielkość cząstek, kształty cząstek, właściwości ich powierzchni mają szczególne znaczenie farmakokinetyczne, bowiem wpływają na ich rozmieszczenie. Czy Doktorantka może określić w jakiej postaci podawane były preparaty? Czy spełniały one wymóg jałowości?
2. Na czym oparto wyjaśnienie dotyczące krążenia jelitowo-wątrobowego dla obserwowanych zmian stężenia antocyjanów (metabolitów) po podaniu dożylnym?
3. Dla oceny substancji leczniczej pod względem farmakokinetycznym stosuje się parametr „okres półtrwania”. Czy Doktorantka planuje wyznaczyć ten parametr dla badanych antocyjanów celem określenia zmian w stężeniu tych związków?
4. Proszę o odpowiedź czy dla wybranych antocyjanów przeprowadzono ocenę metabolizmu *in silico* z wykorzystaniem dostępnych oprogramowań (np. MetaSite) z uwzględnieniem metabolizmu tkanki mózgowej?

Omawiając wyniki przedstawione w pracach stanowiących rozprawę doktorską Pani mgr Natalia Płatosz wykazała, że przeprowadzenie przez Nią eksperymenty dostarczą nowej, istotnej wiedzy wskazującej, że antocyjany aronii i kapusty czerwonej (poza pochodnymi acylowanymi) oraz ich metabolity II fazy przenikają przez barierę krew – płyn mózgowo-rdzeniowy, a gromadząc się w nim dzięki swoim silnym właściwościom przeciwutleniającym, mogą korzystnie oddziaływać na procesy zachodzące w środowisku centralnego układu nerwowego.

Doktorantka wyciągnęła właściwe wnioski. Przeprowadzone badania i sformułowane na ich podstawie wnioski kładą odpowiednie akcenty na znaczenie poznawcze i aplikacyjne oraz są adekwatne do celów określonych w pracy. Zabrało mi jedynie informacji o dalszych perspektywach badawczych, o które chciałabym zapytać Doktorantkę.

Uwagi zawarte w niniejszej recenzji w żaden sposób nie wpływają na obniżenie wartości naukowej recenzowanej pracy, stanowiącej wartościowe opracowanie naukowe, świadczące o bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym i analitycznym Autorki.

Podsumowując: publikacje stanowiące rozprawę doktorską Pani mgr Natalii Płatosz wnoszą oryginalny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie technologia żywności i żywienia oraz wpisują się doskonale w obecny trend badań interdyscyplinarnych.

Ocena końcowa

Podsumowując cykl publikacji stanowiący rozprawę doktorską oraz dołączone do niego opracowanie stwierdzam, że Pani mgr Natalia Płatosz wykazała się dobrą znajomością tematyki badań. Poprawnie zaplanowała i wykonała doświadczenia oraz analizy wykazując się umiejętnością obsługi nowoczesnej aparatury analitycznej i uzyskując dużą liczbę wartościowych wyników.

Dorobek naukowy Pani mgr Natalii Płatosz, według baz Scopus i Web of Science z dnia 19 lutego 2023 r. obejmuje 6 publikacji w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Reports, które były cytowane odpowiednio 58 i 53 razy. Indeks h Doktorantki według obu baz wynosi 4. Uczestniczyła jako wykonawca w 5 projektach badawczych. Wygłosiła 8 referatów i zaprezentowała 8 plakatów na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych będąc wyróżniana w sumie 9-krotnie.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Natalii Płatosz pt. „Przenikanie antocyjanów aronii i kapusty czerwonej oraz ich metabolitów przez barierę krew-płyn mózgowordzeniowy w badaniach modelowych na owcach” jest oryginalnym osiągnięciem naukowym i spełnia wszystkie wymagania stawiane tego typu pracom określone w art. 187 Ustawy z 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Na tej podstawie wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pani mgr Natalii Płatosz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



dr hab. Magdalena Surma, prof. URK