

Lublin, dn. 8 marca 2024 r.

Prof. dr hab. Justyna Batkowska
Zakład Doskonalenia Zwierząt i Drobiarstwa
Instytut Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Jaśminy Bałaban pt. „Wpływ tlenku grafenu i wybranych białek na funkcjonalno- morfologiczne cechy komórek mięśniowych. Badania modelowe.” wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Ewy Sawosz Chwalibóg oraz dr hab. Mateusz Wierzbicki w Katedrze Nanobiotechnologii Instytutu Biologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ocena formalna

Recenzję wykonano na zlecenie Prof. dr hab. Agnieszki Gniazdowskiej-Piekarskiej, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Nauki Biologiczne Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (pismo z dn. 18 grudnia 2023r.) zgodnie z wymogami określonymi w art. 187 ust. 1-3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. 2023, poz. 742). Przedstawiona do oceny praca spełnia warunki formalne określone ww Ustawie. Materiały zostały przygotowane przejrzysto i w sposób umożliwiający właściwą i pełną ocenę oraz zapoznanie się z istotą osiągnięcia naukowego.

Podstawą do ubiegania się przez mgr inż. Jaśminy Bałaban o dopuszczenie do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne stanowią trzy prace:

1. **Bałaban J., Wierzbicki M., Zielińska M., Szczepaniak J., Sosnowska M., Daniluk K., Cysewski D., Koczoń P., Chwalibog A., Sawosz E. (2020) Effects of graphene oxide nanofilm and chicken embryo muscle extract on muscle progenitor cell differentiation and contraction. *Molecules*, 25(8) 1991; <https://doi.org/10.3390/rmolecules25081991> (IF 4,412; 140 pkt. MNiSW)**
2. **Bałaban J., Zielińska M., Wierzbicki M., Ostaszewska T., Fajkowska M., Rzepkowska M., Daniluk K., Sosnowska M., Chwalibog A., Sawosz E. (2021) Effect of muscle extract and graphene oxide on muscle structure of chicken embryos. *Animals*, 2021, 11(12), 3467. <https://doi.org/10.3390/ani11123467> (IF 3,231; 100 pkt. MNiSW)**
3. **Bałaban J., Wierzbicki M., Zielińska-Górska M., Sosnowska M., Daniluk K., Jaworski S., Koczoń P., Cysewski D., Chwalibog A., Sawosz E. (2023) Graphene Oxide decreases pro-inflammatory proteins production in skeletal muscle cells exposed to SARS-CoV-2 spike protein. *Nanotechnology, Science and Applications*, 16, 1-18. <https://doi.org/10.2147/NSA.5391761> (IF: 4,9; 200 pkt. MNiSW)**

Wszystkie prace opublikowano w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR). Na dzień sporządzenia dokumentacji ich sumaryczny współczynnik wpływu

(Impact Factor) wynosił 12,543 przy liczbie 440 pkt MEiN/MNiSW. Oświadczenia współautorów publikacji wskazują na duże zaangażowanie Doktorantki i Jej przeważający wkład (po 65%) w powstanie wszystkich prac. Brała Ona udział w opracowaniu koncepcji, planu oraz metodyki badań, wykonaniu doświadczeń, analizie statystycznej, wizualizacji i interpretacji wyników oraz przygotowaniu manuskryptu.

Problem naukowy i znaczenie badań

Przedstawiona do recenzji dysertacja podejmuje problematykę inżynierii tkankowej, łączącej w sobie wiedzę z zakresu medycyny regeneracyjnej oraz inżynierii materiałowej przy wysokim zaawansowaniu technologicznym. Praca porusza trzy, poniekąd niezależne, aspekty wykorzystania tlenku grafenu.

Jedną ze stosowanych we współczesnej biologii technik laboratoryjnych są hodowle komórkowe *in vitro* opierające się na inkubacji i namnażaniu komórek roślinnych lub zwierzęcych poza organizmem. Technika ta pozwala na bardzo wszechstronne i precyzyjne analizy dzięki możliwości ścisłego kontrolowania warunków doświadczalnych i relatywnie dużej łatwości modyfikacji właściwości mikrośrodowiska komórek za pomocą aplikacji różnorodnych substancji biologicznie czynnych (hormonów, czynników wzrostu etc.), jak również możliwości prowadzenie całych cykli doświadczeń na tym samym materiale biologicznym. W przypadku możliwości wykorzystania hodowli komórkowych badania takie wpisują się one w ideę „3 R”, umożliwiając zastępowanie („replacement”) organizmów zwierzęcych. Dodatkową zaletą jest też fakt, że koszty tych doświadczeń są na ogół niższe niż analogicznych prac prowadzonych na zwierzętach laboratoryjnych.

Przedstawiona do oceny praca prezentuje badania plasujące się na pograniczu hodowli komórkowej i tkankowej, bazujące na modelu zarodka kury i hodowli *in vitro* pozyskanych z niego komórek progenitorowych mięśni, a także ludzkich komórek mięśniowych. Wg klasycznej definicji główne cechy komórek macierzystych to zdolność do samoodnowy, czyli licznych podziałów komórki z jednoczesnym zachowaniem stanu niezróżnicowania, a także do różnicowania w wyspecjalizowane typy komórek (totipotencjalność). Komórki progenitorowe (prekursorowe) powstają na skutek asymetrycznego podziału komórki macierzystej i mają ograniczone zdolności do samoodnowy - mogą różnicować się jedynie w kierunku komórek „docelowych”.

Do proliferacji i różnicowania komórki potrzebują czynników wzrostu, do tego typu naturalnych składników pożywek naturalnych zalicza się m.in. osocze, surowicę oraz wszelkiego rodzaju wyciągi tkankowe. Jednym z najbardziej popularnych jest ekstrakt z zarodków kurzych. Przygotowany z całych zarodków zawiera takie składniki, jak hormony, czynniki wzrostu i inne białka istotne dla hodowli niektórych typów komórek macierzystych, między innymi miogenne czynniki regulatorowe dla komórek progenitorowych mięśni. W ocenianej pracy wykorzystano innowacyjny ekstrakt z mięśni zarodka kury (CEME, ang. Chicken Embryo Muscle Exoact) pozyskany z zarodków 18-dniowych, opierając się na hipotezie, że tuż przed wykluciem organizm skupia się na przygotowaniu układu mięśniowo-szkieletowego do intensywnej pracy po wykluciu, w mięśniach nóg zarodka następuje

akumulacja zestawu białek, niezbędnych do aktywacji samoistnych spontanicznych skurczów.

Oprócz czynników biologicznych (różne typy komórek macierzystych, czynniki wzrostu) niejednokrotnie wykorzystuje się nanomateriały jak macierze, swoiste rusztowania dla struktury przestrzennej. Z uwagi na bardzo specyficzne wymagania, jakie muszą one spełnić, m.in. umożliwić przyleganie, ale także migracje komórek, dostarczać niezbędne czynniki wzrostu oraz składniki odżywcze, zachowywać cechy mechaniczne i fizykochemiczne sprzyjające integracji i dalszemu rozwojowi tkanki, wybór takiego materiału nie jest łatwy i wymaga kompleksowej analizy jego parametrów. Ogromny potencjał w tym zakresie wykazuje tlenek grafenu, geometryczna forma węgla, charakteryzująca się szeregiem unikalnych właściwości optycznych, termicznych, mechanicznych oraz podatnością na modyfikacje chemiczne. Znajduje on zastosowanie w procesach inżynierjno-technicznych, ale także w medycynie, m.in. jako nośnik substancji przeciwnowotworowych i leków przeciwzapalnych, środek antymikrobiologiczny, w diagnostyce chorób nowotworowych jako immunosensor elektrochemiczny do wykrywania kompleksów antygen-przeciwciało etc. Najczęściej wymienianą zaletą grafenu jest jego łatwość do przyłączania biomolekuł dzięki posiadanym licznym tlenowym grupom funkcyjnym (hydroksylowe, karboksylowe, karbonylowe), których polarny charakter nadaje mu właściwości hydrofilowe.

Takie kompleksowe podejście pozwala na wykorzystanie osiągnięć nauk przyrodniczych oraz nowoczesnych technologii do rozwoju materiałów biologicznych, wykorzystywanych do przywracania, utrzymywania lub usprawniania funkcji poszczególnych tkanek lub narządów w tym w medycynie ludzkiej. Z drugiej strony zaś do badań wybrano tkankę mięśniową pochodzącą z zarodków kurzych, zatem wyniki prowadzonych prac mają potencjał aplikacyjny w produkcji drobiu. Współczesne kurczęta brojlery są wynikiem wieloletniej pracy hodowlanej w kierunku pozyskania jak największej ilości białka zwierzęcego w relatywnie krótkim czasie, co uzyskano poprzez zwiększenie tempa wzrostu i masy ciała. Intensywna selekcja będąca odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie rynku spowodowała, że ptaki te osiągają końcową (ubojową) masę ciała znacznie szybciej niż kilkadziesiąt lat temu, co jednak powoduje histologiczne, fizjologiczne oraz biochemiczne zmiany w obrębie tkanki mięśniowej, zwiększając między innymi częstotliwość występowania miopatii, w tym nieprawidłowości w rozwoju śródmięśniowej tkanki łącznej (*spaghetti meat*). Mięso takie nadaje się do przetwórstwa, ale wyłącznie w wybranych zakresach, gdzie nie przyczynia się do obniżenia jakości produktu finalnego. W tej sytuacji znalezienie rozwiązania, czynnika środowiskowego, który pozwoli na wyeliminowanie wad mięsa byłoby rozwiązaniem rewolucyjnym dla całej branży.

Doktorantka podjęła jeszcze jeden istotny, w pewnym sensie powiązany z hodowlą tkankową temat wciąż niezwykle aktualny – pandemii SARS-CoV-2. Mimo, że wydaje się, że została ona opanowana, to w laboratoriach naukowych wciąż trwa „walka” z wirusem. Kluczową rolę w procesie zakażenia komórek gospodarza pełni białko kolca wirusa, które umożliwia mu wniknięcie do wnętrza komórki i zainfekowanie jej. Wewnątrz komórki docelowej wirus replikuje, wytwarzając tysiące własnych kopii, które są w stanie infekować

kolejne komórki. Zmiany w białku kolców determinują więc zakaźność wirusa, to, jak szybko się rozprzestrzenia. Większość proponowanych szczepionek koncentruje się na immunizacji białkiem kolca (S) wirusa SARS-CoV-2, które jest głównym celem neutralizacji przeciwciał. W wypadku tego aspektu dysertacji podjęto próbę wykorzystania tlenku grafenu jako zmiatacza białek prozapalnych zaangażowanych w burzę cytokinową stanu zapalnego generowanego przez białka kolca wirusa SARS-CoV-2.

Opis i ocena pracy

Wszystkie prace stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej mgr inż. Jaśminy Bałaban to oryginalne prace badawcze, zaś w związku z ich publikacją w renomowanych wydawnictwach naukowych o zasięgu międzynarodowym były już dogłębnie recenzowane zarówno pod względem merytorycznym, jak i językowym. Uzyskały one pozytywne opinie niezależnych recenzentów związanych z podjętą tematyką, co potwierdza ich rzetelność i dużą wartość naukową. Stanowią one spójny opis podjętych badań obejmujący wykorzystanie tlenku grafenu i ocenę jego właściwości w różnych kontekstach biologicznych, tj. w postaci nanofilmu jako niszy do wzrostu i różnicowania komórek mięśniowych, w postaci bio-kompleksu z ekstraktem białkowym podawanym drogą *in ovo*, a także w postaci aktywnego koloidu zdolnego do wiązania białek prozapalnych. Aby uniknąć powielania pracy recenzentów poszczególnych artykułów, poniższa ocena koncentruje się głównie na tej części dysertacji, która stanowi samodzielny wkład Doktorantki i łączy opisy zrealizowanych przez Nią badań.

Oceniana rozprawa doktorska zawiera formalne oświadczenia opiekuna naukowego odnośnie oryginalności pracy i samodzielności Doktorantki w zakresie jej powstania, streszczenie w języku polskim i angielskim, spis treści, wykaz wchodzących w jej skład publikacji, wstęp (5 stron), opis użytych materiałów i zastosowanych metod badawczych oraz wykaz wykorzystanej aparatury. Na ponad 17 stronach omówiono główne wyniki prac doświadczalnych zaopatrując je w odpowiednie schematy i ryciny, niektóre z nich bardzo oryginalne, ale jednocześnie dobrze obrazujące uzyskane wyniki. Pracę kończą wnioski, osobne dla poszczególnych doświadczeń oraz wspólne podsumowanie. Zacytowane w dysertacji 28 pozycji piśmiennictwa to wyłącznie prace anglojęzyczne opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Zostały one dobrane właściwie do podjętego tematu i prawidłowo wykorzystane w tekście pracy. Dysertacja zawiera także kopie artykułów naukowych, stanowiących cykl publikacji i oświadczenia ich współautorów. Sumarycznie przesłany do oceny maszynopis liczy 140 stron.

Wstęp jest bardzo precyzyjny i ścisły, pokazuje, że Doktorantka potrafi bardzo sprawnie posługiwać się piśmiennictwem obcojęzycznym oraz konstruować poprawny tekst naukowy, ściśle motywując obrane kierunki badań. Być może jednak nieco zbyt ściśle bo traktując każdą pracę z cyklu badawczego odrębnie. Tymczasem praca stanowi cykl doświadczeń nawiązujących do siebie z uwagi na wykorzystanie grafenu, ale wydaje się, że udałoby się postawić wspólną hipotezę badawczą, której analiza scalałaby opracowanie. Wyłącznie w streszczeniu podano wspólny dla wszystkich badań cel pracy. Wkradło się też

niewiele skrótów myślowych, naukowych i zakresu, w którym Doktoranta swobodnie się porusza się, ale być może bardziej precyzyjne wprowadzenie, z pewnym naciskiem na popularyzację podjętej tematyki, byłoby ciekawym poszerzeniem wiedzy postronnych czytelników, w tym recenzentów.

We wspólnym, dla wszystkich prac rozdziałach opisano wykorzystany w badaniach materiał, włącznie ze sposobem pozyskania i charakterystyką czynników doświadczalnych (tlenku grafenu, wodnego ekstraktu z mięśni zarodków kurzych etc.). Schematem (uzupełnionym szczegółowo w dalszych rozdziałach) zilustrowano układy poszczególnych eksperymentów, które należy uznać za prawidłowe. Zamieszczono opis metod badawczych („Metody”), ten rozdział zamyka akapit odnoszący się do statystycznego opracowania zebranych danych, oraz wykaz użytej aparatury.

Wyniki badań zaprezentowano w chronologicznym podziale na 3 doświadczenia wg kolejności publikacji. Tytuł rozdziału („Omówienie głównych wyników prac doświadczalnych”) wskazuje, że Autorka skupiła się tylko na najważniejszych zagadnieniach.

W pracy 1 analizowano wpływ ekstraktu z mięśni 18-dniowych zarodków kury podanego do hodowli *in vitro* komórek progenitorowych mięśni z zarodka kury oraz nanofilmu tlenku grafenu, jako powierzchni wzrostu komórek, na proces różnicowania i tworzenia pseudo-tkanki mięśniowej. Ekstrakt okazał się optymalnym czynnikiem stymulującym różnicowanie i dojrzewanie komórek mięśniowych dzięki zawartości białek wzrostowych (wykazano obecność 1470 białek, w tym 249 swoistych dla tkanki mięśniowej). Zaobserwowano istotny wzrost ekspresji genów związanych z miogenezą, a także charakterystyczne dla dojrzewających komórek mięśniowych zmiany w metabolizmie energetycznym. W grupach z dodatkiem ekstraktu wykształciły się włókna mięśniowe, zaś ich pełnej dojrzałości fizjologicznej świadczyły spontaniczne skurcze komórek, co ważne w warunkach *in vitro* i bez obecności zewnętrznych bodźców fizycznych indukujących skurcz. Dowiedziono także braku toksyczności nanofilmu tlenku grafenu na komórki mięśniowe przy silnej adhezji komórek do jego powierzchni, co potwierdza, że może on stanowić biokompatybilny materiał do tworzenia niszy do wzrostu komórek mięśniowych *in vitro*.

Celem doświadczenia opisanego w pracy 2 była ocena możliwości poprawy struktury mięśni zarodków kury domowej poprzez dodatek kompleksu odżywczego będącego połączeniem ekstraktu z mięśni 18-dniowych zarodków kury (CEME) z tlenkiem grafenu (GO), podawanego metodą *in ovo* na początku embriogenezy. Nie wykazano negatywnego efektu badanych czynników na proliferację komórek, jednak ich hemotoksyczność zależała od aplikowanej koncentracji. Efekt obniżenia aktywności metabolicznej komórek po podaniu tlenku grafenu Doktorantka tłumaczy wygenerowaniem niewielkiej ilości wolnych rodników na skutek aktywności grup tlenowych na powierzchni tego materiału, czego nie obserwowano po zastosowaniu kompleksu z CEME, prawdopodobnie dzięki powstaniu korony białkowej. W obrazie histologicznym stwierdzono, że istotnie pozytywny wpływ na rozwój mięśni zarodków kury miało podanie *in ovo* ekstraktu o stężeniu 2%. Obserwowano dobrze rozwiniętą tkankę mięśni szkieletowych, z gęsto upakowanymi komórkami i mniejszą

ilość tkanki łącznej. Kompleks CEME×GO nie przyczynił się dodatkowo do poprawy tego efektu.

Na uwagę, ze względu na aktualność podjętego zagadnienia, zasługuje **praca 3**. Nawiązuje ona do pandemii COVID-19 wywołanej przez wirusa SARS-CoV-2 (*severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*), która nie tylko spowodowała ofiary śmiertelne i poważne choroby będące powikłaniami lub swoistymi fizjologicznymi następstwami infekcji, ale także zakłócenia społeczne i gospodarcze w Unii Europejskiej i na całym świecie, stawiając nauce nowe wyzwania i wskazując konieczność ich jak najszybszej aplikacji uzyskanych wyników. Celem doświadczenia była analiza wpływu białka S kolca wirusa SARS-CoV-2 na ludzkie, nienowotworowe komórki mięśniowe hodowane *in vitro*, w zakresie aktywacji burzy cytokinowej, a także zastosowania płatków tlenku grafenu, jako potencjalnego „zmiatacza” białek prozapalnych. Potwierdzono obecność receptora ACE2 w ludzkich komórkach mięśniowych, a tym samym możliwość ich infekowania przez wirusa SARS-CoV-2. Nie zaobserwowano toksycznego wpływu płatków tlenku grafenu na komórki mięśniowe hodowane *in vitro*, ale wykazano wpływ białka S wirusa na poziom białek prozapalnych zaangażowanych w burzę cytokinową w komórkach mięśniowych. Obecność płatków tlenku grafenu redukowała poziom białek prozapalnych, aktywowanych przez białko S do poziomu grupy kontrolnej. Zwiększona ekspresja białek związanych ze stresem oksydacyjnym może, wg Doktorantki, świadczyć o generowaniu stresu oksydacyjnego przez obecność białka S, co może być czynnikiem promującym burzę cytokinową i rozwój stanu zapalnego. Tlenek grafenu, podawany do medium hodowlanego nie wpływa na zwiększenie poziomu żadnego z 40 badanych białek prozapalnych, oznaczanych w ludzkich prawidłowych komórkach mięśniowych *in vitro*.

Sumarycznie, uzyskane wyniki wszystkich doświadczeń przedstawiono na 10 rycinach i omówiono w sposób spójny i logiczny, z wykorzystaniem prawidłowego słownictwa specjalistycznego, charakterystycznego dla dyscypliny naukowej. Doktorantka prawidłowo opisała istotne statystycznie różnice wynikające z zastosowania czynników doświadczalnych, zwraca też uwagę na zaobserwowane zależności.

W dysertacji Doktorantka nie przewidziała dyskusji wyników własnych na tle dostępnego piśmiennictwa, być może sugerując się faktem, że zrobiono to uprzednio dość dokładnie w poszczególnych, opublikowanych już artykułach, rozbudowała natomiast rozdział „**Wnioski**”, który w zasadzie stanowią streszczenia poszczególnych prac, z powtórzeniem ich celu, najważniejszymi wynikami i 5 wnioskami z każdego z badań. Faktyczne i kompleksowe wnioski z całej pracy można natomiast znaleźć w **Podsumowaniu**. W badaniach wykorzystano model zarodka kury i hodowli *in vitro* komórek progenitorowych mięśni z zarodka, a także ludzkich nienowotworowych komórek mięśniowych. Na podstawie uzyskanych wyników wykazano, że tlenek grafenu stanowi odpowiednią, biozgodną niszę dla wzrostu i różnicowania komórek mięśniowych, zaś dodatek ekstraktu z mięśni zarodka kurzego wspomaga ten proces w warunkach *in vitro*. Tlenek grafenu podawany *in ovo* jest nietoksyczny, a dodatek ekstraktu białkowego z mięśni w stężeniu 2% pozytywnie wpływa na strukturę mięśni szkieletowych zarodków. Dowiedziono również, że obecność białka S wirusa

SARS-CoV-2 w hodowli komórek mięśniowych wzmagają produkcję białek prozapalnych biorących udział w burzy cytokinowej, a dodatek tlenku grafenu istotnie redukuje ich ilość na zasadzie zmiatacza.

Uważam, że cykl publikacji składający się na pracę doktorską Pani mgr inż. Jaśminy Bałaban, stanowi oryginalny wkład w dyscyplinę nauki biologiczne. Wykonanie badań wymagało od Doktorantki dużego zaangażowania i wkładu pracy, współpracy z innymi członkami zespołu badawczego oraz bardzo dobrej znajomości zaawansowanych technik i metod laboratoryjnych. Jednak, mimo, że jestem pod bardzo pozytywnym wrażeniem profesjonalizmu Doktorantki, a także poziomu przeprowadzonych badań, z obowiązku recenzenta proszę o odniesienie się do poniższych uwag:

1. Jakie uwarunkowania etyczne mają badania, w których wykorzystuje się ekstrakt z zarodków kurzych? W dysertacji nie wspomniano o uzyskaniu zgody na takie badania, także w **pracy 1** nie ma żadnej deklaracji w tym zakresie.
2. Zastosowany sposób pozyskania wyciągu z zarodków kurzych jest dość znaną metodą, w pewnym stopniu wystandaryzowaną na potrzeby badań. A jaka jest jej wydajność? Jakiej ilości ekstraktu można oczekiwać z 1 jaja? Być może przelicznik powinien być inny. Jakie są ograniczenia metody w tym zakresie?
3. Czy w wykazie aparatury nie brakuje danych inkubatora tudzież innego urządzenia użytego do inkubacji jaj kurzych?
4. Ile jaj objęto doświadczeniem w **pracy 2**? Być może ta informacja jest gdzieś podana, ale w sposób niebezpośredni, wymieniona jest wyłącznie liczba grup (12).
5. Wydaje się, że skrótem myślowym (dosłowne tłumaczenie z pracy 2) jest opis sposobu dezynfekcji jaj wylęgowych i ich inkubacji. Jaka metoda była stosowana, gdyż wskazany nadmanganian występuje w formie sypkiej (**paragraf 3.2.**)?
6. Co Autorka rozumie przeprowadzenie iniekcji w pierwszym dniu inkubacji? Chodzi o dzień nakładu, typowo oznaczany jako „zerowy”, czy po 24 godzinach od rozpoczęcia inkubacji? A jeśli tak, to ile czasu trwała procedura i czy grupa kontrolna podlegała schłodzeniu, nieuniknionemu w przypadku grup doświadczalnych? Wydaje się, że zasadnym byłoby także dodanie grupy stanowiącej tzw. kontrolę pozytywną, czyli iniekowaną wodą (wykorzystano wodne roztwory obu czynników), co wykluczyłoby efekt samej manipulacji, należy jednak pamiętać, że nie analizowano wyników wylęgu czy jakości samych piskląt.
7. W jaki sposób wyznaczono miejsce podania czynnika i dlaczego wybrano akurat białko jaja?
8. Oceniano toksyczność badanych czynników wobec erytrocytów i/lub metodami biochemicznym, zaś badania na jajach wylęgowych zakończono w 20 dobie rozwoju zarodkowego, czyli pisklęta nie zdążyły się wykluć. Czy podczas analiz histologicznych oceniano też inne, biologiczne, następstwa podania czynników doświadczalnych (np. zwiększoną zamieralność zarodków, nieprawidłowości w ułożeniu etc.)? Być może Doktorantka poczyniła takie obserwacje?

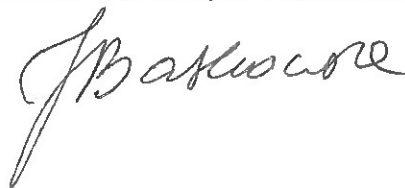
9. Z uwagi na znaczny wzrost częstości występowania wad mięsa stwierdzanych na etapie rozbioru tuszek, a tym samym konieczności niejednokrotnie wyeliminowania pewnych partii surowca z dalszej obróbki, co skutkuje stratami dla ubojni i/lub zakładu przetwórczego, powstaje pytanie o faktyczne możliwości zastosowania tlenu grafenu jako nośnika aminokwasów podawanego *in ovo*. Czy to wciąż są badania podstawowe, czy można już podjąć się próby ich aplikacji?
10. Zamieszczony w dysertacji opis analizy statystycznej danych jest bardzo skromny. Brakuje informacji odnośnie rozkładu danych, warunku koniecznego w przypadku stosowania testów parametrycznych (analiza wariancji), a także zastosowanych testów porównań wielokrotnych. Te ostatnie nie zostały również wymienione w pracy 3, chociaż po oznaczeniach na wykresach można wnioskować o ich zastosowaniu. Podanie liczby analizowanych prób też byłoby pomocne w kontekście interpretacji wyników.

Podsumowując, powyższe uwagi, czy też zapytania, nie umniejszają wysokiej wartości ocenianej pracy, zatem pozytywnie oceniam cykl prac mgr inż. Jaśminy Bałaban składający się na Jej rozprawę doktorską pt. „Wpływ tlenu grafenu i wybranych białek na funkcjonalno-morfologiczne cechy komórek mięśniowych. Badania modelowe.” Dysertacja ta posiada znaczące walory poznawcze i wnosi duży wkład w rozwój nauk rolniczych w dyscyplinie nauki biologiczne. Stwierdzam zatem, że przedstawiona do oceny praca doktorska spełnia wymogi wynikające ust. 1-3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. 2023, poz. 742) i może być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Przedkładam zatem Wysokiej Radzie Dyscypliny Nauki Biologiczne Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie wniosek o dopuszczenie mgr inż. Jaśminy Bałaban do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Ponadto po zapoznaniu się z rozprawą doktorską mgr inż. Jaśminy Bałaban, biorąc pod uwagę aktualność podjętych w niej zagadnień, ich innowacyjność, a także wysokie walory poznawcze i potencjał aplikacyjny, wnioskuję o wyróżnienie pracy doktorskiej.

Prof. dr hab. Justyna Batkowska



UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W LUBLINIE
Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki
INSTYTUT BIOLOGICZNYCH PODSTAW
PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ
20-950 Lublin, ul. Akademicka 13
tel. 81 445 67 77, 81 445 66 28

ZIB/72/2024

RPL/9802/2024

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW
2024-04-10
WPEŁNIŁO DNIA -3-

OPŁATA POBRANA
TAXE PERÇUE - POLOGNE
Umowa z Poczta Polska S.A.
ID nr 534970/L

POLECONY

(00)459007734816018957



R



2023

Poczta Polska
Opłata pobrana _____ zł _____ gr

Sz. P.

Marta Jareynisze

Instytut Biologii

Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego

ul. Nowoszyngorne 115 bud 37
poh. 0/13

02-777 Warszawa

polecony