

Gdańsk, dnia 20.07. 2026 roku

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Natalii Gocek-Szczurtek

„Udział olejku eterycznego z *Thymus vulgaris* L. w łagodzeniu stresu wywołanego kadmem w komórkach merystemów korzeniowych *Vicia faba* L. var. minor”
wykonanej pod kierunkiem dr hab. Justyny T. Polit, prof. UŁ, oraz promotora pomocniczego dr
Anety Żabki

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Natalii Gocek-Szczurtek dotyczy aktualnego i ważnego zagadnienia badawczego z zakresu biologii komórki roślinnej, fizjologii stresu środowiskowego oraz biologii molekularnej roślin. Podjęta problematyka wpisuje się w jeden z istotnych kierunków współczesnych badań związanych z narastającym zanieczyszczeniem środowiska metalami ciężkimi i poszukiwaniem skutecznych, przyjaznych środowisku metod ograniczania ich negatywnego oddziaływania na organizmy roślinne. Szczególne znaczenie ma poszukiwanie naturalnych substancji biologicznie czynnych, mogących poprawiać odporność roślin na stres środowiskowy, stanowiąc potencjalną alternatywę lub uzupełnienie metod opartych na inżynierii genetycznej.

Autorka skoncentrowała swoje badania na ocenie ochronnego działania olejku eterycznego z tymianku (*Thymus vulgaris*) wobec stresu indukowanego kadmem w komórkach merystemów korzeniowych bobu (*Vicia faba* var. *minor*). Zakres podjętych analiz należy uznać za bardzo szeroki i obejmujący wiele poziomów organizacji komórkowej. Oceniano wpływ badanego olejku na procesy związane ze stresem oksydacyjnym, uszkodzeniami DNA, przebiegiem replikacji, zmianami epigenetycznymi, aktywnością transkrypcyjną, organizacją cytoszkieletu oraz przebiegiem podziałów komórkowych. Tak kompleksowe ujęcie badanego problemu

stanowi jedną z istotnych zalet rozprawy, ponieważ umożliwia integrację wyników uzyskanych na poziomie molekularnym, komórkowym i ultrastrukturalnym. Temat pracy należy uznać za dobrze uzasadniony i posiadający zarówno znaczenie poznawcze, jak i potencjalne implikacje aplikacyjne dla biologii roślin, ochrony środowiska oraz nowoczesnego rolnictwa.

Rozprawa została przygotowana w formie doktoratu publikacyjnego, opartego na cyklu pięciu prac naukowych. Cztery publikacje zostały opublikowane w czasopismach o uznanej międzynarodowej renomie, natomiast piąta znajduje się na etapie procedury wydawniczej. Taka forma rozprawy stanowi potwierdzenie wysokiej jakości prowadzonych badań. Dorobek publikacyjny stanowiący podstawę rozprawy należy ocenić bardzo wysoko. Wszystkie prace zostały opublikowane (lub skierowane do publikacji) w renomowanych międzynarodowych czasopismach indeksowanych w bazie Web of Science Core Collection. Szczególnie istotny jest fakt, że wszystkie czasopisma należą do pierwszego kwartyłu (Q1) odpowiednich kategorii Journal Citation Reports, co świadczy o wysokiej jakości naukowej wyników badań oraz ich pozytywnej ocenie przez międzynarodowe środowisko naukowe. Sumaryczny Impact Factor opublikowanych prac wynoszący 17,5 oraz łączna punktacja 520 punktów MNiSW stanowią bardzo dobry wynik jak na rozprawę doktorską z zakresu biologii roślin. Dodatkowo, złożenie manuskryptu do The Plant Journal – jednego z najbardziej prestiżowych czasopism w dziedzinie biologii roślin – potwierdza wysoki poziom naukowy uzyskiwanych przez doktorantkę wyników badań.

Wprowadzenie do rozprawy zostało przygotowane starannie i zawiera szeroki przegląd aktualnego stanu wiedzy dotyczącego biologii i toksyczności kadmu, metod remediacji środowiska, właściwości biologicznych olejków eterycznych oraz możliwości wykorzystania olejku tymiankowego w ograniczaniu skutków stresu środowiskowego. Cele badawcze zostały sformułowane jasno i pozostają w bezpośrednim związku z przedstawionymi hipotezami badawczymi.

Za jeden z największych walorów rozprawy należy uznać rozbudowany warsztat metodologiczny. Autorka zastosowała liczne nowoczesne techniki badawcze obejmujące analizę GC-MS składu olejku eterycznego, oznaczanie reaktywnych form tlenu w badanych

komórkach (także przeżyciowo w komórkach wraz z lokalizacją wewnątrzkomórkową, co jako osoba pracująca na fizjologia RFT bardzo doceniam), cytometrię DNA, immunocytochemię, analizy uszkodzeń DNA z wykorzystaniem markera γ H2A.X, znakowanie IdU i EU, badania metylacji DNA oraz modyfikacji histonowych, oznaczanie aktywności enzymów antyoksydacyjnych, analizę metabolitów tiolowych, technikę TUNEL, transmisyjną mikroskopię elektronową, badania ekspresji genów oraz ocenę organizacji cytoszkieletu. Na szczególne podkreślenie zasługuje adaptacja metody iPOND do badań materiału roślinnego, która stanowi cenny wkład metodologiczny do biologii komórki roślinnej i świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu eksperymentalnym Doktorantki.

Wyniki przedstawione w rozprawie mają charakter nowatorski i wypełniają istniejącą lukę w aktualnym stanie wiedzy naukowej. W mojej ocenie dotychczas brakowało kompleksowych badań dotyczących wpływu olejku tymiankowego na przebieg procesu replikacji w warunkach stresu, regulację epigenetyczną, funkcjonowanie osi MAPK–chromatyna oraz organizację aparatu mitotycznego w warunkach toksycznego działania kadmu. Uzyskane rezultaty wskazują, że olejek tymiankowy może ograniczać negatywne skutki działania kadmu poprzez zmniejszanie poziomu stresu oksydacyjnego, ograniczanie uszkodzeń materiału genetycznego i poprawę przebiegu podziałów komórkowych. Wyniki te posiadają nie tylko wartość poznawczą, lecz także potencjalne znaczenie aplikacyjne, zwłaszcza w kontekście opracowywania biologicznych metod zwiększania odporności roślin na stres środowiskowy.

Przedstawione w rozprawie wnioski są logiczne, dobrze udokumentowane i wynikają bezpośrednio z uzyskanych wyników badań. Autorka wykazała się umiejętnością krytycznej analizy danych oraz ich właściwej interpretacji w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy. Pomimo bardzo wysokiej oceny naukowej rozprawy należy jednak zwrócić uwagę na pewne ograniczenia badań. Wszystkie doświadczenia zostały przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych z wykorzystaniem merystemów korzeniowych *Vicia faba*. Oznacza to, że możliwość bezpośredniego przeniesienia uzyskanych wyników do praktyki rolniczej pozostaje ograniczona i wymaga dalszych badań prowadzonych w warunkach szklarniowych oraz w

warunkach polowych. Ponadto większość analiz wykonano po stosunkowo krótkim czasie ekspozycji na kadm, co nie pozwala ocenić trwałości obserwowanego efektu ochronnego ani zmian zachodzących w dalszym rozwoju roślin. Pewnym ograniczeniem jest również wykorzystanie jednego gatunku modelowego, co utrudnia ocenę uniwersalności obserwowanych zależności dla innych grup roślin, w tym dla gatunków uprawnych. Nie wiadomo, czy analogiczne efekty wystąpiłyby u innych grup roślin, np. zbóż, roślin warzywnych, gatunków hiperakumulujących metale. Pewien niedosyt budzi także ograniczona analiza mechanistyczna składników olejku. Autorka wykazała ochronne działanie całego olejku, natomiast badania nie rozstrzygają, który składnik odpowiada za efekt biologiczny, czy działanie wynika głównie z efektów tymolu, czy kluczowe znaczenie ma synergizm składników. Niedosyt ten związany jest wyłącznie z ciekawością naukową, natomiast doskonale zdają sobie sprawę, że idąc w kierunku potencjalnego zastosowania TO, będzie to „surowy” olejek pozyskany z ziela tymianku, a nie jego poszczególne frakcje. Problem ten nie jest zresztą kwestią nową i dotyczy wszystkich badań nad zastosowaniem wieloskładnikowych ekstraktów biologicznych i analizą ich efektów biologicznych.

Rozprawa doktorska przygotowana w formie tzw. „zszywki” w pewnym stopniu zdejmując z recenzenta konieczność analizy poprawności wyników – to zostało uczynione w trakcie procesu publikacyjnego, tak więc recenzja rozprawy skupia się bardziej na wymianie poglądów dotyczących przedstawionych badań oraz kierunków dalszej pracy doktorantki. Tu poprosiłbym doktorantkę o przedstawienie perspektyw kontynuowania badań, zwłaszcza tych mających na celu wprowadzenie olejku tymiankowego do praktyki ochrony roślin.

W moim przekonaniu, w przyszłych badaniach warto byłoby rozszerzyć analizę o określenie zależności dawka–efekt dla zastosowanego olejku eterycznego oraz kadmu, co umożliwiłoby wyznaczenie minimalnych skutecznych stężeń i określenie granic fitotoksyczności. Interesującym uzupełnieniem byłaby również bardziej szczegółowa analiza ekspresji genów związanych z odpowiedzią antyoksydacyjną, metabolizmem związków tiolowych, mechanizmami naprawy DNA oraz szlakami sygnalizacji MAPK. W rozprawie nie rozstrzygnięto także, które składniki olejku odpowiadają za obserwowany efekt biologiczny i

w jakim stopniu możliwe jest występowanie efektów synergistycznych pomiędzy poszczególnymi komponentami mieszaniny.

Wskazane byłoby również szersze omówienie praktycznych aspektów potencjalnego wykorzystania olejku tymiankowego, obejmujących kwestie ekonomiczne, trwałość preparatu oraz jego wpływ na środowisko. W tym kontekście bardzo przydatne byłoby przeprowadzenie walidacji w warunkach bardziej zbliżonych do naturalnych, np. w warunkach doświadczeń glebowych, hydroponicznych długoterminowych oraz na dorosłych roślinach. Poproszę o odniesienie się do tych kwestii podczas publicznej obrony rozprawy.

Poprosiłby także doktorantkę o przybliżenie kilku aspektów praktycznego stosowania olejku tymiankowego. Warto byłoby omówić: koszty stosowania olejku, trwałość preparatu, potencjalne skutki środowiskowe oraz realną możliwość wdrożenia w rolnictwie.

Od strony redakcyjnej rozprawa została przygotowana bardzo starannie. Stwierdzone nieliczne błędy mają charakter wyłącznie drobnych usterek językowych lub redakcyjnych i nie wpływają na wartość naukową pracy ani poprawność przedstawionych wyników.

Rozprawa mgr Natalii Gocek-Szczurtek stanowi oryginalne i wartościowe osiągnięcie naukowe. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością podejmowanej problematyki, umiejętnością planowania i realizacji zaawansowanych badań eksperymentalnych oraz zdolnością do krytycznej interpretacji uzyskanych wyników. Praca wnosi nowe i istotne informacje dotyczące mechanizmów ochronnego działania olejku tymiankowego wobec stresu kadmowego w komórkach roślinnych oraz przyczynia się do rozwoju badań nad naturalnymi metodami ograniczania skutków skażenia środowiska metalami ciężkimi.

Podsumowanie

Podsumowując, w mojej ocenie rozprawa doktorska mgr Natalii Gocek-Szczurtek w pełni odpowiada wymogom Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668), stawianym pracom doktorskim. W związku z tym zwracam się do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego ds. stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne o dopuszczenie mgr Natalii Gocek-Szczurtek do dalszych etapów postępowania doktorskiego."

Wniosek o wyróżnienie

Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoki poziom naukowy przedstawionych badań, ich nowatorstwo oraz znaczący dorobek publikacyjny Doktorantki, uważam, że rozprawa zasługuje na jej wyróżnienie:

Ocena wpływu badanego olejku na procesy niwelowania stresu indukowanego obecnością kadmu została powiązana przez autorkę z szeregiem aspektów biologii badanej na poziomie komórki: stresem oksydacyjnym, uszkodzeniami DNA, przebiegiem replikacji, zmianami epigenetycznymi, aktywnością transkrypcyjną, organizacją cytoszkieletu oraz przebiegiem podziałów komórkowych. Tak kompleksowe ujęcie badanego problemu umożliwia integrację wyników uzyskanych na poziomie molekularnym, komórkowym i ultrastrukturalnym.

Ponadto wszystkie czasopisma, w których autorka opublikowała wyniki swoich badań, należą do pierwszego kwartyłu (Q1) odpowiednich kategorii w Journal Citation Reports, co świadczy o wysokiej jakości naukowej uzyskanych przez nią wyników badań oraz ich pozytywnej ocenie przez międzynarodowe środowisko naukowe.

Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością problematyki będącej przedmiotem badań, umiejętnością właściwego zaplanowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów oraz zdolnością do wnikliwej i krytycznej analizy uzyskanych wyników. Przedstawiona rozprawa doktorska wnosi oryginalny i wartościowy wkład w aktualny stan wiedzy w zakresie mechanizmów ochronnego działania olejku tymiankowego w warunkach stresu wywołanego kadmem w komórkach roślinnych. Uzyskane wyniki mają istotne znaczenie poznawcze, a jednocześnie poszerzają wiedzę dotyczącą możliwości wykorzystania naturalnych związków w ograniczaniu negatywnych skutków skażenia środowiska metalami ciężkimi, wyznaczając kierunki dalszych badań w tym obszarze.