



Lublin, 14.07.2026 r.

dr hab. Małgorzata Wójcik, prof. UMCS
Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki
Instytut Nauk Biologicznych
Wydział Biologii i Biotechnologii
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin
tel. (081) 537 50 64
email: malgorzata.wojcik@mail.umcs.pl

**Komisja Uniwersytetu Łódzkiego do spraw Stopni Naukowych
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych
w dyscyplinie nauki biologiczne**

Szanowni Państwo,

Przesyłam recenzję rozprawy doktorskiej **mgr Natalii Gocek-Szczurtek** pt. „Udział olejku eterycznego z *Thymus vulgaris* L. w łagodzeniu stresu wywołanego kadmem w komórkach merystemów korzeniowych *Vicia faba* L. var. *minor*” wykonanej w wykonanej w Katedrze Cytofizjologii Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego pod kierunkiem dr hab. Justyny T. Polit prof. UŁ.

Z poważaniem,



Lublin, 13 lipca 2026 r.

dr hab. Małgorzata Wójcik, prof. UMCS
Katedra Fizjologii Roślin i Biofizyki
Instytut Nauk Biologicznych
Wydział Biologii i Biotechnologii
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin
tel. (081) 537 50 64
email: malgorzata.wojcik@mail.umcs.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Natalii Gocek-Szczurtek
pt. "Udział olejku eterycznego z *Thymus vulgaris* L. w łagodzeniu stresu wywołanego
kadmem w komórkach merystemów korzeniowych *Vicia faba* L. var. *minor*"
wykonanej w Katedrze Cytofizjologii Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytetu Łódzkiego pod kierunkiem dr hab. Justyny T. Polit prof. UŁ

Zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi stanowi jeden z najpoważniejszych problemów współczesnego świata ze względu na negatywne konsekwencje zarówno dla funkcjonowania ekosystemów, jak i zdrowia człowieka. Kadm jest uznawany za jeden z najbardziej toksycznych pierwiastków, ponieważ nie ulega degradacji, łatwo kumuluje się w tkankach organizmów żywych i może wywierać szkodliwy wpływ na organizm człowieka w stężeniach, które nie wywołują jeszcze widocznych objawów toksyczności w roślinach. Z tego względu poszukuje się skutecznych, ekonomicznie opłacalnych i przyjaznych środowisku metod ograniczania pobierania i akumulacji tego metalu przez rośliny, a także łagodzenia jego negatywnego wpływu na ich wzrost i rozwój. W ten nurt badań wpisuje się przedstawiona do oceny rozprawa doktorska, w której Doktorantka podjęła próbę oceny potencjału ochronnego olejku tymiankowego, pozyskiwanego z *Thymus vulgaris* L., wobec toksycznego działania kadmu. Badania koncentrowały się na analizie wpływu kadmu i olejku na wczesne etapy rozwoju korzeni siewek bobiku (*Vicia faba* L. var. *minor*), akumulację kadmu w tkankach oraz molekularne i komórkowe mechanizmy odpowiedzi komórek merystematycznych korzeni na stres wywołany tym metalem. Podjęcie tej tematyki badawczej, jak również dobór modelu badawczego i zastosowanego czynnika ochronnego, uważam za w pełni uzasadnione. Kompleksowe poznanie mechanizmów toksycznego działania kadmu oraz określenie potencjału olejku tymiankowego do ograniczania jego negatywnych skutków stanowi **oryginalną koncepcję rozwiązania problemu naukowego**, a uzyskane wyniki wnoszą istotny wkład w rozwój wiedzy z zakresu biologii komórki roślinnej i fizjologii stresu.

Formalna ocena rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania formalne zgodnie z art. 187 ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lica 2018 r. (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.). Stanowi **zbiór powiązanych tematycznie czterech opublikowanych artykułów naukowych i jednego manuskryptu wysłanego do druku:**



- 1) **Gocek-Szczurtek, N.***; Żabka, A.; Wróblewski, M.; Kukula-Koch, W.; Szczeblewski, P.; Polit, J.T. Thyme Oil Mitigates Cadmium-Induced Oxidative and Genotoxic Stress in *Vicia faba* Root Meristem Cells under *in vitro* Conditions. *Scientific Reports* **2025**, 15, 38689, doi:10.1038/s41598-025-22588-w. (P1; IF – 4,9; 140 pkt MNiSW);
- 2) Żabka, A.*; **Gocek, N.**; Polit, J.T.; Maszewski, J. Epigenetic Modifications Evidenced by Isolation of Proteins on Nascent DNA and Immunofluorescence in Hydroxyurea-Treated Root Meristem Cells of *Vicia faba*. *Planta* **2023**, 258, 95, doi:10.1007/s00425-023-04249-2. (P2; IF – 3,6; 100 pkt MNiSW)
- 3) **Gocek-Szczurtek, N.**; Żabka, A.; Wróblewski, M.; Polit, J.T.* Stabilization of the MAPK-Epigenetic Signaling Axis Underlies the Protective Effect of Thyme Oil against Cadmium Stress in Root Meristem Cells of *Vicia faba*. *International Journal of Molecular Sciences* **2025**, 27, 208, doi:10.3390/ijms27010208. (P3; IF – 5,6; 140 pkt MNiSW)
- 4) **Gocek-Szczurtek, N.**; Wróblewski, M.; Żabka, A.; Polit, J.T.* Thyme Oil Alleviates Cadmium Induced Disturbances in Mitotic Activity, Cytoskeletal Organization and H3T3/H3S10 Phosphorylation in *Vicia faba*. *International Journal of Molecular Sciences* **2026**, 27, 2798, doi:10.3390/ijms27062798. (P4; IF – 5,6; 140 pkt MNiSW)
- 5) **Gocek-Szczurtek, N.***; Piotrowska-Niczyporuk, A.; Zambrzycka-Szelewa, E.; Ciereszko, I.; Żabka, A.; Wróblewski, M.; Polit, J.T. Thyme Essential Oil Reduces Cadmium Uptake and Toxicity in *Vicia faba* Root Meristem Cells, Involving Stabilization of Cell Ultrastructure and Modulation of Redox Response and Thiol Metabolism. (P5; manuskrypt wysłany do czasopisma *The Plant Journal*, IF – 5,7; 140 pkt MNiSW)

Wymienione publikacje zostały opublikowane w latach 2023-2026 w renomowanych czasopismach z listy Journal Citation Report (JCR), a łączny współczynnik oddziaływania IF tych prac (zgodnie z rokiem opublikowania) wynosi 19,7. Sumaryczna liczba punktów, według ministerialnej listy czasopism punktowanych 2026 wynosi 520. Wszystkie publikacje są wieloautorskie (P1 – 6 autorów, P2 – 4 autorów, P3 – 4 autorów, P4 – 4 autorów, M – 7 autorów). Doktorantka jest pierwszym autorem w trzech publikacjach i w manuskrypcie oraz drugim autorem w jednej publikacji (P2), z której, zgodnie z wyjaśnieniami, uwzględniono w rozprawie wyłącznie fragment badań bezpośrednio związany z opracowaniem i wykorzystaniem do badań metody iPOND. Jest również autorem korespondencyjnym w dwóch pracach. Na podstawie Oświadczeń współautorów oraz informacji zawartych w „Author contributions” opublikowanych prac można wnioskować, że jej udział w powstaniu tych publikacji i manuskryptu był wiodący. Doktorantka uczestniczyła w opracowaniu koncepcji badań, doborze i dopracowaniu metod, prowadzeniu badań, analizie statystycznej wyników, przygotowaniu rycin, opracowaniu wstępnej wersji manuskryptów i ich dalszej korekcie w odpowiedzi na uwagi recenzentów. Uważam więc, że ma prawo do przedstawienia cyklu publikacji jako podstawy ubiegania się o stopień naukowy doktora.

Układ rozprawy doktorskiej jest przejrzysty i typowy dla prac opartych na monotematycznym cyklu publikacji. Na wstępie Doktorantka przedstawiła źródła finansowania badań i współpracę naukową, która umożliwiła realizację badań w ośrodkach zewnętrznych. Kolejne części rozprawy to spis publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej,



streszczenie w języku polskim i angielskim, a następnie „Określenie celu badawczego pracy i prezentacja wyników jego realizacji”. Ten obszerny (liczący 47 stron) rozdział podzielono na szereg podrozdziałów, w tym wprowadzenie, cel pracy, omówienie metodyki i wyników badań, wnioski ogólne oraz spis literatury wykorzystanej do omówienia tych zagadnień. Autorka przedstawiła również swój dorobek naukowy, zawierający m.in. spis publikacji niewchodzących w skład rozprawy, a także organizacyjny. Następnie zamieszczono kopie publikacji stanowiących integralną część rozprawy doktorskiej. Rozprawę zamykają oświadczenia Autorki pracy i współautorów, przedstawiające ich wkład w powstanie poszczególnych publikacji wchodzących w skład rozprawy.

Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej

Poszczególne rozdziały rozprawy doktorskiej stanowią bardzo logiczny, przejrzysty i dobrze poprowadzony wywód, pozwalający na ocenę zarówno teoretycznej znajomości zagadnień związanych z realizowaną tematyką mgr Natalii Gocek-Szczurtek, jak również umiejętności planowania badań oraz analizy i interpretacji uzyskanych wyników.

W streszczeniu Autorka zwięźle przedstawiła założenia pracy doktorskiej oraz najważniejsze wyniki badań i wnioski.

W rozdziale *Wprowadzenie* (11 stron) przedstawiła syntezę wiadomości, które stanowią doskonałe wprowadzenie do badań prezentowanych w dalszej części pracy. Omówiła źródła zanieczyszczenia środowiska kadmem oraz jego toksyczność dla organizmów żywych, w tym roślin i człowieka, przedstawiła strategie remediacji środowisk skażonych kadmem, charakterystykę olejków eterycznych i ich potencjał aplikacyjny, ze szczególnym uwzględnieniem olejku tymiankowego, a na zakończenie wprowadzenia uzasadniła wybór tematyki badawczej.

Celem nadrzędnym badań prowadzonych w ramach pracy doktorskiej było określenie zmian w strukturze komórek merystematycznych, przebiegu i regulacji cyklu komórkowego, parametrów stresu oksydacyjnego oraz mechanizmów obronnych w korzeniach *V. faba* w odpowiedzi na działanie kadmu i aplikację olejku tymiankowego, stosowanych zarówno oddzielnie, jak i łącznie. Autorka przedstawiła również cele cząstkowe oraz bardzo szczegółowe cele etapowe (od 3 do 5, w ostatnim manuskrypcie 8), odnoszące się do badań, których wyniki przedstawiono w kolejnych publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Dla każdego z realizowanych celów cząstkowych sformułowano również hipotezy badawcze. Podrozdział poświęcony celom liczy cztery strony. Cele pracy zostały sformułowane jasno i poprawnie, a zastosowane układy eksperymentalne i metody badawcze w pełni umożliwiły ich realizację.

Metodykę badań przedstawiono na dziewięciu stronach rozprawy doktorskiej. Na wstępie Doktorantka podała charakterystykę materiału badawczego (*V. faba* L. var. *minor*), wskazując jego użyteczność w badaniach cytologicznych oraz znaczenie gospodarcze i rolnicze. Następnie uzasadniła dobór stężenia kadmu (175 μM), wybranego na podstawie eksperymentów wstępnych obejmujących zakres stężeń 100-200 μM , a także omówiła wybór stężenia i sposób aplikacji olejku tymiankowego (0,03% w formie emulsji) oraz przebieg eksperymentów, polegających na 24-godzinnej ekspozycji korzeni o długości 2-3 cm na badane związki w szczelnie zamkniętych szalkach Petriego.



W kolejnych podrozdziałach przedstawiła zastosowane metody badawcze zgodnie ze schematem przyjętym w poprzednim rozdziale, tj. oddzielnie dla badań opisanych w kolejnych publikacjach. Skupiła się na omówieniu zasady działania stosowanych metod oraz ich przydatności w realizowanych badaniach, pomijając szczegółowe protokoły analityczne, które zostały opisane w poszczególnych publikacjach. Takie podejście świadczy o dużej dojrzałości naukowej Doktorantki i świadomym doborze metod i technik badawczych do realizacji założonych celów.

Na szczególne podkreślenie zasługuje bardzo szeroki wachlarz zastosowanych metod, od analiz morfometrycznych i technik mikroskopowych (mikroskopia świetlna-fluorescencyjna, konfokalna oraz transmisyjna mikroskopia elektronowa, TEM), po zaawansowane techniki biologii molekularnej. Doktorantka wykorzystywała m.in. metody histochemiczne (wizualizacja wybranych reaktywnych form tlenu w tkankach korzeni), immunofluorescencyjne (analiza replikacji, modyfikacji i uszkodzeń DNA oraz struktury cytoszkieletu), chromatograficzne (GC-MS, HPLC – odpowiednio do analizy składu olejku tymiankowego i związków tiolowych), atomową spektrometrię absorpcyjną z atomizacją w płomieniu (FAAS – do oznaczania stężenia kadmu), metody spektrofotometryczne (oznaczanie poziomu peroksydacji lipidów, poziomu reaktywnych form tlenu, aktywności enzymów antyoksydacyjnych), a także metody cytofotometryczne, elektroferetyczne i RT-qPCR. Ponadto, opracowała i dostosowała do własnych badań metodę iPOND (od ang. *Isolation of Proteins on Nascent DNA*), służącą do izolacji i identyfikacji białek związanych z nowo syntetyzowanym DNA). Tak szeroko zakrojone badania, wymagające zastosowania nowoczesnych metod i technik badawczych oraz zaawansowanej aparatury, wiązały się z koniecznością współpracy ze specjalistami z innych ośrodków naukowych, wskazanych przez Doktorantkę na początku rozprawy doktorskiej. Świadczy to nie tylko o skali realizowanych badań, ale również o jej umiejętności efektywnej pracy zespołowej i nawiązywania współpracy naukowej.

Na kolejnych dziewięciu stronach rozprawy doktorskiej mgr Natalia Gocek-Szczurtek przedstawiła wyniki badań opisanych w kolejnych pięciu publikacjach. Rozdział ten jest napisany w sposób przejrzysty i logiczny, z zachowaniem wielopoziomowego modelu odpowiedzi komórki roślinnej na stres kadmowy, pojawiających się w kolejnych pracach i mechanizmów ochronnego działania olejku. Przedstawione badania obejmują kolejno poziom redoks i produkcję reaktywnych form tlenu, ochronę DNA i replikacji, regulację epigenetyczną chromatyny, kontrolę cyklu komórkowego i mitozy, organizację cytoszkieletu, ultrastrukturę komórki i metabolizm białek, akumulację kadmu i indukcję mechanizmów obronnych w postaci systemu antyoksydacyjnego i fitochelatyn wiążących jony metalu.

Pierwsza praca (P1, *Sci. Rep.*, 2025) poświęcona jest ocenie potencjału ochronnego olejku tymiankowego w ograniczaniu stresu oksydacyjnego i genotoksycznego wywołanego kadmem w komórkach merystematycznych korzeni *V. faba*. Wykazano, że olejek istotnie zmniejsza akumulację reaktywnych form tlenu, ogranicza uszkodzenia DNA oraz łagodzi zaburzenia replikacji DNA indukowane przez kadm, nie wywierając jednocześnie negatywnego wpływu na badane parametry w komórkach niepoddanych działaniu metalu.

Kolejna praca (P2, *Planta*, 2023) nie jest w całości związana z ocenianą rozprawą doktorską. W publikacji przedstawiono wyniki badań dotyczących zmian epigenetycznych zachodzących w komórkach merystematycznych korzeni *V. faba* poddanych stresowi replikacyjnemu wywołanemu hydroksymocznikiem. Analizowano wybrane modyfikacje histonów



związane z nowo syntetyzowaną chromatyną, wykorzystując po raz pierwszy w materiale roślinnym technikę iPOND w połączeniu z immunofluorescencją. W rozprawie doktorskiej uwzględniono część publikacji poświęconą opracowaniu i adaptacji metody iPOND do komórek merystematycznych *V. faba*. Doktorantka zoptymalizowała kluczowe etapy procedury oraz przeprowadziła jej walidację, potwierdzając możliwość wykorzystania tej metody do analizy białek związanych z nowo syntetyzowanym DNA w materiale roślinnym.

W następnej pracy (P3, *Int. J. Mol. Sci.*, 2025) Autorka skupiła się na analizie wpływu olejku tymiankowego na molekularne mechanizmy odpowiedzi komórek roślinnych na stres wywołany kadmem. Wykazano, że olejek ogranicza indukowane przez kadm zaburzenia w aktywności kinaz MAPK oraz modyfikacjach epigenetycznych DNA i histonów, przeciwdziałając kondensacji chromatyny i zahamowaniu transkrypcji. Uzyskane wyniki wskazują na istotny potencjał ochronny olejku tymiankowego w stabilizacji organizacji chromatyny podczas stresu kadmowego.

W czwartej pracy (P4, *Int. J. Mol. Sci.*, 2026) Autorka wykazała, że olejek tymiankowy ogranicza negatywny wpływ kadmu na przebieg mitozy poprzez stabilizację poziomu regulatorów cyklu komórkowego, zachowanie prawidłowej organizacji cytoszkieletu oraz wzoru fosforylacji histonu H3, umożliwiając prawidłową progresję komórek przez kolejne fazy podziału.

Ostatnia praca w cyklu publikacji (P5, *manuskrypt wysłany do druku*) stanowi kompleksowe podsumowanie badań nad ochronnym działaniem olejku tymiankowego w warunkach stresu kadmowego, obejmujące poziom biochemiczny i ultrastrukturalny. Doktorantka wykazała, że kadm indukuje silną odpowiedź stresową obejmującą zaburzenia homeostazy redoks, aktywację mechanizmów antyoksydacyjnych i detoksyfikacyjnych, w tym indukcję syntezy fitochelatyn zaangażowanych w wiązanie metalu, jednak odpowiedź ta jest niewystarczająca do całkowitego ograniczenia toksycznych efektów tego metalu. Zastosowanie olejku tymiankowego ograniczało akumulację kadmu w komórkach merystematycznych, czemu towarzyszyło zmniejszenie stresu oksydacyjnego, ograniczenie uszkodzeń DNA oraz zachowanie prawidłowej organizacji ultrastrukturalnej komórek.

Po omówieniu wyników opisanych w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, mgr Natalia Gocek-Szczurtek zamieściła trzy wnioski ogólne oraz, zgodnie z przyjętym schematem, liczne wnioski (4/9/7/11/11) płynące z poszczególnych prac. Wnioski przedstawione przez Autorkę aż na pięciu stronach obejmują szeroki zakres obserwowanych zmian, jednak w wielu przypadkach mają charakter opisowy i stanowią bezpośrednie podsumowanie uzyskanych wyników. Przy tak kompleksowym materiale badawczym wartościowe byłoby ich silniejsze zintegrowanie, ukierunkowane na wskazanie nadrzędnych mechanizmów łączących poszczególne poziomy odpowiedzi komórkowej na stres kadmowy oraz ochronnego działania olejku tymiankowego.

Należy podkreślić wysoką wartość merytoryczną przedstawionych prac. Cykl publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej tworzy spójny program badawczy, którego celem było nie tylko scharakteryzowanie toksycznego wpływu kadmu na komórki merystematyczne korzeni *V. faba*, ale przede wszystkim poznanie mechanizmów leżących u podstaw odpowiedzi komórek roślinnych na stres wywołany tym metalem oraz określenie sposobów modulowania tych procesów z wykorzystaniem olejku tymiankowego. Zastosowane różnorodne metody badawcze pozwoliły na uzyskanie bardzo interesujących wyników, które wskazują na wielokierunkowy mechanizm



działania olejku tymiankowego jako naturalnego czynnika zwiększającego tolerancję komórek roślinnych na stres wywołany kadmem. Wśród najważniejszych osiągnięć badawczych ocenianej rozprawy należy wymienić:

- Opracowanie i adaptację metody iPOND (Isolation of Proteins On Nascent DNA) do komórek merystematycznych *V. faba*. Uzyskane narzędzie znacząco poszerza możliwości badań nad białkami związanymi z nowo syntetyzowanym DNA oraz molekularnymi mechanizmami regulacji replikacji i odpowiedzi komórek roślinnych na stres środowiskowy.
- Wykazanie, że toksyczne działanie kadmu obejmuje kaskadę wzajemnie powiązanych procesów prowadzących do zaburzeń homeostazy redoks, uszkodzeń DNA, zmian epigenetycznych, zahamowania replikacji, zaburzeń przebiegu mitozy oraz dezorganizacji ultrastruktury komórki.
- Wykazanie związku pomiędzy aktywacją kinaz MAPK, zmianami metylacji DNA i modyfikacji histonów, organizacją chromatyny oraz regulacją transkrypcji w komórkach eksponowanych na kadm, a także wykazanie, że olejek tymiankowy skutecznie moduluje te procesy.
- Za szczególnie wartościowe uważam zintegrowanie wyników uzyskanych na poziomie fizjologicznym, biochemicznym, cytologicznym, molekularnym i ultrastrukturalnym. Wykazano, że ochronne działanie olejku tymiankowego ma charakter wielopoziomowy i obejmuje zarówno ograniczenie akumulacji kadmu w tkankach, jak również modulację odpowiedzi antyoksydacyjnej i detoksykacyjnej, stabilizację procesów epigenetycznych, ochronę replikacji DNA, prawidłowego przebiegu mitozy oraz zachowanie integralności ultrastrukturalnej komórek.

Do pracy dołączono wykaz literatury (160 pozycji) cytowanej w omówionych wcześniej częściach rozprawy. Dobór literatury jest jak najbardziej odpowiedni, powiązany z tematyką pracy i świadczy o bardzo dobrej orientacji Doktorantki w badanej tematyce, a także umiejętności korzystania ze źródeł literaturowych, w tym najnowszych, opublikowanych w roku 2025.

Warto podkreślić, że rozprawa została przygotowana niezwykle starannie pod względem edytorskim. Napisana jest poprawnym językiem naukowym, przyjemnym do czytania. Na szczególne uznanie zasługuje również bogata i bardzo starannie opracowana szata graficzna, zwłaszcza liczne schematy syntetycznie przedstawiające omawiane zagadnienia oraz proponowane mechanizmy. Zostały one zamieszczone zarówno w części opisowej rozprawy (Ryc. 1-4), jak i w publikacjach stanowiących jej podstawę (P3 – Fig. 9, 10, 11; P4 – Fig. 14, 15; P5 – Fig. 14, 15, 16). Jedyną uwagę dotyczącą strony edytorskiej mam do rycin 14 i 15 zamieszczonych w publikacji P4. Ich rozmiar jest zbyt mały, przez co zastosowana czcionka jest praktycznie nieczytelna, a szczegółowa analiza przedstawionych na nich, bardzo interesujących schematów, jest możliwa dopiero po ich powiększeniu na ekranie komputera.

Z recenzenckiego obowiązku zwracam uwagę na kilka drobnych nieścisłości i niedociągnięć, które pozostają bez wpływu na końcową ocenę rozprawy doktorskiej:

- niejednolicie stosowane skróty odnoszące się do reaktywnych form tlenu (w części pracy używany jest skrót RFT (wyjaśniony na str. 6, 9 i 10), natomiast od strony 19 stosowany jest skrót ROS;



- str. 12 – polska nazwa gatunku *Noccaea caerulea* to tobołki alpejskie, a nie ‘tobołek alpejski’;
- str. 13 – zapis „*Citrus spp.*” – skrót spp. nie powinien być zapisany kursywą;
- str. 42, rozdział 6.5, punkt 2 – zapis „(TO w stężeniu 0,003%)” – powinno być 0,03%.

Pytania do Doktorantki

Podczas lektury rozprawy doktorskiej nasunęło mi się kilka pytań i zagadnień, które chciałabym omówić z Doktorantką podczas publicznej obrony:

1. Przeprowadzone badania mają charakter podstawowy i dostarczyły bardzo wartościowych wyników, które pozwalają lepiej zrozumieć mechanizmy toksyczności kadmu oraz potencjał olejku tymiankowego w ograniczaniu jego negatywnych skutków na poziomie strukturalnym i molekularnym. W kontekście przedstawionych we Wprowadzeniu metod remediacji gleb zanieczyszczonych metalami, czy – po potwierdzeniu uzyskanych wyników w szerszych badaniach, w tym w warunkach polowych – zastosowanie olejku tymiankowego mogłoby zwiększać skuteczność którejś z metod remediacji? Jeśli tak, to której i z jakich powodów?
2. Jak można wyjaśnić obserwowane po zastosowaniu olejku tymiankowego obniżenie stężenia fitochelatyn w korzeniach roślin eksponowanych na kadm?
3. Czy zmniejszenie zawartości kadmu (opisane w pracy 5) po aplikacji olejku tymiankowego może przynajmniej częściowo wyjaśnić obserwowane efekty czy mechanizmy wpływu olejku na ograniczenie toksycznego działania kadmu w badanym materiale?
4. Które z uzyskanych wyników uważa Pani za najbardziej interesujące? Jakie dalsze kierunki badań należałoby, Pani zdaniem, podjąć w oparciu o przedstawione wyniki?

Uwagi końcowe

Podsumowując recenzję stwierdzam, że Doktorantka znakomicie wywiązała się z realizacji wszystkich celów postawionych w rozprawie doktorskiej. Zakres przeprowadzonych badań jest bardzo szeroki, a uzyskane wyniki są wartościowe i nowatorskie oraz wnoszą istotny wkład w poznanie molekularnych i komórkowych mechanizmów odpowiedzi komórek roślinnych na stres wywołany kadmem, a także mechanizmów ochronnego działania olejku tymiankowego.

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2023 roku, poz. 742 z późn. zm). Rozprawa potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie nauki biologiczne oraz jej umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Stanowi również oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, przedstawione w formie zbioru opublikowanych oraz jednego artykułu wysłanego do druku, powiązanych tematycznie i tworzących spójną całość. W związku z powyższym, przedkładam Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne wnioszek o dopuszczenie mgr Natalii Gocek-Szczurtek do dalszych etapów postępowania ws. nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.



Jednocześnie, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Natalii Gocek-Szczurtek stosowną nagrodą.

W mojej ocenie rozprawa doktorska spełnia przesłanki określone w § 1 ust. 1 Uchwały nr 1/O/2025 Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne z dnia 12 marca 2025 r. w sprawie określenia kryteriów wyróżniania rozpraw doktorskich. Wyróżnia się wyjątkowo wysokim poziomem merytorycznym oraz bardzo szerokim zakresem badań prowadzonych z wykorzystaniem nowoczesnych metod biologii komórki, biochemii i biologii molekularnej. Praca posiada szczególne walory poznawcze, gdyż dostarcza oryginalnych wyników istotnie poszerzających wiedzę na temat molekularnych i komórkowych mechanizmów odpowiedzi roślin na stres kadmowy oraz mechanizmów ochronnego działania olejku tymiankowego. Na szczególne podkreślenie zasługuje również nowatorskie podejście badawcze, obejmujące opracowanie i dostosowanie metody iPOND do analiz prowadzonych w materiale roślinnym oraz kompleksowe połączenie badań ultrastrukturalnych, cytologicznych, biochemicznych i molekularnych. Dodatkowym potwierdzeniem wysokiej wartości naukowej rozprawy jest opublikowanie jej wyników w czterech artykułach naukowych w renomowanych czasopismach naukowych z listy JCR (trzy publikacje – 140 p., jedna publikacja – 100 p.), o łącznej punktacji 520 punktów MNiSW i sumarycznym współczynniku Impact Factor wynoszącym 19,7. Jestem przekonana, że oryginalny manuskrypt wysłany do druku, zostanie również opublikowany w czasopiśmie o stosunkowo wysokim IF.

W związku z powyższym wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej stosowną nagrodą.



dr hab. Małgorzata Wójcik, prof. UMCS

