

Prof. dr hab. Andrzej Skoczowski  
Wydział Biologii, Ochrony Przyrody i Zrównoważonego Rozwoju  
Uniwersytet Rzeszowski  
Ul. Zelwerowicza 4  
35-601 Rzeszów

Kraków, 25.07.2026 r.

### **Recenzja pracy 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 pod kierunkiem promotora dr hab. Justyny T. Polit, prof. UŁ oraz promotora pomocniczego dr Anety Żabki  
w Katedrze Cytofizjologii Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego

Rozprawa doktorska pani mgr Natalii Gocek-Szczurtek składa się z pięciu oryginalnych prac naukowych z czego cztery zostały opublikowane w latach 2023-2026 natomiast piąta została wysłana, jak rozumiem, do druku w bieżącym roku i jest w trakcie recenzji. W pracach tych doktorantka jest pierwszym autorem (pozycje 1 oraz 3-5) a także autorem korespondującym (pozycje 1 i 4). W dostarczonej do oceny dokumentacji zawarto także precyzyjnie sformułowane oświadczenia współautorów ww. publikacji informujące na czym polegał ich udział w powstawaniu publikacji o których mowa.

Parametry bibliometryczne czasopism w których opublikowano prace doktorantki jednoznacznie wskazują na ich wysoki prestiż naukowy co jest nie bez znaczenia dla oceny rangi zamieszczonych tam wyników badań.

### **Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych**

Przedstawiona do oceny praca ma układ typowy dla dysertacji doktorskiej opartej na opublikowanych już pracach naukowych i pod tym względem nie budzi żadnych zastrzeżeń.

Niezależnie od tego, że prace naukowe stanowiące podstawę rozprawy zostały już opublikowane i załączone są w formie plików pdf Doktorantka opiera swoją dysertację

doktorską na obszernym autoreferacie, który rozpoczyna świetnie napisane wprowadzenie obejmujące całościowo przyczyny skażenia środowiska naturalnego kadmem, skutki tego skażenia a także opracowywane strategie remediacji gleb skażonych tym pierwiastkiem. Tekst jest ilustrowany znakomitymi rycinami wykonanymi przez Doktorantkę, które niewątpliwie pomagają w całościowej ocenie poruszanych przez Autorkę problemów. Drugim wątkiem opisanym w tej części autoreferatu jest omówienie budowy i aktywności biologicznej olejków eterycznych, ich zastosowanie w rolnictwie oraz w innych, potencjalnych, zastosowaniach biologicznych. Osobno omawia Doktorantka olejek tymiankowy co jest absolutnie zrozumiałe biorąc pod uwagę tematykę prowadzonych przez Nią badań.

Przechodząc do omawiania celu pracy, po uzasadnieniu wyboru tematyki badawczej, Doktorantka omawia kolejno cele badawcze jakie postawiła sobie na poszczególnych etapach badań (tj. opisane w poszczególnych publikacjach naukowych), przytacza postawione tam hipotezy badawcze, a także formułuje cele etapowe. W części metodyka badań opisuje szczegółowo zastosowane metody badawcze z podziałem na, stanowiące przedmiot rozprawy doktorskiej, publikacje naukowe, w których były stosowane. Część naukową autoreferatu kończy prezentacja wyników badań i wyciągnięte na ich podstawie wnioski ogólne i szczegółowe oraz bibliografia. Zastosowana w autoreferacie metoda omawiania celów, metod i wyników poszczególnych prac jest bardzo czytelna i ułatwia zapoznanie się z całością badań Autorki.

### **Ocena zastosowanego piśmiennictwa**

Zamieszczone w rozprawie piśmiennictwo (160 pozycji) jest dobrane prawidłowo, a jego aktualność nie budzi zastrzeżeń. Cytowane pozycje bibliograficzne obejmują okres ok. 20 ostatnich lat. Wyjątek stanowią prace metodyczne, w których opisano np. metody detekcji reaktywnych form tlenu przy pomocy DAB lub NBT. W tym przypadku odwołania do prac źródłowych świadczą o profesjonalizmie Autorki.

### **Ocena celu pracy**

Generalnie, prace mgr Natalii Gocek-Szczurtek związane są z badaniami nad skutkami stresu u roślin jaki w środowisku powoduje obecność kadmu w ilościach

znacznie przewyższających jego naturalne występowanie co jest niewątpliwie wynikiem presji antropogenicznej. Ten stan środowiska naturalnego jest szczególnie niebezpieczny dla zwierząt i człowieka ze względu na łatwą przyswajalność tego toksycznego pierwiastka przez rośliny będące początkiem łańcucha pokarmowego. Poprawa tego stanu rzeczy możliwa jest poprzez ograniczenie emisji tego pierwiastka z jednej strony i/lub poprzez minimalizację skutków biologicznych. Badania nad bio- czy też fitoremediacją gleby pod kątem usuwania zanieczyszczenia kadmem prowadzone są od lat z różnym skutkiem. Powoduje to wzrost zainteresowania biologicznymi strategiami ograniczania stresu poprzez wspomaganie procesów fizjologicznych u roślin rosnących w skażonym środowisku. Szczególną uwagę zwraca się na poszukiwanie czynników, głównie pochodzenia naturalnego, zdolnych do dostosowywania odpowiedzi fizjologicznych roślin na stres wywołany obecnością metali ciężkich. To poszukiwanie możliwości łagodzenia skutków ekspozycji roślin na jony kadmu połączone z wiedzą na temat roli i zastosowania olejków eterycznych w rolnictwie stanowią właściwie punkt wyjścia do badań Doktorantki. Niewątpliwą inspiracją do podjęcia badań była opisana w literaturze potencjalna zdolność olejku tymiankowego do łagodzenia skutków toksycznego działania metali ciężkich w zwierzęcych modelach eksperymentalnych. Pokazano bowiem, że związki obecne w olejkach z rodzaju *Thymus* mogą ograniczać stres oksydacyjny oraz uszkodzenia tkanek indukowane przez kadm zwiększając aktywność enzymów antyoksydacyjnych i zmniejszając proces peroksydacji lipidów. Reasumując, Doktorantka przypuszcza, że olejek tymiankowy, ze względu na dobrze udokumentowaną aktywność biologiczną oraz dostępność surowca roślinnego, stanowi obiecujący obiekt badań nad jego potencjalnym wykorzystaniem w ochronie organizmów roślinnych w zakresie ograniczania skutków stresów środowiskowych, a szczególnie stresu wywołanego przez kadm.

W procesie renaturyzacji zdewastowanego przez człowieka środowiska naturalnego nie ma prostych rozwiązań. Dlatego też wszelkie próby wspomoczenia zintegrowanego procesu rekultywacji gleb trzeba traktować jako ważne. Stąd prace Doktorantki uważam za ważne. Ponadto prace te dostarczają wielu informacji o charakterze podstawowym związanych z toksycznym działaniem kadmu na komórki merystematyczne oraz rolą olejków eterycznych w metabolizmie roślin.

## Ocena zastosowanych metod badawczych

Jako materiał badawczy Doktorantka wykorzystała merystemy korzeni zarodkowych pochodzące z trzydniowych siewek bobiku (*Vicia faba* L. var. *minor*) ze względu na, jak napisała, wyjątkowo korzystne cechy morfologiczne jąder komórkowych roślin tego gatunku. Ponadto jak wskazuje Doktorantka, bobik ma duże znaczenie gospodarcze. Jednak areał uprawy bobiku w Polsce wynosi około 40 tysięcy hektarów i zajmuje on znacznie mniejszy obszar niż inne rośliny strączkowe w kraju, takie jak łubin (ponad 230 tys. ha) czy groch (ok. 137 tys. ha). Ponadto bobik wymaga jednak żyznych i dobrze uwodnionych gleb co raczej wyklucza uprawę tej rośliny na glebach zdegradowanych. Niemniej wybranie bobiku jako rośliny modelowej w prowadzonych badaniach nie budzi moich zastrzeżeń a fakt, że jest to roślina uprawna jest niewątpliwie istotny niezależnie od areálu jej uprawy w Polsce.

Lista zastosowanych w poszczególnych pracach metod badawczych jest niezwykle imponująca i wymienianie ich wszystkich w tym miejscu uważam za niecelowe. Niemniej należy zwrócić uwagę na fakt, że poza metodami chemicznymi takimi jak chromatografia gazowa z detekcją mas (GC-MS), metoda atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w płomieniu, wysokosprawna chromatografia cieczowej (HPLC) oraz spektrofotometria, Doktoranta wykorzystuje całe spektrum metod histochemicznych, immunodetekcji oraz metody analizy molekularnej takie jak metoda RT-qPCR, elektroforeza żelowa itp.

Zastosowane metody badawcze są adekwatne do rozwiązywania postawionych problemów naukowych. Doktorantka sięgnęła po zdecydowanie najnowsze techniki analityczne co pozwoliło Jej uzyskać, powiedziałbym, efektowne i niepodważalne wyniki badań. Współpraca naukowa z różnymi ośrodkami na etapie prac eksperymentalnych była absolutnie konieczna, bo obecnie nikt nie jest w stanie samodzielnie opanować wszystkich dostępnych w nauce metod analitycznych nie mówiąc już o możliwości dysponowania konieczną do tego aparaturą naukową.

## Ocena części rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników badań

Wyniki badań omówione zostały wg. przyjętej przez Doktorantkę konwencji, to jest w kolejności prezentowanych publikacji. Podobnie jak poprzednie części autoreferatu wyniki opisane zostały w sposób klarowny i nie ma wątpliwości, że Autorka znakomicie

orientuje się w tematyce prowadzonych badań. Dodatkowo Doktorantka często zamieszcza wykonane przez siebie schematy w programie BioRender.com, które ilustrują uzyskane wyniki i/lub objaśniają proponowane mechanizmy wpływu kadmu i olejku eterycznego z tymianku na reakcje w komórkach roślinnych (np. ryciny w publikacji nr 5 i nie tylko). Muszę przyznać, że inwencja Doktorantki w zakresie dążenia do ułatwienia zrozumienia uzyskanych przez nią wyników a także proponowanych mechanizmów fizjologicznych towarzyszących przemianom fizjologicznym związanym ze stresem wywołanym przez kadm jest imponująca.

### **Informacje dotyczące ewentualnego praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań**

Nadrzędnym celem badań prezentowanych w ramach dysertacji doktorskiej była ocena 24-godzinnego wpływu chlorku kadmu (o stężeniu 175  $\mu\text{M}$ ) na funkcjonowanie merystemów korzeni zarodkowych *Vicia faba* L. var. *minor* oraz określenie, w jakim stopniu olejek tymiankowy (o stężeniu 0,03%) może chronić komórki przed toksycznym działaniem tego pierwiastka. Innymi słowy prezentowane prace dotyczyły, generalnie, poznaniu biochemicznych i molekularnych zmian wywołanych w komórkach toksycznym działaniem kadmu oraz możliwościami ich niwelowania przez olejek tymiankowy. Ten cel został w pełni osiągnięty.

Co do ewentualnych zastosowań praktycznych to upatruję je w metodzie analizy białek związanych z nowo syntetyzowanym DNA przy zastosowaniu techniki iPOND (isolation of Proteins On Nascent DNA). Metoda iPOND została przez Doktorantkę skutecznie zaadaptowana i zoptymalizowana do zastosowania w materiale roślinnym, takim jak np. korzenie zarodkowe *Vicia faba*, umożliwiając po raz pierwszy izolację i analizę białek związanych z nowo syntetyzowanym DNA w komórkach roślinnych. Opracowana procedura umożliwia bezpośrednią analizę wpływu czynników toksycznych, takich jak metale ciężkie (np. kadm) oraz czynników protekcyjnych (np. olejek tymiankowy), na skład białkowy widetek replikacyjnych w warunkach *in vivo*. Jest to osiągnięcie o bardzo dużym znaczeniu aplikacyjnym otwierającym nowe możliwości badawcze w fizjologii roślin.

Co do wykorzystania olejku tymiankowego w ochronie roślin przed stresem związanym z toksycznym działaniem metali ciężkich w tym kadmu, to ewentualne

badania aplikacyjne wymagać będą zupełnie innego podejścia metodycznego. Uważam, że na tym etapie badań doktorantka osiągnęła niewątpliwy sukces realizując z powodzeniem przyjęte założenia badawcze w tym udowadniając, że olejek tymiankowy wywiera ochronne działanie w komórkach merystematycznych w warunkach stresu wywołanego kadmem co stanowi istotne uzupełnienie badań nad mechanizmami tolerancji roślin na kadm.

#### **Informację o ewentualnych nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej rozprawie**

Podczas lektury dysertacji doktorskiej mgr Natalii Gocek-Szczurtek nie dostrzegłem żadnych istotnych nieprawidłowości, które mogłyby negatywnie rzutować na moją wysoką ocenę Jej pracy.

#### **Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**

Oryginalne rozwiązanie problemu naukowego to takie, które wnosi nową wiedzę w danej dziedzinie, ale nie musi mieć przełomowego charakteru. W tym znaczeniu tego słowa badania Doktorantki są niewątpliwie oryginalne.

Uzyskane wyniki wskazują, że toksyczne działanie kadmu w komórkach merystematycznych odbywa się poprzez nadprodukcję reaktywnych form tlenu, pojawienie się uszkodzeń DNA, spowolnienie lub zatrzymanie widetek replikacyjnych podczas powielania DNA itd. Doktorantka pokazuje, że olejek tymiankowy skutecznie przerywa ten niekorzystny metabolicznie ciąg zdarzeń na wczesnym etapie co sprzyja prawidłowej dynamice cyklu komórkowego. Ponadto praca dostarcza silnych dowodów na ochronne działanie olejku tymiankowego w komórkach merystematycznych w warunkach stresu wywołanego kadmem co jest istotnym rozszerzeniem naszej wiedzy o mechanizmach tolerancji roślin na działanie kadmu.

Bardzo ważnym elementem prezentowanych badań, których znaczenie trudno przecenić, jest opracowanie i walidacja metody iPOND w materiale roślinnym co stwarza możliwość jej zastosowania w analizie molekularnych mechanizmów działania kadmu oraz czynników ochronnych (takich jak np. olejek tymiankowy) w obrębie nowo syntetyzowanego DNA.

Otrzymano też nowe dane na temat powiązań między sygnalizacją MAPK (z ang. Mitogen-Activated Protein Kinase) a regulacją epigenetyczną w warunkach stresu wywołanego kadmem oraz potwierdzono zdolność olejku tymiankowego do modulowania szlaku odpowiedzi komórkowej na działanie kadmu. Wyniki te wskazują, że olejek tymiankowy istotnie ogranicza negatywne skutki stresu kadmowego na poziomie regulacji cyklu komórkowego, organizacji chromatyny, cytoszkieletu oraz mechanizmów epigenetycznych. Stanowi to niewątpliwie przesłankę uzasadniającą dalsze badania nad molekularnymi podstawami ochronnego działania olejku tymiankowego.

**Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej**

Lektura autoreferatu oraz załączonych, opublikowanych już, prac oryginalnych nie pozostawia cienia wątpliwości co do umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktorantkę w tym w dyscyplinie nauki biologiczne. Po pierwsze autoreferat napisany jest świetnym językiem co powoduje, że bardzo dobrze się go czyta. Taki sposób komunikowania się w nauce świadczy o znakomitym zrozumieniu natury prowadzonych badań, których tematyka została starannie przemyślana i oparta na najnowszych technikach badawczych dostępnych w biologii molekularnej. Pozwoliło to Doktorantce na zaproponowanie znakomicie przygotowanych schematów przebiegu badanych procesów metabolicznych. Dyskusja uzyskanych wyników jest wyważona i oparta na solidnych podstawach, a wyciągnięte wnioski nie budzą zastrzeżeń. Dlatego też nie mam najmniejszych wątpliwości, że Doktorantka jest już znakomitym naukowcem i pozostaje mi tylko mieć nadzieję, że znajdzie swoje miejsce w zespole naukowym w którym będzie mogła pracować z pożytkiem dla nauki.

**Uwaga końcowa**

Trudno nie zwrócić w tym miejscu uwagi na dodatkowe informacje dotyczące dorobku naukowego Doktorantki, zamieszczone w osobnej części autoreferatu, nie podlegającej ocenie w ramach dysertacji doktorskiej. Otóż Doktorantka legitymuje się (poza tymi wchodzącymi skład rozprawy doktorskiej) 6 oryginalnymi pracami naukowymi opublikowanymi w ciągu ostatnich pięciu lat, w których jest współautorką. Prace te

opublikowano w czasopismach o wysokiej punktacji (łączna liczba punktów MNiSW wynosi 940 pkt., a sumaryczny IF wynosi 34,8). Uważam, że jak na absolwentkę Szkoły Doktorskiej jest to dorobek imponujący. Jak wynika z przytoczonego zestawienia osiągnięć Doktorantka czynnie uczestniczyła także w konferencjach naukowych (w tym jednej zagranicznej), brała udział w szkoleniach oraz prowadziła działalność organizacyjną na rzecz promocji nauki, Wydziału i swojego Uniwersytetu. Pani mgr Natalia Gocek-Szczurtek jest też laureatką licznych nagród w tym nagród Rektora dla doktorantów. Ta lista osiągnięć Doktorantki zamyka moim zdaniem jakiekolwiek pytania o Jej samodzielność w prowadzeniu badań. Muszę przyznać, że dawno nie miałem przyjemności recenzować tak poważnego dorobku naukowego kandydata do stopnia doktora.

### **Wniosek końcowy**

Niniejszym stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr Natalii Gocek-Szczurtek spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) i wnioskuję do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego ds. stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne o dopuszczenie Natalii Gocek-Szczurtek do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

### **Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Natalii Gocek-Szczurtek**

W moim głębokim przekonaniu recenzowana rozprawa doktorska zasługuje na wyróżnienie co najmniej z trzech powodów.

Po pierwsze praca cechuje się wyróżniającą jakością badań. Jak wspomniałem w recenzji Doktorantka stosuje imponującą różnorodność nowoczesnych metod badawczych zarówno biochemicznych jak i molekularnych. Wyniki przeprowadzonych badań zostały znakomicie zaprezentowane co pokazuje, że Doktorantka opanowała nie tylko techniki badawcze, ale również techniki analizy i prezentacji uzyskanych danych.

Po drugie praca posiada walory aplikacyjne, otwierające nowe możliwości badawcze w fizjologii roślin. Zaadaptowana i zoptymalizowana przez Doktorantkę do zastosowania w materiale roślinnym metoda iPOND umożliwia bezpośrednią analizę

wpływu czynników toksycznych oraz czynników protekcyjnych na skład białkowy widetek replikacyjnych w warunkach *in vivo*. Jest to osiągnięcie, które powinno zostać nie tylko zauważone, ale i nagrodzone.

Praca prezentuje także, moim zdaniem, innowacyjne podejście badawcze. Badania nad toksycznym działaniem kadmu i generalnie metali ciężkich na metabolizm roślin prowadzone były i są od lat (w tym również przeze mnie). Wydawać się zatem mogło, że pokazać w tej dziedzinie coś nowego będzie bardzo trudno. Także badania nad stresem oksydacyjnym, który *de facto* jest wynikiem wszystkich stresów zarówno tych bio- jak i abiotycznych, oraz badania nad rolą olejku tymiankowego w ochronie roślin przed toksycznym działaniem kadmu nie wniosłyby niczego przełomowego do omawianych badań, gdyby nie próba schematycznego pokazania mechanizmów działania kadmu i olejku tymiankowego na badane procesy metaboliczne na różnych poziomach organizacji komórki. Proponowanie schematów przebiegu różnych procesów metabolicznych wymaga znakomitego przygotowania teoretycznego do prowadzonych badań i rzekłbym nawet, odwagi.

Kończąc pragnę przypomnieć, że rozprawa doktorska została opublikowana w renomowanych czasopismach naukowych z listy JCR posiadających łącznie 520 pkt. MNiSW, a ponadto w trzech z tych prac Doktorantka jest autorem wiodącym. **Dlatego też z pełnym przekonaniem stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Natalii Gocek-Szczurtek.**



Prof. dr hab. Andrzej Skoczowski