

WYDZIAŁ BIOLOGII UNIwersYTETU GDAŃSKIEGO
Katedra Biologii Eksperymentalnej i Biotechnologii Roślin
dr hab. Anna Aksmann, prof UG

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr Mateusza Wróblewskiego

pt. „Ocena fitotoksyczności i selektywności olejku tatarakowego oraz ustalenie docelowych miejsc jego oddziaływania w korzeniach zarodkowych dwóch gatunków uprawnych (*Vicia faba* L. var. *minor* i *Lupinus luteus* L.) oraz segetalnych (*Brassica napus* L. i *Arabidopsis thaliana* L.)”

Promotor: Pani dr hab. Justyna T. Polit, prof. UŁ

Promotor pomocniczy: Pani dr hab. Alicja Piotrowska-Niczyporuk

Niniejsza recenzja sporządzona została w związku z powołaniem mnie przez Komisję Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne, 28 października 2025 roku, na Recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora Panu mgr Mateuszowi Wróblewskiemu. Doktorant przedstawił pracę pt. „Ocena fitotoksyczności i selektywności olejku tatarakowego oraz ustalenie docelowych miejsc jego oddziaływania w korzeniach zarodkowych dwóch gatunków uprawnych (*Vicia faba* L. var. *minor* i *Lupinus luteus* L.) oraz segetalnych (*Brassica napus* L. i *Arabidopsis thaliana* L.)”.

Recenzja sporządzona została na podstawie przesłanych mi następujących dokumentów: (a) autoreferatu przygotowanego przez doktoranta, (b) kopii prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, (c) oświadczeń współautorów ww. prac, dotyczących ich udziału w powstanie poszczególnych publikacji.

Ogólna ocena rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska Pana mgr Mateusza Wróblewskiego pt. „Ocena fitotoksyczności i selektywności olejku tatarakowego oraz ustalenie docelowych miejsc jego oddziaływania w korzeniach zarodkowych dwóch gatunków uprawnych (*Vicia faba* L. var. *minor* i *Lupinus luteus* L.) oraz segetalnych (*Brassica napus* L. i *Arabidopsis thaliana*)” wykonana została w Katedrze Cytofizjologii Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego. Promotorem pracy jest Pani dr hab. Justyna T. Polit, prof. UŁ, a promotorem pomocniczym Pani dr hab. Alicja Piotrowska-Niczyporuk. Rozprawa składa się z czterech spójnych tematycznie prac opublikowanych w latach 2022-2025 (IF=17,8; jedna praca została włączona do rozprawy jedynie w części) oraz nieopublikowanego jeszcze manuskryptu,

złożonego do redakcji jednego z czasopism (IF=5,7) wydawnictwa Wiley. Prace te zostały opatrzone przez Doktoranta autoreferatem, zawierającym (a) informacje na temat źródeł finansowania badań i współpracy z innymi zespołami naukowymi, (b) spis publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wraz z danymi bibliometrycznymi, (c) streszczenie (abstrakt), (d) wprowadzenie teoretyczne w temat rozprawy, (e) omówienie celu rozprawy i hipotez badawczych, (f) krótkie omówienie metodyki badań, (g) omówienie uzyskanych wyników i płynących z ich analizy wniosków, (h) bibliografię, (i) dane na temat pozostałego dorobku naukowego Doktoranta oraz jego działalności pozanaukowej, (j) wykaz uzyskanych przez Doktoranta nagród i wyróżnień.

Do każdej z opublikowanych prac dołączono oświadczenia współautorów o ich wkładzie w powstanie poszczególnych publikacji. Z oświadczeń tych wynika, że w trzech z tych prac Pan mgr Wróblewski odgrywał wiodącą rolę, jest też w nich autorem pierwszym i – w przypadku dwóch z nich – korespondencyjnym. Jest też pierwszym autorem manuskryptu złożonego do druku.

Niewątpliwą zaletą rozpatrywanej rozprawy doktorskiej jest wyraźnie widoczna konsekwencja w realizacji kolejnych etapów badań, konstruowanych w oparciu o uzyskane wcześniej wyniki, w sposób systematyczny, przemyślany, prowadzący do coraz bardziej szczegółowej analizy badanych zjawisk. Według mnie świadczy to o rozwoju Doktoranta jako naukowca zdolnego do **prowadzenia samodzielnej pracy naukowej**. Nie można nie zwrócić również uwagi na wielowątkowość badań i szeroki wachlarz stosowanych technik i metod badawczych, których stosowanie, a przede wszystkim interpretacja uzyskiwanych za ich pomocą wyników, wymagają posiadania **ogólnej wiedzy w dziedzinie nauk biologicznych**. O tym, że Doktorant wiedzę taką posiada, świadczy także wybór aktualnej, dobrze uzasadnionej tematyki badań, dotyczącej poszukiwania naturalnych, przyjaznych środowisku środków ochrony roślin użytkowych, w tym herbicydów. Jest to problem nie tylko zaprzatający uwagę naukowców, ale również istotny społecznie i gospodarczo, gdyż działalność człowieka przyczynia się do wzrastającego zanieczyszczenia środowiska syntetycznymi herbicydami. W tym kontekście dobrym rozwiązaniem wydaje się być znalezienie naturalnych związków o wysokiej aktywności herbicydowej, jednak biodegradowalnych i bezpiecznych dla organizmów niedocelowych. Jedną z grup związków, które mogą przynieść zadowalające wyniki, są analizowane przez Doktoranta olejki eteryczne. Z tego względu przeprowadzone przez Niego badania są nie tylko elementem jego osobistego rozwoju naukowego, ale również stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny nauki biologicznej. Co więcej, wyniki uzyskiwane w kolejnych etapach badań pozwoliły stworzyć spójny i wnikliwie przedyskutowany obraz analizowanego zagadnienia, dzięki czemu rozprawa stanowi **oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**.

Uwagi szczegółowe dotyczące rozprawy doktorskiej

Głównym celem realizacji pracy doktorskiej Pana mgr Mateusza Wróblewskiego było zbadanie potencjału olejku eterycznego z kłączy tataraku zwyczajnego (SEO) (*Acorus calamus* L.) jako naturalnego herbicydu. W tym celu postanowił przeanalizować parametry fizjologiczne, biochemiczne oraz molekularne wybranych roślin z rodzin Fabaceae i Brassicaceae poddanych działaniu tego olejku. Wybór rodzaju olejku eterycznego jest ciekawym elementem pracy doktorskiej, ponieważ jest to jeden ze słabiej przebadanych olejków, jeśli chodzi o fitotoksyczność – większość dostępnej literatury dotyczy wpływu SEO i jego komponentów na zwierzęta i człowieka. Warty podkreślenia elementem badań jest próba oszacowania wrażliwości roślin należących do dwóch różnych rodzin na działanie SEO, ponieważ selektywność działania i parametry toksykologiczne są w przypadku herbicydów bardzo istotne. Co więcej, Doktorant nie zatrzymał się w swoich planach badawczych jedynie na aspekcie praktycznym, jakim jest wskazanie SEO jako potencjalnej alternatywy dla herbicydów syntetycznych, ale postanowił możliwie dokładnie poznać mechanizm działania SEO na badane organizmy roślinne. Aby zrealizować tenże cel Doktorant wyznaczył sobie konkretne zadania badawcze: (1) określenie składu chemicznego olejku eterycznego z kłączy tataraku zwyczajnego, (2) zbadanie wpływu SEO na kiełkowanie i pierwsze etapy wzrostu siewek badanych gatunków roślin oraz wyznaczenie wartości toksykologicznych (IC_{50}), (3) przeanalizowanie wpływu SEO na ultrastrukturę komórek, pojawianie się symptomów stresu oksydacyjnego i przebieg wybranych procesów metabolicznych, (4) oszacowanie wpływu SEO na proliferację komórek, przebieg cyklu komórkowego oraz stan (integralność) materiału genetycznego, (5) określenie roli SEO w regulacji sygnalizacji komórkowej i udziału wybranych kaskad sygnałowych w przeprogramowaniu epigenetycznym chromatyny i modyfikacji profilu transkrypcyjnego oraz reorganizacji strukturalnych związanych z naprawą DNA. Wyraźnie widać zatem, iż Doktorant przemyślał i logicznie zaplanował swoje badania, rozpoczynając od scharakteryzowania SEO, który, jak każdy olejek eteryczny, jest wieloskładnikową mieszaniną różnorodnych pod względem chemicznym substancji, poprzez analizę wywoływanych przez SEO zmian morfologicznych, fizjologicznych i biochemicznych, aż do dogłębnych analiz molekularnych.

Wyniki realizacji zadań badawczych opublikowane zostały w postaci serii spójnych tematycznie publikacji oraz zawarte w manuskrypcie będącym obecnie w ocenie recenzenckiej w jednym z czasopism naukowych. Pierwsza z tych prac (**PRACA 1** – załącznik nr 1 do autoreferatu) nie została w całości włączona w treść rozprawy doktorskiej, jednak wybrane z niej fragmenty stanowią bardzo ważny element badań, gdyż zawierają dane dotyczące składu chemicznego SEO. W przypadku badań nad wieloskładnikowymi mieszaninami różnorodnych substancji chemicznych nie sposób pominąć tego etapu badań. Analiza prowadzona zaawansowanymi metodami chromatografii i spektrometrii mas pozwoliła zidentyfikować dominujące w SEO substancje chemiczne, należące głównie do

fenylopropanoidów, (przede wszystkim β -, γ - i α -azaron), ketonów aromatycznych, seskwiterpenów i lignanów. Wyposażony w taką wiedzę Doktorant mógł przystąpić do kolejnego etapu prac, jakim było oszacowanie fitotoksycznego działania SEO na siewki 4 gatunków roślin należących do dwóch rodzin: Fabaceae (*Vicia faba* var. *minor* i *Lupinus luteus*) oraz Brassicaceae (*Brassica napus* i *Arabidopsis thaliana*) (**PRACA 2** – załącznik nr 2 do autoreferatu).

Niewątpliwą zaletą badań przedstawionych w PRACY 2 są: (a) układ doświadczalny, w którym uwzględniono nie tylko szkodliwy wpływ olejku na procesy życiowe roślin, ale również różnice w odpowiedzi międzygatunkowej, (b) wieloaspektowość zaplanowanych analiz i mnogość stosowanych metod badawczych, umożliwiających kompleksowe spojrzenie na funkcjonowanie rośliny narażonej na stres wywołany działaniem SEO. Wyniki uzyskane podczas badań pozwoliły wykazać m.in., iż SEO wykazuje zróżnicowaną fitotoksyczność wobec siewek Fabaceae i Brassicaceae, co wskazuje na potencjał selektywnego wykorzystania SEO w rolnictwie, zwłaszcza w ochronie upraw Fabaceae przed chwastami z rodziny Brassicaceae. Wspomniane różnice w fitotoksyczności znalazły wymierny wyraz w wartościach IC₅₀, wyznaczonych, zgodnie ze sztuką, z krzywych hamowania wzrostu przez określone dawki substancji. To, co oprócz różnych wartości IC₅₀ można zauważyć, to różny kształt krzywych obrazujących reakcję poszczególnych gatunków na SEO. W omawianej tu pracy, zabrakło mi danych charakteryzujących poszczególne krzywe wzrostowe: równania krzywej oraz wartości współczynników, które pozwoliłyby potencjalnemu czytelnikowi obliczyć inne parametry toksykologiczne (np. IC₁₀, IC₇₅ itp.). Prosiłabym Doktoranta, aby podczas obrony rozprawy odniósł się do tej kwestii.

W omawianej tu pracy Doktorant wykazał również, iż ważną rolę w fitotoksycznym oddziaływaniu SEO odgrywają reaktywne formy tlenu (RFT) i związany z ich działaniem stres oksydacyjny oraz odpowiedź roślinnego systemu antyoksydacyjnego. Za szczególnie wartościowy aspekt tej pracy uważam porównanie reakcji roślin należących do rodzin Brassicaceae i Fabaceae. Analiza ta wyraźnie wskazuje, że jedną z przyczyn odmiennej wrażliwości roślin należących do tych rodzin na SEO są różnice w poziomie wewnątrzkomórkowych RFT i wydajności działania systemów antyoksydacyjnych. Bardzo ciekawa jest przedstawiona przez Pana mgr Wróblewskiego sugestia, że poziom stresu oksydacyjnego u analizowanych roślin może mieć związek, przynajmniej we wczesnych etapach kiełkowania i wzrostu siewek, z innym rodzajem gromadzonych w nasionach substancji zapasowych. Metabolizm oparty na węglowodanach i białkach u Fabaceae zdaje się być mniej stresogenny niż metabolizm tłuszczów sprzyjający nadprodukcji RFT u Brassicaceae. Ciekawa jestem, czy Doktorant zna wyniki innych prac, które mogłyby wskazywać na pewien uniwersalizm takiej zależności.

Na podstawie wieloaspektowego spojrzenia na funkcjonowanie rośliny, zaprezentowanego w omówionej powyżej pracy, Pan mgr Wróblewski wybrał dalszy kierunek swoich badań, postanawiając

przeanalizować bardziej szczegółowo wpływ SEO na procesy molekularne (**PRACA 3 i 4** – załączniki nr 3 i 4 do autoreferatu). Prace te wzmocniły wnioski płynące z pracy 2, mówiące o znaczącym udziale RFT w fitotoksyczności SEO, jednak przeniosły punkt ciężkości badań na procesy związane z proliferacją komórek, cyklem komórkowym i stabilnością materiału genetycznego. Uzyskane przez Pana mgr Wróblewskiego wyniki wskazują, że SEO, prawdopodobnie wskutek generowanego przez siebie stresu oksydacyjnego, powoduje pęknięcia nici DNA w komórkach merystematycznych, co prowadzi do zaburzenia cyklu komórkowego. Ponadto obserwowano powstawanie aberracji chromosomowych, nadmierną stabilizację mikrotubul i filamentów aktynowych oraz ograniczoną reorganizację wrzeciona kariokinetycznego i fragmoplastu. Istotnym aspektem tych badań jest analiza zaburzeń epigenetycznej regulacji mitozy. Wiedza na temat wpływu modyfikacji epigenetycznych na rozwój i funkcjonowanie organizmów jest wciąż niewystarczająca, zatem każde nowe badania w tym zakresie mają szczególną wartość.

Wymienione wyżej zaburzenia obserwowano u wszystkich badanych gatunków, jednak efekt ten był bardziej nasilony u Fabaceae, co może być kolejną przyczyną większej wrażliwości tej rodziny roślin na działanie SEO. Jednakże, skoro obserwowane zakłócenia wykazują specyfikę gatunkową pod względem nasilenia, ale nie rodzaju odpowiedzi, nasuwa mi się pytanie dotyczące jednego ze zdań podsumowujących pracę 3: „...wyniki potwierdzają, że SEO jest skutecznym, selektywnym, biodegradowalnym i przyjaznym dla środowiska narzędziem zwalczania chwastów...” oraz pracę 4: „Z perspektywy potencjalnego zastosowania SEO jako bioherbicydu, szczególnie ważne jest podkreślenie jego zdolności do oddziaływania na wiele elementów cyklu komórkowego.”. Tutaj nieco się zawahałam, czy skoro wszystkie badane gatunki roślin prezentowały podobny schemat zmian, możemy nazwać SEO herbicydem „przyjaznym dla środowiska” nie obawiając się, że będzie on wpływał niekorzystnie na organizmy niedocelowe, w tym na mikrobiom wód i gleb? Kolejna moja refleksja dotyczy wspomnianego powyżej stwierdzenia, że SEO jest biodegradowalny – rzeczywiście, ponieważ SEO jest produktem naturalnego metabolizmu roślinnego, niejako „z założenia” jest biodegradowalny. Ja osobiście znalazłam prace mówiące o zależnym od cytochromu P450 metabolizmie poszczególnych składników SEO (głównie azaronów) w kontekście ich przemian w organizmach żywych, co rzeczywiście świadczy o ich biodegradowalności, ale co ciekawe, nie znalazłam prac odnoszących się stricte do środowiskowych przemian komponentów SEO, ich degradacji w zbiornikach wodnych, glebie, osadach. Ciekawa jestem, czy może Doktorant zna takie prace, może istnieją jakieś dane lub symulacje przybliżające potencjalne skutki środowiskowe zastępowania herbicydów syntetycznych naturalnymi, takimi jak SEO?

Badania opisane powyżej kontynuowane były w rozszerzonym zakresie, co przyniosło w rezultacie manuskrypt kolejnej pracy (PRACA 5 – załącznik nr 5 do autoreferatu). Tu Pan mgr Wróblewski postanowił przyjrzeć się bliżej problemowi wpływu SEO na działanie wybranych kaskad

sygnałowych uczestniczących w przeprogramowaniu epigenetycznym chromatyny i modyfikacji profilu transkrypcyjnego oraz reorganizacji strukturalnych związanych z naprawą DNA. Przeprowadzone analizy pozwoliły wykazać, że SEO zaburza sygnalizację metaboliczną zależną od heksokinazy (HXK), zmniejszając dostępność metabolitów cukrowych dla różnorodnych procesów metabolicznych. Z drugiej strony, SEO prowadzi do wzmożonej aktywacji kaskady MAPK (p44/42), co prawdopodobnie inicjuje remodelowanie chromatyny mające na celu utrzymanie homeostazy i zapewnienie przeżycia komórek. Równolegle stres indukowany przez SEO i związane z nim uszkodzenia DNA aktywują adaptacyjne modyfikacje histonów, które pozwalają na selektywną odpowiedź transkrypcyjną i naprawę genomu. Na podstawie uzyskanych wyników Doktorant sugeruje w tej pracy, iż SEO nie zakłóca funkcjonowania maszyneryi remodelującej chromatynę interfazową, lecz aktywuje ją w sposób skoordynowany, a sposób, w jaki SEO moduluje strukturalne i funkcjonalne właściwości chromatyny, wydaje się być zachowany wśród badanych gatunków z rodzin Fabaceae i Brassicaceae, ze wskazaniem jednak na większą plastyczność adaptacyjną Fabaceae, co może być kolejną przyczyną mniejszej wrażliwości tej rodziny roślin na czynniki stresowe. Ten aspekt badań Doktoranta jest – w mojej opinii – kolejnym wartym do podkreślenia elementem, ponieważ literatura przedmiotu jest w tym obszarze nadzwyczaj skąpa.

Podsumowując, **za najważniejsze osiągnięcia** Pana mgr Mateusza Wróblewskiego uważam: (a) wykazanie, iż olejek tatarakowy ma działanie fitotoksyczne, przejawiające się w niekorzystnych zmianach we wzroście, morfologii i procesach fizjologiczno-biochemicznych roślin, przy czym powoduje zróżnicowaną odpowiedź zarówno między gatunkami, jak i rodzinami roślin, co czyni go potencjalnym kandydatem do roli selektywnego bioherbicydu; (b) wykazanie, iż działanie SEO obejmuje różne poziomy funkcjonowania komórki, poczynając od zmian w strukturze błon plazmatycznych, poprzez wywoływanie stresu oksydacyjnego, zaburzenia procesów metabolicznych, aż do zmian w szlakach sygnalizacyjnych i epigenetycznego remodelingu chromatyny związanego z transkrypcją i replikacją.

Wniosek końcowy

Rozprawa Pana mgr Mateusza Wróblewskiego pt. „Ocena fitotoksyczności i selektywności olejku tatarakowego oraz ustalenie docelowych miejsc jego oddziaływania w korzeniach zarodkowych dwóch gatunków uprawnych (*Vicia faba* L. var. *minor* i *Lupinus luteus* L.) oraz segetalnych (*Brassica napus* L. i *Arabidopsis thaliana* L.)” przygotowana pod opieką promotorską Pani dr hab. Justyny T. Polit, prof. UŁ oraz Pani dr hab. Alicji Piotrowskiej-Niczyporuk, spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2024.1571 ze zm.), tj.:

- stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim jest ocena fitotoksyczności i selektywności SEO oraz przedstawienie prawdopodobnego mechanizmu jego działania w komórkach roślinnych;
- prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie nauki biologiczne i specjalistyczną w zakresie cytologii, biochemii i biologii molekularnej;
- świadczy o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej na wszystkich jej etapach, od formułowania hipotez i planowania badań, po interpretację wyników i wyciąganie wniosków.

Wobec powyższego wnioskuję do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgr Mateusza Wróblewskiego i dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Jednocześnie, mając na uwadze wysoką wartość naukową przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej, **wnoszę o jej wyróżnienie**. Wniosek o wyróżnienie składałam w oparciu o wytyczne zawarte w *Uchwale nr 1/0/2025 Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne, w sprawie określenia kryteriów wyróżniania rozpraw doktorskich oraz zasad procedowania ww. wyróżnienia przez Komisję Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne*.

W mojej opinii rozprawa doktorska Pana mgr Mateusza Wróblewskiego spełnia kryteria określone w ww. Uchwale. Po pierwsze prezentuje **wyróżniający się poziom merytoryczny**. Już sam podjęty problem badawczy jest ważny i ciekawy, ponieważ dotyczy oceny fitotoksyczności i selektywności olejku tatarakowego (SEO) oraz jego potencjalnego zastosowania w roli bioherbicydu. Jest to istotne zagadnienie w kontekście rosnących ograniczeń stosowania syntetycznych herbicydów i poszukiwania zrównoważonych alternatyw. Zakres badań obejmuje niezwykle szeroką analizę chemiczną, fizjologiczną, cytologiczną i molekularną, co świadczy o kompleksowym podejściu do tematu. Nieprzeciętnie szerokie jest spektrum stosowanych metod i technik badawczych. Jakość badań jest wysoka, co potwierdza fakt **opublikowania znaczącej ich części w recenzowanych czasopismach naukowych z listy JCR**. Wartość tych prac wynika przede wszystkim z przedstawienia dogłębnej analizy mechanizmów działania SEO na poziomie komórkowym i molekularnym, w tym wpływu na integralność błon, metabolizm, sygnalizację komórkową oraz epigenetyczny remodeling chromatyny, co pozwoliło stworzyć kompleksowy obraz działania SEO – w literaturze przedmiotu tak wieloaspektowej analizy nie sposób się doszukać. Co więcej, rozprawa doktorska Pana mgr Wróblewskiego wyróżnia się **nowatorstwem zastosowanych metod i narzędzi badawczych**. Wykorzystano zaawansowane techniki chromatograficzne i spektrometryczne do analizy składu chemicznego SEO, metody morfometryczne do oceny wzrostu korzeni, a także nowoczesne techniki mikroskopowe i immunofluorescencyjne do analizy parametrów stresu oksydacyjnego, replikacji

DNA i przebiegu mitozy, a także kalorymetrię izotermiczną do oceny aktywności metabolicznej oraz metody analizy epigenetycznej do badania modyfikacji chromatyny. Co prawda metody te same w sobie stosowane są już od dłuższego czasu, jednak to, co wg mnie stanowi o innowacyjności rozpatrywanej rozprawy doktorskiej to bardzo trafny dobór metod pracy i ich „skonfigurowanie” w taki sposób, że uzyskane dzięki nim wyniki pozwoliły zaproponować pewien model (schemat) działania SEO prowadzący od subtelnych zdarzeń molekularnych do efektów morfologiczno-rozwojowych widocznych na poziomie komórki i całego organizmu.

Podsumowując, rozprawa doktorska Pana Mateusza Wróblewskiego wyróżnia się kompleksowym podejściem do badań, łączącym różne obszary nauki, takie jak biochemia, cytologia, genetyka, biologia molekularna i ekologia. Ponadto, praca wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy na temat naturalnych herbicydów i ich potencjalnego zastosowania w rolnictwie zrównoważonym. Wartość badań Doktoranta znalazła potwierdzenie w postaci publikacji w czasopismach naukowych z listy JCR. Mając na uwadze powyższe zwracam się do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne z prośbą o rozważenie możliwości wyróżnienia rozpatrywanej pracy i uhonorowania Doktoranta w sposób przyjęty w Uniwersytecie Łódzkim.