



prof. dr hab. inż. Edyta Skrzypek
Instytut Fizjologii Roślin im. F. Górskiego
Polskiej Akademii Nauk
Zakład Biotechnologii
ul. Niezapominajek 21
30-239 Kraków

Kraków, 05.09.2022

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pana mgr Wojciecha Glinkowskiego pt. „Zaangażowanie mikro RNA w regulację rozwoju strąków łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.)” wykonanej w Katedrze Fizjologii Roślin i Biotechnologii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, pod kierunkiem dr hab. Krzysztofa Jaworskiego, prof. UMK i dr Pauliny Glazińskiej

Podstawa formalno-prawna przygotowania recenzji

Podstawą prawną wykonania recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr Wojciecha Glinkowskiego pt. „Zaangażowanie mikro RNA w regulację rozwoju strąków łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.)” jest Uchwała Rady w Dyscyplinie Nauki Biologiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu z dnia 24 czerwca 2022 roku o powołaniu mnie na recenzenta. Praca wraz z pismem podpisanym przez Dziekana Wydziału Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych prof. dr hab. Wernera Ulricha została mi przekazana 4 lipca 2022 roku.

Ocena problematyki badawczej

Rozprawa doktorska mgr Wojciecha Glinkowskiego dotyczy określenia roli mikro RNA w regulacji rozwoju strąków łubinu żółtego. Łubin żółty jest gatunkiem szeroko rozpowszechnionym w uprawie ze względu na najwyższą zawartość białka w porównaniu z innymi gatunkami łubinów oraz wzbogacenie gleby w azot pochodzący z wiązania go w procesie symbiozy. Pomimo wysokiej wartości pokarmowej nasion i zielonki oraz pozytywnej roli fitosanitarnej i fitomelioracyjnej, korzyści płynące z uprawy łubinu żółtego ogranicza niestabilność plonowania. Niekorzystne warunki pogodowe w trakcie sezonu wegetacyjnego mogą nawet w 80% determinować zmienność plonowania, a negatywny wpływ na plon łubinu, podobnie jak innych bobowatych, ma przedwczesne odcinanie kwiatów i strąków. Proces ten jest częściowo spowodowany aktywacją strefy odcięcia, która różnicuje

się u podstawy odrzucanego organu. Jak wykazano w wieloletnich badaniach prowadzonych w Katedrze Fizjologii Roślin i Biotechnologii UMK, komórki strefy odcięcia reagują na sygnały egzo- i endogenne, które to mogą indukować szereg zmian m.in. w ekspresji genów czy metabolizmie komórkowym. Wykazano, że nie tylko interakcje pomiędzy hormonami, ale i ich stężenie oraz lokalizacja czasoprzestrzenna w rejonie strefy odcięcia, jak również akumulacja wolnych rodników i aktywność enzymów antyoksydacyjnych biorą udział w odcinaniu kwiatów łubinu żółtego. Z tego względu bardzo cenne są badania mające na celu dodanie kolejnego elementu do istniejącej wiedzy, jakim jest określenie udziału miRNA i ich genów docelowych w rozwoju strąków. Cząsteczki miRNA są bowiem kluczowymi regulatorami ekspresji genów, w roślinach biorą udział w kontroli wielu procesów rozwojowych i w odpowiedzi na stresy środowiskowe. Ponadto miRNA mają bardzo duży potencjał regulacyjny przejawiający się produkcją wielu białek w różnych warunkach, w tym stresowych. Podjęcie badań dotyczących zaangażowania miRNA w proces rozwoju strąków łubinu żółtego wydaje się obecnie szczególnie ważne nie tylko ze względu na konieczność znalezienia źródeł białka paszowego, alternatywnych do mączki i śrutu sojowej, ale i na poprawę/stabilność plonowania roślin bobowatych w warunkach suszy. Niedobór wody glebowej jest czynnikiem, który może spowodować utratę plonu nawet powyżej 50%, a jego wpływ nasila się z każdym rokiem w miarę postępowania globalnych zmian klimatu. Oznacza to, że już w okresie wiosennym zwiększa się prawdopodobieństwo suszy spowodowanej brakiem opadów i niewielkimi zapasami wody glebowej pochodzącymi z opadów śniegu podczas zimy. Powszechnie zalecane metody redukcji skutków suszy obejmują głównie odpowiednią agrotechnikę, modyfikacje zmianowania upraw czy dobór odmian odpornych na suszę. Należy pamiętać jednak, że odporność na suszę jest cechą ilościową, uwarunkowaną przez wiele grup genów i determinowana jest przez dużą liczbę czynników, co nie doprowadziło dotąd do istotnej poprawy tej cechy. Złożony charakter odporności na suszę powoduje, że hodowla roślin w kierunku jej poprawy jest trudna, czasochłonna i kosztochłonna. Dlatego poznając rolę badanych przez Doktoranta kilku miRNA w rozwoju strąków, zwłaszcza w warunkach suszy glebowej można by założyć, że obniżając lub podnosząc poziom jednego lub kilku miRNA, przy zastosowaniu technik inżynierii genetycznej, uzyskamy rośliny nieodrzucające strąków i odporne na suszę. W związku z tym proszę Doktoranta o opinię, czy możliwe jest wyciszenie poprzez sztuczne miRNA ekspresji pewnych genów, tak aby uzyskać rośliny np. nieodrzucające strąki lub o większej tolerancji na suszę.

Ocena i uwagi dotyczące poszczególnych rozdziałów

Rozprawa doktorska została wykonana w ramach projektu NCN SONATA nr 2015/19/D/NZ9/03601 i przygotowana w formie maszynopisu. Oceniana praca zawiera elementy typowe dla rozpraw doktorskich oraz spełnia wymagania formalne i merytoryczne stawiane tego typu pracom. Obejmuje ona 215 stron druku, a wyniki prezentowane są na 39 wykresach, 26 rycinach i 31 tabelach. Dodatkowo, część danych dotyczących stężenia RNA wyizolowanego z materiału roślinnego, sekwencji prekursorów miRNA, genów docelowych i białek oraz zawartości hormonów w nasionach i strąkach łubinu przedstawiona jest

w podrozdziale „Suplement”. Autor cytuje w pracy 238 pozycji literatury, w tym 3 pozycje z własnym współautorstwem.

Rozprawę doktorską otwiera „Spis treści”, po którym Autor umieścił streszczenia w języku polskim i angielskim, a następnie „Cel pracy”, który moim zdaniem powinien znaleźć się po rozdziale „Wstęp”.

We „**Wstępie**” liczącym 34 strony Autor zawarł przegląd literatury, wprowadzający czytelnika w zagadnienia związane z przedmiotem pracy. Przegląd literatury został opracowany starannie i wnikliwie, uwzględniając charakterystykę, warunki uprawy i ekonomiczną rolę łubinu żółtego. Doktorant wyczerpująco opisuje najnowsze doniesienia literaturowe dotyczące roli, biogenezy i mechanizmu działania miRNA, a także ich zaangażowania w procesy wzrostu i rozwoju roślin z uwzględnieniem warunków stresowych. W dalszej części Autor omówił rolę hormonów roślinnych w procesach wzrostu i rozwoju, w odpowiedzi na stesy biotyczne i abiotyczne. Bardzo ciekawy jest ostatni podrozdział dotyczący interakcji hormonów z miRNA. Ponieważ Doktorant we „Wstępie” pominął zamieszczenie informacji na temat cytokinin i ACC - prekursora etylenu, a w dalszej części dysertacji dowiadujemy się, że podjął próbę analizy endogennej zawartości tych regulatorów wzrostu w strąkach łubinu, dlatego proszę o omówienie ich roli w procesach rozwoju i reakcji na stesy środowiskowe.

„**Cel pracy**” sformułowano logicznie i przejrzysto. Koresponduje on z tematem, założeniami metodycznymi oraz wnioskami. Przedstawiony przez Doktoranta cel pracy jest ambitny i wskazuje na konieczność wykonania dużej ilości pomiarów, obserwacji i analiz. Wydzielone cele szczegółowe znalazły odzwierciedlenie w kolejnych podrozdziałach rozdziału „Wyniki”.

„**Materiał i metody**” badań wykorzystywane w pracy zostały właściwie dobrane do celu pracy i przedstawione w logicznym porządku. Autor opisuje wszystkie zadania badawcze. Doktorant jako materiał do badań wybrał łubin żółty odm. Taper. Wybór tej odmiany był bardzo trafny, gdyż jest to forma samokończąca, bez rozgałęzień bocznych, o mocno zdeterminowanej vegetacji i bardzo wczesnie dojrzewająca. Ze względu na krótki okres vegetacji odznacza się dużą odpornością na choroby grzybowe i wirusowe i jest przeznaczony do uprawy na zbiór nasion na terenie całego kraju. Cechy te ułatwiają badanie mechanizmu zawiązywania, rozwoju i odpadania strąków w porównaniu do odmian niesamokończących.

W podrozdziale dotyczącym uprawy roślin w warunkach polowych Doktorant podaje klasę bonitacyjną gleby, na której uprawiano łubin, z pominięciem rodzaju gleby. Rodzaje gleb opisuje światowa baza referencyjna zasobów glebowych (WRB), a obecnie obowiązuje międzynarodowy system klasyfikacji gleb, zaktualizowany w 2015 r. przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. Następnie Doktorant napisał, że gleba „nie była nawożona w sztuczny bądź naturalny sposób, zaś jedynym zabiegiem agrotechnicznym poprzedzającym wysiew było jej zaoranie”. Przypuszczam, że Doktorant miał na myśli nie stosowanie nawozów mineralnych i naturalnych. W jednym z kolejnych akapitów w/w podrozdziału Doktorant nadmienia, że „lokalizacja poletek uprawnych ulegała zmianie w celu uniknięcia zubożenia gleby o cenne składniki mineralne”. Informacja ta powinna być uzupełniona o rodzaj

przedplonu na poletkach eksperymentalnych, który w każdym roku powinien być taki sam, zapewniając zbliżone warunki uprawy. Proszę Doktoranta o wyjaśnienie czy łąbin wysiewano faktycznie do tylko zaoranej gleby i jakie rośliny były uprawiane na poletkach przed łąbinem. W związku z tym, iż nasiona wysiewane były kilkakrotnie na przełomie marca/kwietnia w odstępach jedno- lub dwutygodniowych, to zasadnym byłoby podanie chociaż średniej temperatury i ilości opadów przypadających na miesiące wegetacji. Pobierając próby do badań należy pamiętać, że warunki pogodowe modyfikują metabolizm roślin i trudno jest bez nich przeprowadzić właściwe wnioskowanie. Zgodnie z danymi meteorologicznymi dla Torunia zamieszczonymi na stronie <https://en.tutiempo.net/climate/poland.html> średnie maksymalne temperatury w latach 2016 - 2021 wahały się w kwietniu od 11,9 - 19,3°C, w maju od 17,1 - 23,8°C, w czerwcu od 23,2 - 26,4°C, natomiast suma opadów wynosiła w kwietniu od 1,01 - 50,5 mm, w maju 29,7 - 111,8 mm, a w czerwcu 32,0 - 134,9 mm. Próby do sekwencjonowania nowej generacji były pobierane w ciągu 2 lat, a do badań rozwoju strąków i ekspresji wybranych genów w ciągu 3 lat. Czy próby z poszczególnych lat łączono czy analizowano je oddzielnie dla każdego roku?

W rozdziale tym znalazły się też pewne nieścisłości w opisie eksperymentów przeprowadzonych w warunkach fitotronowych dotyczących wpływu suszy glebowej na rozwój strąków. Brakuje informacji, w którym dniu zaprzestano podlewania, po ilu dniach od zaprzestania podlewania osiągnięto suszę glebową, w jakiej fazie rozwojowej rośliny (według powszechnie stosowanej skali BBCH lub zwykłego opisu) zostały poddane suszy. Polecam również zamiast określania wilgotności gleby za pomocą miernika wilgotności, którego szpilka/szpilki wchodzi na określoną głębokość w glebę i obrazują wilgotność tylko w danym punkcie pomiarowym, a nie w całej objętości doniczki, wyznaczanie metodą wagową połowej pojemności wodnej gleby (ppw, maksymalnej ilości wody, która może być zatrzymana przez glebę po grawitacyjnym odsączeniu). Niejasne są także dane opisujące, który liść był pobierany do badań oraz dotyczące liczby powtórzeń przy wyznaczaniu względnej zawartości wody w liściach (RWC).

Rozdział „**Wyniki**” jest podzielony na 8 części. Moim zdaniem podrozdział 3.1 dotyczący nazw prób materiału roślinnego i do jakich analiz zostały wykorzystane powinien być umieszczony w rozdziale „Materiał i metody” lub w „Suplemencie”. W kolejnych podrozdziałach Doktorant opisał wyniki stężenia i czystości wyizolowanego RNA, następnie dane uzyskane z sekwencjonowania RNA z podziałem na transkryptomy, sRNA i degradomy. W kolejnym etapie Doktorant przedstawił wyniki ekspresji miRNA w strąkach odpadających i nieodpadających w różnych stadiach rozwojowych oraz w nasionach i owocniach w danym stadium rozwojowym. Spośród wszystkich różnicowych miRNA do dalszych badań Doktorant wybrał 5 par sekwencji miRNA i ich genów docelowych, o potencjalnie istotnym wpływie na rozwój strąków łąbinu, regulację homeostazy hormonów i reakcji na stres, przedstawiając sekwencje miRNA, pekursorów miRNA, genów docelowych i białek. Porównał sekwencje nukleotydowe czterech białek (GRF6, ARF6, ARF17 i GAMYB) z ich sekwencjami u innych bobowatych, wskazując największe podobieństwo do łąbinu wąskolistnego (81 – 94%) i łąbinu białego (72 – 89%).

Przeprowadzona w kolejnym etapie badań analiza ekspresji par miRNA i czterech genów docelowych w strąkach odpadających i nieodpadających, w nasionach i owocniach w ośmiu terminach wykazała, że ich ekspresja jest wyższa w strąkach odpadających w porównaniu do nieodpadających (za wyjątkiem genu *LIGRF9*). Największą i kilkunastokrotnie wyższą ekspresję LI-miR380 w porównaniu z innymi miRNA odnotowano w owocniach i całych strąkach łubinu, szczególnie między 5, 10 i 15 dniem od zakwitnięcia niezależnie od okółka. Ponadto istotnie wyższą ekspresję analizowanych par miRNA i ich genów docelowych obserwowano w strąkach odpadających na każdym z okółków w porównaniu do pozostałych strąków, za wyjątkiem LI-miR380 i jego genu *LIGRF9*.

Następnie Doktorant analizuje ekspresję trzech par miRNA – gen docelowy oraz czterech genów związanych ze stresem suszy: *HEX3*, *PYL10*, *PROT1* i *PROT2* w warunkach „krótkotrwałej” i „długotrwałej” suszy glebowej oraz po aplikacji hormonów. Dopiero w kolejnym podrozdziale Doktorant opisuje procentową zawartość wody w glebie, w której rosły rośliny oraz względną zawartość wody w liściach roślin poddanych suszy i rosnących w warunkach optymalnego nawodnienia. Informacje te powinny znaleźć się przed analizą ekspresji genów, gdyż miały one na celu wykazanie, że warunki uprawy faktycznie symulowały suszę. Nie rozumiem w jakim celu Doktorant wykonywał pomiary wilgotności podłoża ogrodniczego „tryb organic” i „tryb mineral” bezpośrednio z worków i umieszczonego w 200 ml zlewkach, jak się mają warunki przechowywania podłoża w sklepie do wyznaczenia połowej pojemności wodnej gleby do eksperymentu. Poza tym nie istnieje taki podział gleb na „tryb organic” i „tryb mineral”. Należało podać skład zakupionego do uprawy podłoża, czy gleba „organic” to np. torf. Które podłoże wybrał ostatecznie Doktorant do eksperymentu? Doktorant nie ustrzegł się też przed niefortunnym opisem wykresów 32 i 33: „Tempo utraty wody z doniczek z roślinami...” i „...zmiany względnej wilgotności gleby w roślinach badanych oraz kontrolnych...”. Trudno również rozgraniczać suszę „krótkotrwałą” – 19 dni, od „długotrwałej” – 23 dni. Przy tak ostrej suszy, na poziomie 10% – 5% wilgotności gleby, 4 dni nie robią różnicy. W mojej opinii była to długotrwała ostra susza (w trakcie której pobierano próby do analiz w 19 i 23 dniu), która spowodowała nieodwracalne rehydratacją zmiany prowadzące od obumierania roślin. Przy wilgotności gleby niższej od punktu trwałego wędnięcia roślin woda w glebie jest niedostępna dla roślin. Jeśli niedobór wody w glebie występuje na tyle długo, że roślina nie ma możliwości uzupełnienia jej strat, to nie pomaga już rehydratacja. Możliwe, że z tego powodu nie zawsze można było wykazać różnice w ekspresji genów związanych ze stresem suszy w 19. i 23. dniu jej trwania.

W kolejnej części rozdziału „Wyniki” Doktorant przedstawia analizę zawartości hormonów (ABA, JA, SA, IAA, GA₁ i GA₃) w strąkach odpadających i nieodpadających oraz w owocniach i nasionach w wybranych dniach w ciągu całego rozwoju strąków oraz w odpowiedzi roślin na suszę glebową. Doktorant wykazał, że zawartość IAA w tkankach spada wraz z wiekiem strąków oraz, że jest niższa w odpadających strąkach w porównaniu z nieodpadającymi. Podobnie do IAA, również zawartości SA i JA spadają wraz z wiekiem strąków i nasion. Udowodnił także, że zawartość ABA jest pozytywnie skorelowana z odpadaniem strąków i reakcją na suszę, w przeciwieństwie do JA. Wykazał, że nasiona

zawierają znacznie więcej giberelin niż owocnie oraz, że susza nie ma wpływu na ich endogenną zawartość.

Uzyskane wyniki Doktorant zaprezentował w postaci map ciepła. Jak nadmienić Doktorant mapy te tworzone są przez proces grupowania, przeskalowania danych, gdzie najbardziej zbliżone do siebie grupy danych są łączone w jedną, tak aby w efekcie końcowym uzyskać wartości zbliżone w stosunku do innych grup. Mapy ciepła nie odzwierciedlają rzeczywistej zawartości hormonów w analizowanych tkankach, a jedynie obrazują jak ich stężenie zmieniało się w zależności od badanego obiektu, nie uwzględniając odchyień wartości wyników w danym obiekcie. Stąd moim zdaniem np. opisane przez Doktoranta na str. 169 stężenie ABA, które „jest praktycznie identyczne (niemal niewykrywalne)...” u roślin poddanych suszy i optymalnie nawadnianych, w przeciwieństwie np. do IAA, podczas gdy opis pod wykresem informuje, że zawartość ABA w tkankach wynosiła 100 – 2200 ng/g świeżej masy, a IAA 25 – 95 ng/g. Szkoda, że Doktorant nie dodał do manuskryptu danych z rzeczywistą zawartością hormonów, podobnie jak w „Suplemencie” na Rycinie s1. Do wyników dotyczących analizy hormonów powinny być dołączone również informacje na temat czasów retencji poszczególnych hormonów oraz przykładowe chromatogramy dla standardów i materiału roślinnego pokazujące rozdział analizowanych hormonów. W związku z dużymi odchyleniami stężeń poszczególnych hormonów w obrębie obiektów, czy próbował Pan obliczyć odzysk badanych hormonów po zastosowaniu prezentowanej w pracy metody ekstrakcji i oczyszczania oraz czy podjął Pan próby modyfikacji metody uwzględniając poszczególne grupy hormonów?

W prezentowanej pracy Doktorant nadmienia, że susza spowodowała „przyspieszenie rozwoju nasion” czy zmniejszenie liczby nasion. Szkoda, że stwierdzenia te nie zostały poparte danymi, np. MTN czy masą i liczbą nasion uzyskanych w warunkach suszy i kontrolnych.

W rozdziale „**Dyskusja**” Autor poruszył zagadnienia dotyczące zmian ekspresji badanych genów oraz zmian poziomu transkryptów i hormonów w rozwoju strąków. Doktorant przedstawił umiejętną i wyczerpującą analizę własnych wyników na tle cytowanej literatury, co świadczy o wnikliwym zapoznaniu się z podjętą tematyką badań. Zwrócił uwagę na podwyższony poziom ekspresji LI-miR329/miR160 i *LIARF6* oraz LI-miR276 i *LIARF17* w strąkach odpadających oraz w odpowiedzi na stosowane egzogenne hormony: ABA i JA-Me, wskazując je jako potencjalne markery odpadania strąków. Doktorant wskazuje, że również para LI-miR169 i *LINF-YA5* może stanowić marker nie tylko odcinania strąków, ale i wrażliwości na stres suszy glebowej. Dyskusję zamykają tabelaryczne, syntetyczne zestawienia wyników wszystkich wykonanych analiz, co znacząco ułatwia czytelnikowi ich interpretację.

W rozdziale „**Podsumowanie**” Doktorant potwierdził, że proces dojrzewania i odpadania strąków regulowany jest na wielu poziomach i przez wiele czynników, a skomplikowane interakcje między zawartością badanych hormonów w strąkach, a akumulacją miRNA i ich genów docelowych umiejętnie przedstawił za pomocą schematu.

Pan mgr Wojciech Glinkowski podsumował wyniki badań w formie 5 wniosków. Wyprowadzone wnioski, poza wnioskiem nr 5, są w pełni uzasadnione i adekwatne do

uzyskanych wyników. Wniosek nr 5 mówiący, że rozwój strąków łubinu żółtego jest uwarunkowany ułożeniem w kwiatostanie nie jest wynikiem prac eksperymentalnych Doktoranta, a wiedzą dotyczącą biologii rozwoju kwiatów i strąków u łubinów.

Wszystkie uwagi dotyczące treści zawartych w dysertacji są tylko sugestiami, które miały na celu skłonienie Doktoranta do spojrzenia na badany problem bardziej całościowo, uwzględniając aspekty agronomiczne i wiedzę z zakresu biologii i fizjologii roślin. Przy przygotowywaniu publikacji z wyników prezentowanych w pracy proszę również zwrócić uwagę na podawanie właściwej terminologii biologicznej (owocnia zamiast ściana strąka) oraz właściwej dla danej rośliny łacińskiej nazwy systematycznej, zgodnej z obowiązującą nomenklaturą (np. str. 48, 179; rozpoczynanie nazw łacińskich z wielkiej litery i podawanie skrótu nazwiska autora taksonu). W pracy Doktorant nie ustrzegł się też licznych błędów stylistycznych i interpunkcyjnych.

Zamieszczone w recenzji uwagi nie obniżają wartości merytorycznej opracowania, którą to wartość oceniam wysoko. Rozprawa doktorska obejmuje bardzo obszerny zakres badań w pełni oryginalny i nowatorski. Jest on opracowany i zaprezentowany w sposób systematyczny i przejrzysty. Rozprawa stanowi oryginalny wkład Autora w ciągle jeszcze nierozpoznany zakres problemów badawczych dotyczących mechanizmu odrzucania strąków przez łubin. Pozwolę sobie również wskazać na niesłychanie ważne znaczenie użyteczne przeprowadzonych badań, których wyniki z pewnością przyczynią się do lepszego zrozumienia procesów rozwojowych łubinu i zostaną opublikowane w prestiżowych czasopismach naukowych. Poza tym mogą mieć charakter aplikacyjny z uwagi na wyjaśnienie przyczyn odrzucania strąków, a tym samym zmniejszenia plonu, zwłaszcza w pojawiających się coraz częściej warunkach deficytu wody i wysokimi temperaturami w okresie wegetacji. Badania te stwarzają również szanse na zaproponowanie nowych strategii hodowli łubinu przy wykorzystaniu technik biologii molekularnej, tak by minimalizować straty w plonowaniu jakie wynikają z odrzucania organów generatywnych w niekorzystnych warunkach.

Z osiągnięć przedstawionej rozprawy doktorskiej, według mnie, na szczególne podkreślenie zasługuje wskazanie dwóch par miRNA i ich genów docelowych jako potencjalnych markerów odcinania strąków oraz przedstawienie profilu ekspresji miRNA i ich genów docelowych oraz profilu zawartości wybranych endogennych hormonów trakcie rozwoju strąków i nasion łubinu żółtego.

Wniosek końcowy

W oparciu o przeprowadzoną ocenę rozprawy doktorskiej mgr Wojciecha Glinkowskiego pt. „Zaangażowanie mikro RNA w regulację rozwoju strąków łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.)” wykonanej w Katedrze Fizjologii Roślin i Biotechnologii UMK pod kierunkiem dr hab. Krzysztofa Jaworskiego, prof. UMK i dr Pauliny Glazińskiej stwierdzam, że praca stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe i wnosi do dyscypliny nauk biologicznych nowe aspekty naukowe. Przedłożona do oceny rozprawa doktorska spełnia wymogi określone

w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003, Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz Art. 175 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 roku (przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. 2018, poz. 1668 z późniejszymi zmianami) i Rozporządzeniem Ministra Nauki Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 roku w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych.

W związku z powyższym przedkładam Radzie w Dyscyplinie Nauki Biologiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu wniosek o dopuszczenie Pana mgr Wojciecha Glinkowskiego do kolejnych etapów postępowania doktorskiego.

E. Skwypek