

Dr hab. Magdalena Szczech, prof. IO  
Zakład Mikrobiologii i Ryzosfery  
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3  
96-100 Skierniewice

Skierniewice 1.06.2021 r.

**Recenzja pracy doktorskiej mgr Renaty Tyśkiewicz  
pt. „Właściwości ryzosferowych szczepów *Trichoderma* spp. istotne w  
stymulacji wzrostu i ochronie pszenicy przed fitopatogenami *Fusarium* spp.” /  
„Properties of *Trichoderma* spp. rhizosphere strains important in stimulating  
the growth and protection of wheat against *Fusarium* spp. phytopathogens”**

Przedstawiona do recenzji praca, wykonana w Instytucie Nauk Biologicznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie pod kierunkiem promotora pani dr hab. Jolanty Jaroszuk-Ściśel prof. UMCS oraz promotora pomocniczego pani dr Ewy Ozimek, dotyczy badania aktywności metabolicznej i mykopasożytniczych właściwości szczepów grzybów z rodzaju *Trichoderma*, wyizolowanych z ryzosfery różnych roślin uprawnych. Badaniami objęto również interakcje tych grzybów z roślinami pszenicy. Celem pracy była ocena potencjału ochronnego wybranych szczepów *Trichoderma* w walce z patogenicznymi dla pszenicy gatunkami grzybów z rodzaju *Fusarium*.

W ostatnich dziesięcioleciach środowisko rolnicze było poddane silnej presji chemicznych środków ochrony. Rezultatem jest wzrost odporności patogenów i szkodników na pestycydy, spadek populacji pożytecznych owadów, w tym zapylających i zanieczyszczenia gleby i wody. Obecnie podejmowane są różne działania i strategie np. „Europejski Zielony Ład” czy „Od pola do stołu”, w celu ochrony środowiska m.in. przez wprowadzanie systemu zrównoważonej produkcji żywności. W związku z tym planowane jest wzmocnienie pozycji integrowanej i ekologicznej uprawy roślin, zwiększanie udziału środków biologicznych i znaczne ograniczenie stosowania chemicznych środków ochrony oraz nawozów mineralnych, a także integrowanie metod agrotechnicznych, odpornych odmian roślin i zrównoważonego nawożenia.

W praktyce, stosowanie środków biologicznej ochrony napotyka na różne ograniczenia: niewielka liczba zarejestrowanych preparatów dostępnych na rynku, wysoka cena, niewystarczająca wiedza rolników na temat działania, efektywności i stosowania preparatów biologicznych. Dużym problemem związanym z użyciem mikroorganizmów w uprawie i ochronie roślin jest ich niestabilna skuteczność, wynikająca z wrażliwości na zmienne warunki środowiskowe. Najlepiej sprawdzają się mikroorganizmy o silnych zdolnościach do kolonizacji i wykazujące kilka mechanizmów oddziaływania zarówno na patogeny jak i rośliny żywicielskie. Takimi mikroorganizmami są grzyby *Trichoderma*, charakteryzujące się dużą uniwersalnością jeśli chodzi o działanie i odpornością na czynniki stresowe. Jednak, tak jak w przypadku innych mikroorganizmów, skuteczność stosowania tych grzybów w rolnictwie zależy od znajomości ich właściwości, w tym aktywności metabolicznej, oraz charakteru interakcji z roślinami i innymi mikroorganizmami. Tego typu informacje pozwalają na selekcję szczepów o najlepszych parametrach, predysponujących je do komercjalizacji i stosowania jako środka ochrony lub biostymulatora w określonych uprawach roślin.

Badania wykonane w ramach pracy doktorskiej Pani mgr Renaty Tyśkiewicz są bardzo ważnym etapem w procesie opracowywania biologicznego preparatu do ograniczania fuzarioz w uprawach pszenicy. Grzyby *Fusarium* są jedną z głównych przyczyn strat w plonowaniu pszenicy, dlatego rozwinięcie biologicznej ochrony tej ważnej gospodarczo rośliny jest zgodne z aktualnymi strategiami Komisji Europejskiej.

Rozprawa doktorska Pani mgr Renaty Tyśkiewicz została przedstawiona na 317 stronach manuskryptu podzielonego na rozdziały w sposób typowy dla opisu prac doświadczalnych. W części teoretycznej wyodrębniono rozdział „Wstęp”, zawierający osiem podrozdziałów charakteryzujących grzyby z rodzaju *Trichoderma* i *Fusarium*, a następnie opis „Hipotezy i celu pracy”. W kolejnej części opisano „Materiały i metody” stosowane w przeprowadzonych badaniach oraz uzyskane „Wyniki”. Pracę kończą „Dyskusja” oraz „Podsumowanie i wnioski”. Manuskrypt uzupełniono spisem piśmiennictwa – „Bibliografia” i „Netografia”, który zawiera spis 414 pozycji literatury, głównie w języku angielskim, oraz spis 12 linków do tekstów internetowych. Po spisie piśmiennictwa znajdują się „Spis tabel” i „Spis rycin” z odnośnikami do stron w tekście, na których zostały one zamieszczone. W pracy przedstawiono 63 tabele i 107 rycin, na których znajdują się wykresy, schematy i zdjęcia. Manuskrypt zawiera również streszczenia w języku polskim i angielskim.

Manuskrypt jest opracowany bardzo starannie i szczegółowo, jednak moim zdaniem praca jest zbyt obszerna. Objętość pracy można ograniczyć rezygnując choćby z niektórych tabel i wykresów, zamieszczonych w części opisującej wyniki badań.

Rozdział **Wstęp**, który nazwałabym raczej „Przeglądem literatury”, obejmuje 54 strony tekstu wraz z 24 rycinami i czterema tabelami, na których przedstawiono m.in. schematy mechanizmów działania pomiędzy grzybami *Trichoderma* a grzybami patogenicznymi i roślinami oraz wykazy preparatów z *Trichoderma*, dopuszczonych do stosowania w UE i Polsce. Kilka z tych rycin można by pominąć bez szkody dla treści: np. ryciny 1.14, 1.15, 1.21 i 1.22 obrazujące schematy hydroliz enzymatycznych i szlaki syntezy fitohormonów.

Przegląd literatury został dobrze przygotowany, w oparciu o najnowszą literaturę światową, publikowaną głównie w anglojęzycznych czasopismach naukowych ze wskaźnikiem cytowań IF (impact factor). Opracowanie jest interesujące i może stanowić podstawę do przygotowania publikacji przeglądowej na temat aktualnych badań nad metabolizmem grzybów *Trichoderma*, w odniesieniu do ich stosowania w biologicznej ochronie.

Rozdział podzielony jest na osiem podrozdziałów w logicznym układzie, przedstawiającym kolejno ogólne informacje na temat problemów w ochronie roślin uprawnych, informacje na temat obu rodzajów badanych w pracy grzybów oraz ich właściwości, a następnie mechanizmy ochronnego działania *Trichoderma* i możliwości zastosowania tych grzybów w biologicznej ochronie roślin. Niewłaściwe jest jednak sformułowanie tytułu podrozdziału „Oddziaływanie *Trichoderma* spp. na patogeniczne *Fusarium* spp.”, ponieważ tekst odnosi się ogólnie do oddziaływania *Trichoderma* na grzyby patogeniczne, a nie tylko na patogeny z rodzaju *Fusarium*. Tych konkretnych informacji jest stosunkowo mało, dlatego bardziej adekwatny byłby tytuł „Oddziaływanie *Trichoderma* spp. wobec grzybów patogenicznych”. Natomiast informacje na temat działania *Trichoderma* w zwalczaniu *Fusarium* na roślinach mogłoby być wydzielone jako odrębna część w tym podrozdziale.

Kolejna uwaga odnosi się do tekstu w części 1.4.2., opisującego najważniejsze choroby pszenicy wywoływane przez *Fusarium*, który zaczyna się opisem skali produkcji pszenicy na świecie. Taka informacja powinna znaleźć się na początku, we „Wprowadzeniu”. Podobnie tekst na stronie 28, zamieszczony w części „Pojęcie biologicznej ochrony roślin przed patogenami”, powtarza to co już było opisane wcześniej i można go pominąć lub włączyć część zawartych tam informacji do „Wprowadzenia”.

We „Wprowadzeniu” Doktorantka opisuje zagrożenia środowiskowe wynikające ze stosowania chemicznych środków ochrony roślin (str. 14), nie wspomina jednak o wzroście odporności patogenów na te środki, co stanowi obecnie poważny problem w uprawach.

W części dotyczącej charakterystyki grzybów z rodzaju *Trichoderma*, Autorka pracy słusznie przedstawiła przykłady patogenicznego działania niektórych gatunków grzybów z rodzaju *Trichoderma*, głównie w uprawach grzybów jadalnych, ale również wobec ludzi. Należy jednak dodać jeszcze ważną informację na temat *Trichoderma* z gatunku *T. longibrachiatum*, którego znaczenie w medycynie wzrasta ze względu chorobotwórcze działanie wśród pacjentów klinicznych z obniżoną odpornością. Ponadto izolaty kliniczne i pochodzące ze środowiska pozaklinicznego wykazują duże podobieństwo genetyczne, dlatego powinny być bezwzględnie wycofane z badań nad zastosowaniem w rolnictwie i przemyśle.

W dalszej części (str. 30), pojawia się stwierdzenie, że „Główną zaletą stosowania BCA jest ich bezpieczeństwo oraz wysoka specyficzność wobec patogenów dzięki czemu są uznawane za nieszkodliwe dla gatunków innych niż docelowe”. Tutaj nasuwa się pytanie do Doktorantki, co jednak sądzi na temat ryzyk związanych ze stosowaniem biologicznych środków ochrony roślin, opartych na działaniu mikroorganizmów? Chodzi tutaj nie tylko o ryzyka związane z roślinami uprawnymi czy szkodliwością dla ludzi, ale np. o ryzyka dotyczące skuteczności stosowania tego typu środków w odniesieniu do zmian klimatycznych.

Opisując mechanizmy ochronnego działania *Trichoderma* Autorka pracy pisze, że „rodzaj występujących mechanizmów jest często cechą szczepową i zależy od rodzaju interakcji pomiędzy mikroorganizmem antagonistycznym a patogenem oraz rośliną żywicielską”. A jaki jest wpływ czynników abiotycznych na aktywność *Trichoderma*? Nawet w badaniach przedstawionych w pracy badany jest metabolizm szczepów *Trichoderma* w różnych warunkach termicznych lub przy różnej dostępności składników pokarmowych.

W całej pracy Autorka używa określeń „kontrola biologiczna”, „biokontrola” lub „kontrola” w odniesieniu do zwalczania patogenów. To są raczej żargonowe anglicyzmy. Właściwe określenia to „biologiczna ochrona” lub „zwalczanie”, „ograniczanie”.

W pracy przedstawiono hipotezę, że wybrane do badań szczepy grzybów *Trichoderma* posiadają wysoki potencjał ochronny przeciw grzybom z rodzaju *Fusarium* i mogą zarówno chronić jak i stymulować wzrost roślin pszenicy, a poziom metabolizmu tych szczepów może być regulowany warunkami hodowli. **Celem pracy** było określenie potencjału szczepów *Trichoderma*, na podstawie oceny zdolności do mykopasożytnictwa, do zwiększania aktywności markerowych enzymów szlaków odporności w roślinach oraz produkcji metabolitów o charakterze fitohormonów, a następnie eksperymentalne potwierdzenie działania wyselekcjonowanych szczepów w testach z roślinami pszenicy.

W rozdziale **Materiały i metody**, Pani mgr. Renata Tyśkiewicz opisała szczepy grzybów *Trichoderma* i *Fusarium* użyte do badań. W tabeli 3.1 należy poprawić zapis pochodzenia szczepów *Fusarium*, które zgodnie z tekstem były izolowane z kłosów pszenicy, a nie z korzeni. Następnie przedstawiła metodologię badania zdolności mykopasożytniczych *Trichoderma* w odniesieniu do *Fusarium*, w testach makro- i mikroskopowych, oraz zdolności do hamowania kiełkowania konidiów patogenów. Dla potwierdzenia właściwości mykopasożytniczych, Autorka badała aktywność chitynolityczną i glukanolityczną *Trichoderma*, m.in. z użyciem liofilizatu ścian komórki patogena jako źródła węgla. Następnie w testach Biolog FF MicroPlate™ oceniała zdolności konkurencyjne szczepów *Trichoderma* z *Fusarium* na podstawie stopnia wykorzystania różnych substratów węglowych. Natomiast pośrednie oddziaływanie ochronne szczepów *Trichoderma* było analizowane na podstawie zdolności tych grzybów do stymulowania odporności w młodych roślinach pszenicy, a także do produkcji fitohormonów i związków chelatujących jony żelaza (konkurencja o jony żelaza jest jednym z mechanizmów ograniczania rozwoju patogenów z rodzaju *Fusarium*). Na podstawie tych testów Doktorantka wybrała cztery szczepy i sprawdziła ich działanie na wzrost i zdrowotność pszenicy w testach fitotronowych, w których rośliny były inokulowane zarodnikami *Trichoderma* i ko-inokulowane zarodnikami patogenicznego szczepu *Fusarium*. Badano również wpływ inokulacji *Trichoderma* na zagęszczenie patogena w ryzosferze roślin pszenicy.

Wrażenie robi szeroki zakres wykonanych badań, ilość analizowanych parametrów i wykonanych pomiarów. Z opisu analiz statystycznych wynika, że doświadczenia przeprowadzono w trzech niezależnych powtórzeniach, brakuje jednak informacji czy były one powtarzane w czasie. To pytanie odnosi się szczególnie do oceny oddziaływania szczepów *Trichoderma* w ko-inokulacji z *Fusarium*, w doświadczeniach fitotronowych z pszenicą, gdyż



wyniki tego typu testów mogą różnić się pomimo prowadzenia eksperymentu z kontrolowanymi warunkami.

W przedstawionej metodyce można było pominąć dokładne opisy składu standardowych podłoży mikrobiologicznych tak jak np. podłoże Martina czy PDA. Wystarczy podać odnośnik do literatury lub producenta. Podobnie, opisy używanych urządzeń można umieścić raz, a w dalszej części tekstu już ich nie wstawiać. Można również ograniczyć często używane zwroty typu „fitopatogen *F. culmorum* Fc37” lub „fitopatogeniczny grzyb .....", w większości przypadków wystarczy podawać numer szczepu np. „Fc37”.

W punkcie 3.4, dotyczącym określenia zdolności *Trichoderma* do hamowania kiełkowania makrokonidiów *F. culmorum*, brakuje opisu jak przygotowano zawiesinę makrokonidiów patogena. Dlaczego to tego testu użyto szczepy TvF48, TkZ3A0 i Fc37? Na jakiej podstawie wybrano te szczepy? To samo pytanie dotyczy wyboru szczepów antagonisty i *Fusarium*, w części opisującej ocenę oddziaływania *Trichoderma* w ko-inokulacji z *Fusarium* (część 3.12.), w doświadczeniach fitotronowych z pszenicą, gdzie zastosowano cztery szczepy *Trichoderma* i jeden ze szczepów *Fusarium*. Jedynie w przypadku wyboru siedmiu szczepów *Trichoderma* do oceny profili metabolicznych i zdolności konkurencyjnych oraz analiz aktywności metabolicznych grzybów i traktowanych nimi roślin pszenicy, zamieszczono krótkie wyjaśnienie w rozdziale Wyniki na str. 111.

W części 3.10. brakuje informacji na temat sposobu utrzymania wilgotności w szalkach podczas inkubacji nasion inokulowanych 1 ml zawiesiny konidiów badanych grzybów lub komercyjnymi elicytorami. Czy ten 1 ml zawiesiny zapewniał nasionom, a potem siewkom pszenicy, odpowiednią wilgotność przez cały okres inkubacji (5 – 10 dni w temp. 20 °C)?

Dlaczego liczebność grzybów *Fusarium* w próbach gleby z doświadczenia w fitotronie oceniano na pożywce Martina a nie na selektywnym dla *Fusarium* podłożu Komada? Czy potwierdzono, że kolonie uznane za *Fusarium* faktycznie należały do tego rodzaju grzybów? Mogą być one mylone z innymi grzybami, szczególnie jeśli kolonie są drobne.

Rozdział **Wyniki** jest bardzo obszerny i zajmuje aż 147 stron, głównie z powodu bardzo licznych tabel i wykresów. Szczególnie w tej części widać jaki ogrom pracy wykonała Doktorantka, zarówno w zakresie analiz biochemicznych jak i obserwacji mikroskopowych oraz dokumentacji fotograficznej obrazującej interakcje *Trichoderma* z grzybami patogenicznymi. Badania wykazały zdolności mykopasożnicze badanych szczepów *Trichoderma* wobec *Fusarium*, poparte wynikami wskazującymi na silną aktywność glukanolityczną i chitynolityczną tych grzybów, szczególnie w obecności liofilizatu ściany komórkowej patogena. Ocena profili metabolicznych grzybów pozwoliła stwierdzić istotne różnice w ilości i intensywności wykorzystywania różnych substratów węglowych między szczepami *Trichoderma* i *Fusarium*. Stwierdzono jednak, że *Trichoderma* mogą zasiedlać podobną niszę jak *F. culmorum* i *F. oxysporum*. Przy czym mogą skutecznie konkurować z *Fusarium* o konieczne dla rozwoju jony żelaza. Ponadto grzyby *Trichoderma* wykazywały zdolności do indukowania odporności w roślinach pszenicy zwiększając aktywność enzymów markerowych odporności, głównie PAL, TAL i GPX w korzeniach. Wszystkie szczepy produkowały również intensywnie związek

fitohormonalny – kwas giberelinowy. Zdolności szczepów *Trichoderma*, wybranych na podstawie wyników wykonanych analiz, do stymulacji wzrostu i ochrony roślin pszenicy, potwierdzono w testach fitotronowych z roślinami ko-inokulowanymi zarodnikami grzybów antagonistycznych i patogena.

Wyniki opracowane są bardzo starannie. Jednak główna uwaga do tej części manuskryptu dotyczy pokazywania tych samych wyników zarówno w tabelach jak i na wykresach. Wystarczy tabela lub wykres, przedstawione jak najbardziej przejrzystie. Pozwala to prześledzić wyniki i ocenić, na podstawie oznaczeń statystycznych, czy różnice pomiędzy nimi są istotne tak, aby można było je właściwie interpretować. W pracy, wyłącznie na wykresach przedstawiono rezultaty porównań statystycznych uzyskanych średnich (w opisach pod rysunkami brakuje odniesień do przeprowadzonych obliczeń statystycznych). W tej sytuacji właściwe byłoby usunięcie tabel dublujących prezentowane dane, co znacznie ograniczyłoby objętość manuskryptu i ułatwiło analizę wyników.

W opisach wyników analiz wykonanych dla poszczególnych, badanych parametrów aktywności *Trichoderma* lub reakcji inokulowanych roślin, brakuje mi krótkich, ogólnych podsumowań np.: które ze szczepów odznaczały się największą aktywnością, produkowały najwięcej/najmniej metabolitów lub najsilniej indukowały szlaki metaboliczne w roślinie; w jakiej części rośliny (łodyga, korzeń) reakcje były wyraźniejsze, a także jak to wyglądało ogólnie w zależności od temperatury lub czasu inkubacji. Ze względu na ilość zamieszczonych wyników, takie podsumowania ułatwiłyby ocenę rodzaju mechanizmu działania i aktywności poszczególnych szczepów. Takim podsumowaniem, w niektórych podrozdziałach Wyników mogłyby być interpretacje map cieplnych. Jednak tych interpretacji brakuje.

W opisach oceny profili metabolicznych wyselekcjonowanych szczepów *Trichoderma* i *Fusarium* w systemie Biolog, Autorka informuje, że „System Biolog FF MicroPlate okazał się nie w pełni wystandaryzowany do analizy profilu metabolicznego fitopatogena *F. graminearum* Fc36 w zastosowanych warunkach temperatury i czasu inkubacji”. Czy Doktorantka może dokładniej wyjaśnić co mogło być tego przyczyną? W takiej sytuacji wyniki dotyczące *F. graminearum* Fc36, wyrażone w większości przypadków wartością „0”, nie powinny być uwzględniane w tabelach lub na wykresach.

W części 4.6.8., dotyczącej zdolności szczepów *Trichoderma* do kolonizacji korzeni pszenicy, opisano tylko szczep TkZ3A0. Czy tylko kolonizacja korzeni przez ten jeden szczep była badana, czy były też badane inne szczepy, ale przykładowo przedstawiono wyniki tylko dla TkZ3A0? To powinno być wyjaśnione w tekście. Dlaczego akurat ten szczep został wybrany do badania zdolności kolonizacji korzeni?

W części 4.6.10. należy wyraźnie zaznaczyć, że inokulacja nasion pszenicy zarodnikami *Trichoderma* powodowała ograniczenie wzrostu korzeni siewek, szczególnie w początkowym okresie wzrostu. Natomiast w części 4.7.1. pt. „Określenie parametrów wzrostu w hodowlach płynnych”, jak również w części 4.7.2., dotyczącej analizy metabolitów o charakterze fitohormonów, Doktorantka podaje w tekście bardzo dużo wartości liczbowych i to z dokładnością do dwóch cyfr po przecinku. Taka szczegółowość nie jest konieczna i utrudnia czytanie. Ponadto na trzech, bardzo złożonych wykresach w części 4.7.2. przedstawiono wartości



stężenia fitohormonów w odniesieniu do trzech parametrów wzrostu grzybów w kulturach płynnych w danej temperaturze inkubacji. Natomiast w tekście uzyskane wyniki są omawiane „odwrotnie” – w kontekście jednego parametru wzrostu w zależności od różnych temperatur inkubacji. Należy ujednolicić to co jest na wykresach i w opisie. Uważam, że przedstawienie wyników na wykresach zgodnie z systemem opisu w tekście jest wygodniejsze pod względem śledzenia i interpretacji wyników (tj. np. stężenie IAA w różnych temperaturach inkubacji w odniesieniu do pH na jednym wykresie, a w odniesieniu do suchej masy grzybni lub białka na kolejnych wykresach). Wskazana byłaby również modyfikacja wykresów w celu ich powiększenia. Ta uwaga odnosi się do większości rycin złożonych z wielu wykresów.

W tabelach 4.48 i 4.49 powinny być zaznaczone różnice statystyczne dla średnich długości/masy łodyg i korzeni. Natomiast wyliczenia procentowe wobec kontroli są przedstawione na wykresach i nie ma sensu ich dublować w tabeli.

Z opisu rezultatów doświadczenia w fitotronie wynika, że ko-inokulacja nasion pszenicy *Trichoderma* i *Fusarium* ograniczała porażenie w dodatnio wpływała na wzrost roślin w porównaniu do kontroli oraz roślin skażonych *Fusarium*. Fotografia 4.77 na stronie 244 pokazuje jednak, że korzenie ko-inokulowanych roślin są wyraźnie mniejsze niż roślin inokulowanych *Fusarium*. Jak to można wyjaśnić?

Rozdział **Dyskusja** jest napisany jasno i poprawnym językiem. W tym rozdziale Doktorantka skonfrontowała wyniki własnych badań z rezultatami opisanymi w literaturze. Opisała również rolę badanych metabolitów produkowanych przez *Trichoderma* lub indukowanych w roślinach, w interakcjach pomiędzy mikroorganizmami i roślinami. Tekst jest opracowany bardzo sumiennie, z obszernym wykorzystaniem literatury fachowej. Jednak, w tym rozdziale brakuje analizy i własnej interpretacji uzyskanych wyników w odniesieniu do poszczególnych, badanych szczepów *Trichoderma*, w celu podjęcia próby oceny ich potencjału ochronnego i zdefiniowania możliwych mechanizmów działania wobec patogenicznych szczepów *Fusarium* w uprawach pszenicy. **Podsumowanie** jest zbyt ogólne, brakuje konkretnego wskazania szczepów *Trichoderma* o największym potencjale do wykorzystania w biologicznej ochronie pszenicy przed fuzariozą. Wskazanie tych szczepów stanowiłoby cenną informację i podstawę do opracowania preparatów komercyjnych.

**Wnioski** zostały przygotowane w 20 punktach, w których Autorka wyszczególnia rezultaty swojej pracy. Wnioski są właściwe, ale należałoby je skrócić - opracować bardziej syntetycznie. Drobne uwagi korekcyjne tekstu wymieniłam w załączniku 1.

Generalnie praca jest napisana bardzo dobrym językiem i dobrze się ją czyta, a przedstawione w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają poziomu merytorycznego rozprawy. Założenia pracy są właściwe, a przyjęta metodologia prawidłowa. Rozprawę doktorską Pani mgr Tyśkiewicz oceniam dobrze, chociaż sposób przedstawienia wyników wymagałby korekty, a rozdział Dyskusja poszerzenia o własną interpretację wyników i bardziej precyzyjnego podsumowania. Za niezwykle cenny uważam dobór tematyki oraz szeroki zakres wykonanych prac.

Podsumowując, uważam, że przedstawiona do oceny praca odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim. Wnoszę zatem do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Nauk Biologicznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie o dopuszczenie Pani mgr. Renaty Tyśkiewicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Recenzję przygotowała dr hab. Magdalena Szczech, prof. IO

