

RECENZJA

pracy doktorskiej Pani mgr Agaty Kućko pt. **"Charakterystyka strefy odcinania kwiatów łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) oraz udział kwasu abscysynowego i etylenu w jej funkcjonowaniu"**

Wejście rośliny w generatywną fazę rozwoju wymaga wytworzenia nowych organów – pędów generatywnych z pojedynczymi kwiatami lub kwiatostanami, a potem owoców i nasion, które zapewniają sukcesję kolejnego pokolenia. Spełnienie tej roli wymaga jednak akumulacji w nasionach wysokiej, albo bardzo wysokiej ilości substancji zapasowych, bogatych w energię metaboliczną, takich jak węglowodany tłuszcze oraz zapasowe białka, które muszą zaopatrzyć siewkę w energię do momentu, gdy wytworzy ona własne zielone organy wegetatywne. Prawidłowe wypełnienie nasion jest dla rośliny macecznej dużym wysiłkiem i ma charakter decyzji o krytycznym znaczeniu. Musi ona bowiem pogodzić przeciwstawne wymagania – wytworzyć jak największą liczbę nasion oraz zapewnić tym nasionom pełne zaopatrzenie energetyczne. Nic więc dziwnego, że rozwój generatywny podlega regulacji przez wiele niezależnych mechanizmów. Trzy pierwsze czyli fotoperiodyzm, wernalizacja i w pewnym stopniu także spoczynek nasion, działając „zero – jedynkowo” czyli „jakościowo”, optymalizują moment zainicjowania fazy generatywnej. Zwykle jednak skutek ich działania jest „nadmiarowy”, ponieważ powstaje zbyt duża liczba zawiązków kwiatów, których roślina nie zdołałaby utrzymać. Dlatego w dalszej kolejności włączają się mechanizmy ilościowej kontroli liczby zawiązków organów generatywnych. W ich wyniku następuje aborcja, czyli odrzucanie nadmiarowej liczby tych organów, co umożliwia wypełnienie organów pozostawionych. Mechanizm tej regulacji jest więc tak samo kluczowo ważny, jak wcześniej wspomniane procesy, zapewniając prawidłowe wypełnienie nasion, a w końcowym rozrachunku, u roślin uprawnych, wyżywienie wszystkich mieszkańców Ziemi.

Są to główne powody, dla których uważam, że problem, któremu poświęcona jest niniejsza rozprawa, jest niezwykle ważny i wart szczegółowego zbadania. Spowodowało to, że chętnie przystąpiłem do wykonania recenzji i to moje pozytywne odczucie, utrzymało się aż do jej zakończenia. Na korzyść Doktorantki przemawia też fakt, że swoje badania zaplanowała i przeprowadziła na roślinie uprawnej – łubinie żółtym, przez co jej praca nabrała charakteru także praktycznego, o czym świadczy fakt, że badania te były w części finansowane w ramach dwóch edycji tzw. Programu Wieloletniego, którego celem jest zwiększenie produkcji i wykorzystania krajowych źródeł białka paszowego, którego jednym z głównych źródeł są rośliny strączkowe, a wśród nich żółty łubin. Oczywiście musimy zdawać sobie sprawę z tego, że żadna roślina nie ma nieograniczonej zdolności do wytwarzania nasion, więc zablokowanie aborcji nadmiaru kwiatów byłoby dla niej katastrofalne. Jeślibyśmy jednak zamierzali wykorzystać poznanie tego mechanizmu do zmniejszenia natężenia aborcji, musielibyśmy przyjąć, że roślina dysponuje rezerwami troficznymi, a więc teoretycznie mogłaby wytworzyć więcej nasion, aniżeli czyni to w konkretnych warunkach polowych. Są dane wskazujące, że tak jest faktycznie. W naszych

wcześniejszych badaniach pokazaliśmy, że po usunięciu części liści, spadek plonu zawsze jest mniejszy aniżeli stopień zmniejszenia powierzchni liści. Ponadto, jeśli zastosowaliśmy okresową suszę, która wymusiła odpadanie kwiatów, a następnie przywróciliśmy optymalne nawadnianie roślin, wówczas powstawały nasiona o większej masie jednostkowej, co oznaczało, że roślina „przeszacowała” niekorzystny skutek suszy i potem, nie mogą już wytworzyć nowych kwiatów, z konieczności lepiej zaopatrzyła te pozostałe w materiał zapasowe. Tak więc, zamierzając ingerować w liczebność kwiatów, czyli decydować za roślinę, jaki plon zdoła wytworzyć, musimy wcześniej określić maksymalną jej zdolność do produkcji asymilatów przy optymalnej agrotechnice, stosowanej przez cały okres wegetacji roślin.

Uwagi ogólne o pracy

Rozprawa zaczyna się spisem treści, wykazem skrótów oraz łacińskich i polskich nazw gatunkowych roślin występujących w rozprawie, streszczeniem polsko- i angielskojęzycznym, wprowadzeniem w tematykę pracy, sformułowaniem celu badawczego, opisem materiału roślinnego i zastosowanych metod badawczych. Dalej następuje prezentacja wyników i ich dyskusja. Praca kończy się spisem cytowanego piśmiennictwa oraz spisem rycin, fotografii i tabel. Stwierdzam zatem, że przedstawiona rozprawa ma strukturę klasyczną i kompletną.

Rozprawa jest dość obszerna, obejmuje 209 stron, w skład których wchodzi 57 rycin, 20 fotografii, 21 tabel oraz 419 pozycji literatury. Napisana została komunikatywnym językiem, niesprawiającym trudności w czytaniu.

Do spisu treści wkraść się złośliwy chochlik, prawdopodobnie drukarski, który tam solidnie zamieszkał. No cóż, zdarza się. Prawdopodobnie była to wina automatycznej edycji podtytułów, zaś winą Doktorantki jest, że tego faktu nie dostrzegła. Na Jej pocieszenie zauważę, że ja sam już prawie napisałem, że „w spisie treści nie doszukałem się ani jednej nieścisłości” i dopiero potem zorientowałem się, że tam właśnie tkwi „mina”. Wykaz kilkudziesięciu gatunków roślin, występujących w rozprawie, trochę mnie zaskoczył, bo pamiętałem, że tytułową rośliną jest żółty łubin, ale doceniam dokładność Doktorantki w tym względzie.

Streszczenie, dobrze, że umieszczone na początku pracy, napisane zostało rzeczowo i z wyczuciem optymalnego stopnia szczegółowości.

Wstęp (Przegląd literatury)

Pierwszą część wstępu stanowi szczegółowy opis procesów obejmowanych wspólnym mianem odcinania organów, najczęściej kwiatów i liści. Przez „procesy” rozumiem zarówno te biochemiczne, jak i molekularne, genetyczne, wreszcie cytologiczne i histologiczne. To są jednak skutki, natomiast wywołują je czynniki, zarówno egzo- jak i endogennej natury. Myślę, że u łubinu (i chyba także u innych strączkowych) głównymi czynnikami wywołującymi odcinanie kwiatów są nadmiar zawiązanych pąków kwiatowych oraz za mała dostępność substancji pokarmowych, np. z powodu utraty liści, lub z powodu utrzymującej się suszy, ograniczającej fotosyntezę. Jednak wielość czynników realizujących odcinanie jest zaskakująca. W szczególności zastanawiam się, czy ten proces nie jest zbyt „kosztowny metabolicznie”, bo może być tak, że aby zaoszczędzić energię metaboliczną na dalszy rozwój nadmiarowych organów, trzeba wcześniej wydatkować sporo energii. W każdym razie z informacji zawartych we wstępie wynika, że dwa fitohormony: ABA i

etylen wydają się być głównymi efektorami w procesie odcinania organów, a inne czynniki molekularne, czy enzymatyczne składają się na ostateczne stężenie obydwu hormonów. Natomiast mnie, jako fizjologa interesuje także proces „selekcji” kwiatów do odrzucenia. Oczywiście mogłoby być tak, że żadnej selekcji nie ma, ale chyba jednak tak nie jest. W takim zaś razie musiałyby istnieć jakiś „pierwszy” czynnik, który „naznaczałby” kwiaty, a w nich rozwijałby się następnie proces aborcji. Ten czynnik musiałby dokonywać wyboru, nie mógłby spowodować aborcji wszystkich kwiatów, ani też nie mógłby nie wskazać żadnego. Takim czynnikiem mógłby być czas i związane z nim miejsce danego kwiatu w strefie owocowania, bo różne części strefy owocowania charakteryzują się różną efektywnością zawiązywania strąków. Chyba jednak nie jest tak, że kwiaty są „napiętnowane” już w fazie pąków, bo wtedy „taniej” byłoby odrzucać pąki kwiatowe albo nawet ich zawiązki. Swego czasu pokazaliśmy, że jeśli wcześniej usunąć pewną część kwiatów, tak, że jest ich za mało, jak na możliwości rośliny, wówczas wszystkie kwiaty przekształcają się w strąki, a więc też i te, które odpadłyby w toku naturalnego procesu odrzucania. To zaś oznacza, że potencjalnie wszystkie kwiaty są pełnowartościowe i gotowe do przekształcenia w strąki. Zależałoby mi bardzo na tym, aby Doktorantka przedstawiła swój punkt widzenia.

I druga kwestia do dyskusji. Proszę, aby Doktorantka spróbowała przedstawić rolę wierzchołka głównego pędu w regulacji liczebności kwiatów w dwóch aspektach: 1) czas trwania aktywności wierzchołka, czyli liczba pięter na pędzie głównym, na tle liczby owocujących pięter i 2) dominacja wierzchołkowa czyli możliwość wytwarzania i liczba bocznych pędów, które różnią się od pędu głównego efektywnością zawiązywania strąków.

Podkreślam jednak, że wysoko oceniam profesjonalizm Doktorantki i jej wysoki stopień opanowania wiedzy na temat , procesu tak interesującego i przy tym ważnego dla powodzenia sukcesji w następnych pokoleniach, że już nie wspomnę o „przyziemnym” troficznym aspekcie.

Autorka zastosowała pomysłowy sposób przedstawienia celu badań. Najpierw przedstawiła bardzo skrótowo, niejako streściła przegląd literatury, różne aspekty procesu odrzucania kwiatów i przesłanki do dalszych badań, czyli właśnie cele swojej pracy. Cele te sformułowała jako: „.... charakterystyka strukturalna strefy odcinania kwiatów (*Lupinus luteus* L.), zbadanie przemian biochemicznych i molekularnych w niej zachodzących oraz określenie udziału kwasu abscysynowego i etylenu w regulacji procesu separacji.” Cele te uznaję za uzasadnione, a ich realizację, w postaci dziesięciu etapów eksperymentalnych – za logiczną. Poza tym przyznaję, że sprowokowały mnie one (a ja się tej prowokacji chętnie poddałem) do zastanowienia się nad przedstawionym zagadnieniem, za co autorce dziękuję.

Materiał i metody

Rozdział ten został przedstawiony obszernie, co nie dziwi, biorąc pod uwagę wielość wątków analitycznych. Wydaje mi się, że vegetacja siewek i młodych roślin odbywała się w trochę zbyt wysokiej temperaturze 22°C, na co wskazują trochę za bardzo „wyciągnięte” łodygi. Agrotechniczny termin siewu tubinu (przełom marca i kwietnia) sugeruje, że kiełkowanie i wzrost młodych siewek odbywa się w temperaturze około 10°C lub mniej, co sprzyja wytworzeniu niższej rośliny, z niemal „rozetką” dolnych liści. Oczywiście nie próbuję sugerować, że początkowa temperatura wzrostu siewek mogła mieć wpływ na wyniki analiz i końcowe wnioski, ale przyznam

się, że w tym roku sam przekonałem się naocznie, jaki jest wpływ początkowej temperatury wzrostu siewek na pokrój roślin, więc chciałem się tą wiedzą podzielić.

Badania wykonano na bardzo ciekawym materiale roślinnym, jakim były fragmenty szypułek kwiatowych w różnym stadium rozwojowym, lub samych szypułek po uprzednim odcięciu kwiatu, który to zabieg stymulował powstawanie strefy odcinania, jednak musiał towarzyszyć mu silny stres mechaniczny, co mogło utrudnić właściwe obserwacje. Myślę, że mógłbym zaproponować zmodyfikowany model eksperymentalny.

W dalszej części tego rozdziału Doktorantka zestawiała kolejne grupy odczynników, a więc substancje hormonalne do aplikacji do wnętrza roślin, odczynniki chemiczne i ich fabryczne zastawy, żele do elektroforezy, pożywki, bakterie, markery wielkości i wreszcie elementy „niematerialne” w postaci specjalizowanego oprogramowania. Następnym segmentem tego rozdziału jest opis zastosowanych metod analitycznych. Wykaz ten jest tak bogaty, że nie byłoby zasadne, aby wszystkie te metody wymieniać, a poza tym budzi niekłamane zdziwienie, że Doktorantka zdołała opanować wszystkie metody analityczne zwłaszcza, że są to metody od molekularnych, poprzez immunologiczne, histologiczne, do metod badania procesów apoptozy.

Wyniki

Jest to najobszerniejszy rozdział w całej rozprawie. Autorka uzyskała następujące ważniejsze wyniki:

- zlokalizowała obie formy strefy odcinania (aktywną i nieaktywną) i określiła ich strukturę histologiczną, w tym wielkość komórek i ich upakowanie w tkance, a ponadto już na wstępie pokazała wpływ aplikacji ABA i etylenu na strukturę tej strefy, a dokładnie na zachodzące w niej zmiany w kierunku upodabniającym ją do strefy aktywnej,
- pokazała różnice w ultrastrukturze obydwu typów strefy odcinania i paradoksalnie, wydawało mi się, że komórki strefy aktywnej wykazują przejawy podwyższonej aktywności, chyba, że chodzi o podwyższoną aktywność degradacyjną,
- pokazała, że istotny atak na strefę odcinania jest skierowany na destrukcję błon komórkowych, poprzez oksydację i rozkład ich fosfolipidów. Faktycznie, pokonanie selektywności membran komórkowych jest pierwszą drogą do degradacji komórek w strefie odcinania. Lipazy i lipoksygenazy działają raczej jako narzędzie do niszczenia błon komórkowych, natomiast na rycinach 15 i 16 widać, że zarówno ABA jak etylen mogą działać jako sterowniki dla tych narzędzi.
- podobne do poprzednich wyniki uzyskała Doktorantka analizując zmiany ekspresji genu metyloesterazy pektynowej,
- w aktywnej strefie odcinającej ujawniły się strefy martwych komórek, co wskazywało na aktywację mechanizmu programowanej śmierci komórek,
- w tej strefie Autorka wykazała obecność zarówno niespecyficznego ROF, jak i H_2O_2 ,
- ostatni wynik skłonił Ją do zbadania aktywności i lokalizacji peroksydazy. Jak wykazała, w aktywnej strefie odcinania widać silny sygnał POX, stymulowany dodatkowo przez ABA i etylenu.

Osobnym problemem badań było zbadanie obecności w szypułkach kwiatów i analiza pełnej sekwencji genu LIBOP, a także kodowanego przezeń białka, bezpośrednio indukującego powstawanie blaszki odcinającej. W ramach tych badań Doktorantka uzyskała następujące wyniki:

- zidentyfikowała gen LIBOP obecny w szypułkach kwiatów i następnie wyznaczyła sekwencję aminokwasową jego białka,
- pokazała, że ekspresja genu LIBOP jest w aktywnej strefie odcinania wyższa niż w nieaktywnej lub sztucznie aktywowanej,
- wykazała też, że etylen indukuje, a jego inhibitor hamuje ekspresję LIBOP, co potwierdza postulowaną fizjologiczną funkcję tego genu w aktywowaniu strefy odcinania.

Ostatnim segmentem wyników było zbadanie fizjologicznego podłoża hormonalnej kontroli strefy odcinania i przez to odrzucania kwiatów przez etylen i ABA.

- etylen wzmacniał aborcję kwiatów, zaś jego inhibitory obniżały procent aborcji i to znacznie poniżej poziomu kontroli, co wydaje się oznaczać, że inhibitory te hamowały działanie także endogenne etylenu,
- Doktorantka zidentyfikowała geny uczestniczące w syntezie etylenu, a więc gen syntazy oraz oksydazy ACC, uzyskała pełną ich sekwencję nukleotydową oraz sekwencję aminokwasową produktów ich translacji,
- stwierdziła silny wzrost poziomu ekspresji obydwu genów w kolejnych stadiach rozwoju kwiatów, a także dużo wyższą ekspresję w aktywnej i eksperymentalnie aktywowanej strefie odcinania, w porównaniu ze strefą nieaktywną.
- egzogeny ABA, podobnie jak etylen, zwiększał procent aborcji kwiatów, a inhibitor jego syntezy cofał ten efekt, jednak wpływ ABA był słabszy,
- Doktorantka ustaliła sekwencję cDNA genu LiZEP, kodującego białko enzymatyczne, uczestniczące w syntezie prekursora ABA. Ekspresja tego genu osiągała dwukrotnie maksymalną wartość, w młodym i następnie w zaawansowanym stadium rozwoju pąka kwiatowego i kwiatu (Ryc 47). **Czy Doktorantka mogłaby podać hipotetyczną przyczynę takiego przebiegu tego procesu** na tle wyników ryciny 48?

Ostatnia grupa wyników dotyczy współdziałania etylenu i ABA w działaniu strefy odcinania.

- Autorka wykazała, że inhibitor działania etylenu całkowicie znosił działanie ABA,
- poziom prekursora etylenu (ACC) zwiększał się krótko po podaniu ABA, natomiast gwałtownie zmniejszał się po podaniu inhibitora jego syntezy.

Podsumowując ten rozdział rozprawy stwierdzam, że Doktorantka przeprowadziła wyjątkowo kompletne i usystematyzowane badania, zmierzające do wszechstronnej oceny efektywności dwu fitohormonów: etylenu i ABA, w wykształcaniu się aktywnej strefy odcinania kwiatów, na przykładzie roślin łubinu żółtego. Wyniki te poddała wielokrotnej kontroli, poprzez ocenę wpływu na ten proces, prekursorów tych hormonów, ich inhibitorów, enzymów prowadzących do ich syntezy, a nawet ekspresję genów tych enzymów. Tym sposobem uzyskała doskonale udokumentowane i niebudzące wątpliwości, wyniki. Są one przykładem obiektywnej i uzasadnionej naukowo metodologii badań. W moim przekonaniu rozprawa zawiera bardzo dużo wartościowych wyników, w zupełności wystarczających na bardzo dobrą rozprawę doktorską.

Dyskusja

Na początek tego rozdziału pozwolę sobie zgłosić do dyskusji kwestię doboru materiału do badań (strefy NA, AZ i AK), aczkolwiek rozumiem, że problem ten, jeśli mu się bliżej przyjrzyć, może być bardzo trudny, albo wręcz niemożliwy do jednoznacznego zdefiniowania. Oto pytania:

- czy mamy pewność, że szypułki kwiatów w 5 stadium rozwojowym, jeśli nie wykazują zewnętrznych symptomów starzenia, to nie wykształcają strefy odcinania? Prawdę mówiąc, możemy tak stwierdzić z całą pewnością dopiero, kiedy zawiązą albo wykształcą strąki. Nie znamy bowiem sposobu przyżyciowego stwierdzania obecności tej strefy w danej szypułce,
- mamy taką pewność, kiedy widzimy, że szypułka się starzeje, ale gdyby proces AZ dopiero się zaczynał, to już nie jestem tego taki pewien,
- w przypadku indukowanego procesu AK, wydaje się, że mamy taką pewność, jednak można się zastanawiać nad fizjologicznym sensem odrzucania organu, którego nie ma, bo został wcześniej odcięty. Poza jest to nałożenia się dwóch procesów: usunięcia organu generatywnego oraz stresu mechanicznego uszkodzenia. Jak je rozdzielić – po prostu sam nie wiem.

My, w dawnych eksperymentach, stosowaliśmy inny sposób uzyskiwania skrajnie zróżnicowanych obiektów, poprzez zróżnicowanie stanu wyjściowego, czyli roślin kontrolnych, gdzie odpadała mniej więcej połowa kwiatów. Okazało się że, jeśli z roślin kontrolnych usunięto 4/5 liści, wówczas ponad 95% kwiatów odpadało, a więc praktycznie wszystkie wykształcały AZ. Jeśli jednak z tych roślin usunęliśmy przynajmniej 2/3 zawiązków kwiatów, wówczas wszystkie pozostałe kwiaty przekształcały się w dojrzałe strąki, a więc ich strefa odcinania pozostawała w permanentnym stanie NA. Przyznaję jednak, że eksperymenty te wykonaliśmy na roślinach bobiku, więc może pojawiłyby się nieoczekiwane problemy w przypadku użycia żółtego łubinu.

Wracając jednak do ocenianej rozprawy, z pozytywnym zaskoczeniem zauważam, że Doktorantka rozpoczęła ten rozdział od przedyskutowania, czy raczej uzasadnienia, doboru obiektów do badań porównawczych. Natomiast odnośnie dalszej dyskusji, wiem, że w kompletnej rozprawie doktorskiej, tak jak w kompletnej publikacji, musi być dyskusja, pozwalająca na odwołanie się do opinii innych. Chciałbym jednak zgłosić, może trochę kontrowersyjną uwagę, że w przypadku tak kompletnej i całościowej pracy, gdzie problem zgłoszony w tytule, a więc udział etylenu i ABA w powstawaniu strefy odcinania, która jest „zmorą” rolników, bo decyduje o wielkości plonu, został wyjaśniony w stopniu, mało powiedzieć, wystarczającym. Poszczególne eksperymenty wykazują daleko idącą konsekwencję, a ich wyniki pozostają w logicznej i merytorycznej zgodności. Uważam zatem, że po szybkim przygotowaniu i wydaniu kilku publikacji, to raczej inni powinni poszukiwać zgodności swoich wyników z wynikami publikacji Doktorantki. Mimo to jednak stwierdzam, że przeprowadziła ona porządną dyskusję, choć podejrzewam, że nie miała z tym większych problemów. Dyskusję kończy jasny i klarowny model odcinania kwiatów, zwróciłem przy tym uwagę na pozornie drobny szczegół – otóż pod ryciną 57 widnieje uwaga „Szczegółowy opis w tekście. Opracowanie własne” Rzadko się zdarza, że doktorant ma prawo tak właśnie napisać, bo zwykle w tym miejscu widnieje napis „według XX, zmienione”.

Podsumowanie i wnioski

Autorka podsumowała wyniki swojej pracy, wyróżniając przy tym siedem, które uznała za pionierskie. Sądzę, że nie były to wszystkie „pionierskie” wnioski, jakie znalazły się w pracy, ale uznaję taką właśnie decyzję Doktorantki. Po nich następuje sformułowanie wniosku ogólnego, a ze względu na tę jego ogólność, naturalnym jest, że wniosek ten jest tylko jeden.

Nie traktuję tego jak łyżki dziegciu w beczce miodu, raczej jak szczyptę soli, która może podkreślić ogólną słodycz. Myślę, że Pani Agata Kućko pozostawia jeszcze coś do zbadania innym, a może sobie samej w przyszłości. Powraca mi na myśl problem pierwszego czynnika, który inicjuje kaskadę następnych etapów procesu odcinania. Wprawdzie Autorka sprytnie umieściła w lewym dolnym rogu swojego schematu strzałkę, która sugeruje, że to czynnik LIBOP może być tym pierwszym, który inicjuje powstawanie AZ, jednak gdyby nawet tak było i tak powstałby problem, jaki to czynnik indukuje LIBOP właśnie w tych, a nie w innych szypułkach. Zatem na szczęście jest jeszcze coś do zrobienia.

Spis literatury

Nie mam uwag, zwłaszcza krytycznych, co do doboru cytowanych publikacji, których autorka zebrała bardzo dużą liczbę (419), choć jest to zupełnie zrozumiałe, mając na uwadze dużą różnorodność omawianych w pracy zagadnień.

Wniosek końcowy

Wyrażam zdecydowaną opinię, że przedstawiona przez Panią Agatę Kućko rozprawa doktorska, stanowi ważny element wysiłków eksperymentalnych biologów roślin i to o daleko „pozapolskim” zasięgu, w kierunku opracowania i weryfikacji mechanizmu procesu bardzo ważnego z poznawczego punktu widzenia, ale bodaj jeszcze ważniejszego, jako czynnika określającego wielkość plonu u strączkowych roślin uprawnych. Śmiało można stwierdzić, że Pani mgr Kućko w swojej rozprawie dokonała bardzo ważnych ustaleń i równocześnie wytyczyła nowe drogi badawcze dla przyszłych badań. Przedstawiona rozprawa spełnia z nadwyżką wszystkie kryteria wymagane dla dysertacji doktorskiej. Wnioskuje więc o dopuszczenie Pani mgr Agaty Kućko do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Doceniam aktualny charakter tematu rozprawy, jej logiczny zamysł i założone cele, a także uzyskanie wielu, nowych wyników i ustalenie nowych faktów dotyczących podstawowego mechanizmu ilościowej regulacji plonowania roślin strączkowych, na przykładzie żółtego łubinu. Doktorantka wykorzystwała w swojej pracy liczne i, co najważniejsze, różnorodne techniki badawcze. Powtórzę to, co napisałem wcześniej, że mgr Kućko w swojej rozprawie wytyczyła nowe i oryginalne drogi badań. Ważne jest też i to, że niniejsza rozprawa jest w literaturze naukowej pierwszym tak wszechstronnym podejściem do zagadnienia odrzucania nadmiarowych organów generatywnych, na przykładzie roślin strączkowych. Daje mi to podstawy do zakończenia recenzji wnioskiem o wyróżnienie rozprawy.



Prof. dr hab. Franciszek Dubert