



**INSTYTUT FIZJOLOGII ROŚLIN**  
*im. Franciszka Górskiego*  
**POLSKIEJ AKADEMII NAUK**  
**POLISH ACADEMY OF SCIENCES**  
*The Franciszek Górski*  
**INSTITUTE OF PLANT PHYSIOLOGY**

dr hab. Ilona Czyczyło-Mysza, prof. IFR PAN  
Instytut Fizjologii Roślin  
Polska Akademia Nauk  
ul. Niezapominajek 21  
30-239 Kraków

Kraków, 27.02.2023

Wpłynęło dnia:

06. 03. 2023

Dziekanat Wydziału  
Biotechnologii i Ogrodnictwa URK

### RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Anny Szczerby pt.: „Fizjologiczne, mikrobiologiczne i molekularne aspekty plonowania soi (*Glycine max* L.)” wykonanej w Katedrze Fizjologii, Hodowli Roślin i Nasiennictwa na Wydziale Rolniczo-Ekonomicznym Uniwersytetu Rolniczego *im. Hugona Kollątaja* w Krakowie pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. inż. Agnieszki Płażek i promotora pomocniczego dr inż. Magdaleny Wójcik-Jagły.

### UZASADNIENIE WYKONANIA RECENZJI

Recenzję wykonano na podstawie uchwały nr RD-106/2022 Rady Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego *im. Hugona Kollątaja* w Krakowie, z dnia 14 grudnia 2022 r.

### OCENA ZASADNOŚCI WYBORU TEMATU ROZPRAWY

Soja to roślina Dalekiego Wschodu, gdzie uprawia się ją od ponad 5000 lat. Obecnie jest jedną z najważniejszych roślin oleisto - białkowych uprawianych na świecie, a jej unikalny skład chemiczny sprawia, że jej wykorzystanie jest wszechstronne. Pod względem areału uprawy, który ciągle się zwiększa, zajmuje czwarte miejsce po pszenicy, kukurydzy i ryżu, a pierwsze wśród roślin bobowatych grubonasiennych. Zainteresowanie soją w Polsce ma ponad 100-letnią historię. Pierwsze próby aklimatyzacji soi podjęte pod koniec XIX wieku, nie były udane, ponieważ uzyskane formy miały zbyt długi okres wegetacji. Do 2012 r. powierzchnia uprawy soi w Polsce była niewielka i wynosiła ok. 300 ha, co spowodowane było m.in. dostępnością importowanej śrutu sojowej, brakiem rynkowej struktury w zakresie obrotu nasion czy błędami agrotechnicznymi.

W ostatnich latach obserwujemy duży postęp biologiczny w hodowli nowych odmian, które coraz lepiej przystosowane są do uprawy w warunkach Polski. Zmieniające się warunki klimatyczne związane ze wzrostem temperatury, liczbą dni słonecznych i wydłużaniem okresu wegetacyjnego oraz dobre wyniki plonowania soi spowodowały ponowne zainteresowanie tą rośliną, zarówno jej hodowlą jak i uprawą. Ponadto w wyniku rozwoju rolnictwa ekologicznego oraz zapotrzebowania krajowego na białko roślinne obserwuje się wzrost powierzchni uprawnej soi. Pomimo to soja jest dla nas ciągle gatunkiem „nowym”, ponieważ do tej pory nie była uprawiana na szerszą skalę i wymaga jeszcze wielu udoskonaleń biotechnologicznych. Stwierdzam, że nie ma

Adres/Address:  
Niezapominajek 21  
30-239 Kraków, Polska/Poland  
Bank: 31 1130 1150 0012 1266 3720 0001

Centrala/Phone: tel. +48 124251833  
Dyrekcja/Management: tel./fax + 48 124251844 (102)  
Księgowość/Chief Accountant: tel. +48 124251834 (104)  
Lab. Fitotron/Phytotron Lab.: tel. +48 124253301

Regon: 356730850  
NIP: PL 677-22-12-521  
e-mail: ifr@ifr-pan.edu.pl  
www.ifr-pan.edu.pl



wątpliwości, iż tematyka, która została podjęta przez Doktorantkę jest aktualna, o czym świadczy fakt, że praca doktorska Pani mgr inż. Anny Szczerby została wykonana w ramach programu wieloletniego MRiRW: „Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju”, obowiązującego w latach 2016 - 2020 ustanowionego na podstawie uchwały nr 222/2015 Rady Ministrów z dnia 15 grudnia 2015 r. Wszystkie obszary tego programu przewidują kontynuację działań w ramach transferu wiedzy do praktyki rolniczej. **Podjęty przez Doktorantkę trudny i ambitny temat może znaleźć zastosowanie w programach hodowlanych soi.**

## OCENA ROZPRAWY

Z dużym zainteresowaniem czytałam recenzowaną pracę, gdyż przypomniała mi ona początki mojej pracy naukowej, w której pracowałam z roślinami strączkowymi. Pani mgr inż. Anna Szczerba przeprowadziła szereg doświadczeń w ramach rozprawy doktorskiej, których celem było sprawdzenie, czy w obliczu zachodzących zmian klimatycznych jest możliwa uprawa średnio późnych i późnych odmian soi w warunkach polskiego klimatu. W pracy podjęto też temat wykorzystania biostymulatorów w celu zwiększenia plonowania soi. Badano również wpływ na rośliny szczepionek *Bradyrhizobium japonicum* od różnych producentów, pod względem wiązania wolnego azotu, plonowania, a także łagodzenia stresu suszy. W warunkach suszy badano stopień dyskryminacji węgla <sup>13</sup>C w celu sprawdzenia nasilenia recyklingu dwutlenku węgla w procesie fotosyntezy, pochodzącego z oddychania. Ponadto, przeprowadzono analizę ekspresji genów modulacji: *NIC1*, *NOD21* i *NORKb* pod wpływem szczepionek.

Dysertacja Pani mgr Anny Szczerby liczy 159 stron maszynopisu, w tym: 6 fotografii, 3 rysunki, 41 tabel i 16 wykresów. Została ona podzielona na jedenaście tematycznych rozdziałów, które zawierają: wprowadzenie, hipotezy badawcze, cel pracy, liczący 26 stron przegląd literatury z podrozdziałami, materiał i metody z wydzielonymi podrozdziałami, wyniki z podrozdziałami (62 strony) oraz dyskusję. Ponadto zawiera nienumerowany, pomocny dla czytelnika, wykaz skrótów umieszczony na początku rozprawy po spisie treści. Wprowadzenie podrozdziałów sprawiło, że praca ma przejrzystą strukturę, a informacje podawane są w uporządkowany sposób. Pracę kończą właściwie sformułowane wnioski, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz obejmujący 19 stron rozdział, zawierający 216 pozycji, z którego ponad 73 to literatura opublikowana w ciągu ostatnich 10 lat. Na końcu pracy załączono układ wszystkich doświadczeń omówionych w pracy w postaci nienumerowanej tabeli. Stosowana terminologia jest poprawna i nie budzi wątpliwości. Dysertacja ma typową strukturę dla prac badawczych. Została ona starannie wykonana, zastosowane w pracy badania eksperymentalne mają szeroki zakres, a uzyskane wyniki zostały przedstawione czytelnie.

Tytuł rozprawy doktorskiej odpowiada treści zawartej w pracy. **Wykaz stosowanych skrótów**, według mojej opinii, wymaga uzupełnienia o nazwy pochodzące z języka angielskiego (np.: HPLC, ang. *High-Performance Liquid Chromatography*; JA, ang. *Jasmonic Acid*; RWC, ang. *Relative Water Content*).

We **Wprowadzeniu** Autorka krótko informuje czytelnika o zagadnieniach, które są celem dysertacji. Następnie trzy hipotezy badawcze i cztery główne cele (wymienione powyżej) sformułowano w sposób jasny i prawidłowy.



**Przegląd literatury** to część pracy zapoznająca czytelnika z aktualnym stanem wiedzy na temat poruszanych w pracy zagadnień. Doktorantka omówiła w nim:

- 4.1. Opis botaniczny.
- 4.2. Wymagania klimatyczne i glebowe.
- 4.3. Wymagania wodne.
- 4.4. Znaczenie uprawy soi w Polsce.
- 4.5. Symbioza z bakteriami z rodzaju *Rhizobium* i opis szczepionek bakteryjnych stosowanych w uprawie roślin strączkowych.
- 4.6. Łagodzenie efektów stresowych na plonowanie soi.
  - 4.6.1. Reakcje roślin na wpływ stresów środowiskowych.
  - 4.6.2. Rola fitohormonów w reakcji odpornościowej na stresy.
  - 4.6.3. Biostymulatory stosowane w uprawie roślin.
  - 4.6.4. Reakcje obronne roślin na deficyt wody.
  - 4.6.5. Rola hormonów w reakcji roślin na suszę.
- 4.7. Rola reduktazy azotanowej w przemianie azotanów.
- 4.8. Rola cukrów w procesach życiowych roślin.
- 4.9. Wykorzystanie metody oznaczenia dyskryminacji izotopów węgla  $^{13}\text{C}$  i azotu  $^{15}\text{N}$ .
- 4.10. Ocena wpływu stresów środowiskowych na wzrost i rozwój roślin.
  - 4.10.1. Określanie stanu fizjologicznego roślin metodą pomiaru fluorescencji chlorofilu.
  - 4.10.2. Ocena natężenia stresu antyoksydacyjnego.

Jak wspominałam wcześniej wprowadzenie podrozdziałów sprawiło, że praca ma przejrzystą strukturę. Jednak w tej części pracy ich duża ilość wprowadza pewien nieład i chaos co utrudnia jego odbiór. Uważam, że podrozdziały 4.2 i 4.3, powinny stanowić jeden rozdział. Podobne tematy są opisywane w podrozdziale 4.6.2 oraz 4.6.3 i także powinny zostać połączone w jeden. Ten sam problem dotyczy także rozdziałów 4.6.1 i 4.10. Znaczenie uprawy soi w Polsce (4.4) powinno poprzedzać rozdział dotyczący wymagań klimatycznych i glebowych soi. W tej części brakuje także krótkiej wzmianki na temat wartości odżywczych i prozdrowotnych soi, a zwłaszcza informacji, że jest wartościową rośliną nie tylko ze względu na zawartość białka, ale także tłuszczu.

**W tym miejscu bardzo proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się do powyższego problemu oraz odpowiedź na pytanie: Jakże obecnie są możliwości uprawy soi w Polsce i czy jest ona perspektywnym gatunkiem dla naszego kraju?**

Omawiając dalej ten rozdział zwracam uwagę, że niektóre zagadnienia są opisane zbyt powierzchownie, np. „Trwałe izotopy węgla i azotu coraz częściej znajdują zastosowanie w dziedzinach biochemii i fizjologii.” – brak przykładów oraz pozycji literaturowych, które akurat w tym miejscu są potrzebne, a inne są zbyt obszerne (wprowadzają nawet opis metody, np. podrozdział 4.9).

Poza tym niektóre sformułowania wymagają przeredagowania:

np.: „4.6. Łagodzenie efektów stresowych na plonowanie soi” na np.: „Łagodzenie efektów stresowych a plonowanie soi” lub „Wpływ łagodzenia efektów stresowych na plonowanie roślin (bez soi, jeżeli poniżej opisujemy reakcje roślin,” (s. 4 i 20);

Podrozdział 4.6.1. Reakcja roślin na wpływ stresów środowiskowych” na np.: „Wpływ stresów środowiskowych na reakcje roślin”.

s.18 – Na rysunku 2C „=” zamiast „+”.

s.20 – „stresu środowiskowemu” zamiast „stresu środowiskowego”

s.21 – „Rośliny wykształciły mechanizmy, które są w stanie unikać lub tolerować czynniki stresowe.” na np.: „Rośliny wykształciły mechanizmy, dzięki którym są



w stanie unikać lub tolerować czynniki stresowe.” lub „Rośliny wykształciły mechanizmy, dzięki którym są w stanie unikać czynników stresowych lub tolerować je.”

s.21 – „Unikanie stresu polega na przystosowaniu fizjologicznym do aktualnych warunków rozwojowych lub modyfikacje morfologiczne, mające na celu zwiększenie tolerancji na stres.” zamiast „Unikanie stresu polega na przystosowaniu fizjologicznym do aktualnych warunków rozwojowych lub wytworzeniu modyfikacji morfologicznych, mających na celu zwiększenie tolerancji na stres.

s.24, 127 – „ponad to” zamiast „ponadto” w kontekście zdania to partykuła nie wyrażenie przyimkowe

s.21 – w odniesieniu do hormonów/fitohormonów właściwszym określeniem niż „substancje” byłoby „związki/regulatory.”

Są to jednak niedociągnięcia językowe, które nie wpływają na meritum tekstu. Podsumowując ten rozdział rozprawy doktorskiej stwierdzam, że Autorka dobrze orientuje się w prezentowanym zagadnieniu i tematyce badań.

**Material i metody** wykorzystane w badaniach Doktorantka opisała szczegółowo. Pani mgr inż. Anna Szczerba zaplanowała ambitny plan badawczy, polegający na przeprowadzeniu czterech głównych doświadczeń, w latach 2018-2020, w różnych wariantach, na czterech odmianach soi uprawnej, przy użyciu wielu pomiarów i analiz: fizjologicznych, biochemicznych i molekularnych. Bardzo dobrze zobrazowała to w tabeli umieszczonej na końcu rozprawy. Sądzę jednak, że tabela ta, powinna być umieszczona w tym rozdziale. Ułatwiłoby to zrozumienie czytelnikowi schematu doświadczeń. W tabeli brakuje jednak informacji w jakich warunkach prowadzone były doświadczenia (poletka, tunel czy szklarnia). Do innych drobnych niedociągnięć w tej części dysertacji należą:

s.36 – „Fot. 1” zamiast „Fot. 2”

s.40 – „Fot. 2” zamiast „Fot. 3”

s.44 – „Analizy” zamiast „Pomiary i analizy”

s.44 – „Optymalny (o)  $0,3 < k \leq 1,6$ ” zamiast „Optymalny (o)  $1,3 < k \leq 1,6$ ”

s. 45 i 47 – nie podano odnośników literaturowych dla obliczeń pojemności wodnej gleby (ppw) oraz względnej zawartości wody (RWC).

**Ponadto, podany przez Doktorantkę wzór na obliczenie RWC nie uwzględnia masy rośliny przy pełnym turgorze. Według mnie jest to pomiar na zawartość wody w roślinie. Proszę o wyjaśnienie?**

s. 46 – podrozdział 5.3.5 jest zbyt skrótowy.

s.48

– „Analizy fitohormonów wykonano przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej (*ang. high performance liquid chromatography*) ze spektrometrii masową.” zamiast „Analizy fitohormonów wykonano przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej (*ang. high performance liquid chromatography*) ze spektrometrią masową.

– „kwas abscysynowy” zamiast „fitohormony”

s.50

– „formy hormonów” zamiast „fitohormony”

– część dotycząca opisu metodyki oznaczania azotu w glebie, która była ujęta w rozdziale 4.9 powinna być umieszczona w metodyce.

– W rozdziale 5.3.9 powtórzone są części metodyczne (zaznaczono w tekście)

s.51 – brak opisu metody pomiaru zawartości nadtlenu wodoru.



s.55 – „...pomiędzy wybranymi parametrami wyliczono współczynniki korelacji Pearsona ( $p < 0,05$ ).” Jednak w pracy nie przedstawiono wyników korelacji.

Oceniając zastosowane przez Doktorantkę materiały i metody badawcze stwierdzam, że mgr inż. Anna Szczerba dobrała je prawidłowo i adekwatnie do szerokiego zakresu oraz specyfiki przeprowadzonych doświadczeń polowych, tunelowych oraz szklarniowych. Na uwagę zasługuje opracowana przez Doktorantkę metoda oznaczania procentowego udziału  $^{15}\text{N}$ , pochodzącego z wiązania przez bakterie brodawkowe.

**Na podstawie opisanej metodyki rozumiem, że doświadczenia 1 i 2 w latach 2019 i 2020 były wykonane jako dwa odrębne, na tym samym poletku doświadczalnym. Moje pytanie brzmi: w jakiej odległości od siebie były przeprowadzone doświadczenia. Czy rośliny z doświadczenia 1, były zabezpieczone przed opryskiem biostymulatorów w doświadczeniu 2?**

Według mojej opinii rozdział *Wyniki* jest najobszerniejszym i dobrze zredagowanym rozdziałem dysertacji. Uzyskane wyniki z wieloletnich doświadczeń polowych, wazonowych zostały jasno zaprezentowane.

Badania własne Pani mgr inż. Anna Szczerba rozpoczęła od sprawdzenia czy termin siewu wpływa na plonowanie odmian bardzo wczesnych („Merlin”), średnio wczesnych („Abelina”), późnych („Malaga”) i bardzo późnej („Petrina”) soi. Na uwagę zasługuje opracowanie danych pogodowych. Analizę wyników tego doświadczenia Doktorantka oparła na współczynniku hydrotermicznym Sielaninowa, wyliczanym na podstawie miesięcznej sumy opadów i temperatur dla każdego okresu wegetacyjnego. Na podstawie uzyskanych wyników Autorka wskazała bardzo późną odmianę „Petrina” do upraw we wcześniejszych (kwietniowych) terminach siewu.

Kolejnym etapem badań było zastosowanie biostymulatorów (ASAHI SL, zearalenon, metanol i krzem) w celu zwiększenia plonu nasion. Zaprezentowane w tej części badania, zaliczyłabym jako badania wstępne, które powinny być kontynuowane (powtórzone). Wprawdzie przeprowadzono to doświadczenie w dwóch sezonach wegetacyjnych, jednakże w pierwszym wykonano prace na odmianie „Petrina”, z zastosowaniem 4 w / w biostymulatorów, a w drugim roku na odmianach: „Abelina” i „Merlin” z zastosowaniem trzech biostymulatorów, bez zastosowania ASAHI SL. Pojedynczy eksperyment, bo tak tutaj musimy traktować te dwa doświadczenia (różne lata wegetacyjne i odmiany oraz nie wszystkie biostymulatory), utrudnia wiarygodną analizę danych i właściwą interpretację wyników. Jeżeli Doktorantka podjęłaby się kontynuacji badań to należałoby zastosować różne stężenia biostymulatorów i różne terminy ich aplikacji, co dałoby więcej informacji o ich wpływie na rozwój rośliny.

**W nawiązaniu do powyższego proszę o odpowiedź na pytanie, w której fazie rozwoju soi działanie biostymulatorów będzie najbardziej efektywne.**

Ponieważ do uprawy roślin strączkowych stosuje się często szczepionki zawierające bakterie z rodzaju *Rhizobium*, dlatego dalszym krokiem badań Doktorantki, było zbadanie wpływu szczepionek *Bradyrhizobium japonicum*, pochodzących od różnych producentów, na plonowanie soi uprawnej, w warunkach optymalnego nawodnienia oraz suszy glebowej. W trzyletnich doświadczeniach zastosowała wiele różnych metod, począwszy od pomiaru świeżej i suchej masy do ogólnie przyjętych metod fizjologicznych i biochemicznych (pomiaru kinetyki fluorescencji chlorofilu „a”, aktywność reduktazy azotanowej w liściach, stosunek azotu z powietrza do azotu pobieranego z gleby, zawartość białka ogólnego w liściach, aktywność enzymów



antyoksydacyjnych, czy analizę profilu hormonów w liściach) oraz molekularnych. Wykazano, że zastosowane szczepionki zwiększały plonowanie nasion soi, a wpływ szczepionek od różnych producentów na plonowanie soi był specyficzny, przy czym największy efekt obserwowano po inokulacji Nitraginą IUNG i Nitraginą Biofood. Wyższe plonowanie roślin było możliwe między innymi poprzez zwiększenie udziału azotu atmosferycznego asymilowanego przez bakterie w stosunku do azotu pobieranego przez korzenie. Analiza procentowego udziału azotu pochodzącego z biologicznego wiązania (przez bakterie symbiotyczne) wykazała, że susza miała istotny wpływ na zwiększenie udziału azotu atmosferycznego zarówno w liściach, jak i w nasionach, w stosunku do azotu pobranego z gleby. Interesującym wynikiem było to, że w suszy, azotu zasymilowanego przez bakterie w strąkach było istotnie mniej niż w roślinach kontrolnych – optymalnie nawadnianych.

**W odniesieniu do tej części pracy proszę Doktorantkę o wyjaśnienie, dlaczego aktywności enzymów antyoksydacyjnych (CAT, POX, SOD) przeliczyła Pani na zawartość białka, a aktywność reduktazy azotanowej na zawartość świeżej masy. Czy w związku z tym wszystkie obiekty pomiarowe charakteryzowały się zbliżoną zawartością wody? Jak Pani wytłumaczy duże różnice w aktywności puli peroksydaz pomiędzy odmianą Malaga, a pozostałymi odmianami?**

Dodatkowo chciałam zaznaczyć, że przygotowując manuskrypt do publikacji należy szczegółowo opisać wyniki dotyczące aktywności peroksydazy niespecyficznej.

W końcowej części rozdziału *Wyniki* zaprezentowano jednoroczne doświadczenie dotyczące ekspresji genów *NOD*, warunkujących powstawanie brodawek korzeniowych soi uprawianej w obecności szczepionek bakteryjnych, pochodzących od różnych producentów. Na jego podstawie Doktorantka stwierdziła, że szczepionki Nitragina Biofood i Nitragina IUNG stymulują powstawanie brodawek korzeniowych. Największej ekspresji pośród badanych genów nodulacji u odmiany „Malaga” ulega gen *NIC1* pod wpływem szczepionki HiStick® Soy. Szczepionki Nitragina Biofood i Nitragina IUNG najsilniej zwiększają nodulację i plonowanie, ale też najsilniej obniżają ekspresję genu *NIC1*, *NOD21* i *NORKb*.

**W tym momencie proszę Doktorantkę o wyjaśnienie, czym kierowała się przy wyborze odmiany „Malaga” do badań ekspresji genów *NOD*.**

Niestety, przy tak obszernej i zawierającej wielokierunkowe i liczne doświadczenia pracy pojawiły się w opisie wyników wymienione poniżej błędy i nieścisłości:

s.61 – nie mogę się zgodzić z opisem wyników (zaznaczono w tekście)

s.63 – „W 2020 r. uprawiano odmianę „Abelina” i „Merlin” i zastosowano te same stymulatory z wyjątkiem **zearalenonu**, ponadto...” zamiast W 2020 r. uprawiano odmianę „Abelina” i „Merlin” i zastosowano te same stymulatory z wyjątkiem **ASAHI SL**, ponadto...”

s.73 – „w współdziałaniu” zamiast „we współdziałaniu”

s.77

– „Fot. 3. Roślina soi zwyczajnej po inokulacji szczepionką Nitraza oraz bez dodatku izotopu 15N (A); z dodatkiem szczepionki i izotopu 15N (B).” zamiast Fot. 4. Roślina soi zwyczajnej po inokulacji szczepionką Nitraza **Mycoflor** oraz bez dodatku izotopu 15N (A); z dodatkiem szczepionki i izotopu 15N (B).

– „Fot. 4” zamiast „Fot. 5”

s.78 – „Fot. 5” zamiast „Fot. 6”



- s.91 – W tabeli 31 „Nitloflora” zamiast „Nitloflora Mycofor”
- s.94 – „Najbardziej wrażliwymi enzymami na działanie obu badanych czynników była POX i SOD.” zamiast „Najbardziej wrażliwymi enzymami na działanie obu badanych czynników były POX i SOD.
- s.96 – W wykresie 6 najprawdopodobniej chodzi o aktywność, a nie poziom.
- s.100 – Na wykresie 8b nieprawidłowo oznaczono test Duncana
- s.110 – „...(Tabela 42)...” zamiast „...(Tabela 35)...”
- s.119 – powtórzenie „spowodowały zmniejszenie liczby strąków, zmniejszenie liczby strąków”
- s.120 – „Przykładowo, zastosowanie agrowłókniny wcześniej wysiewanej (...)”- agrowłókniny się nie wysiewa.
- s.126 – „że nie stanowi on niebezpieczeństwa” zamiast „że nie ma niebezpieczeństwa”
- s.127 – „Można porównać efekt działania zearalenonu do gibereliny wiele lat temu odkrytej,” zamiast „Można porównać efekt działania zearalenonu do, odkrytej wiele lat temu, gibereliny,”
- s.128 – „Ze względu na korzystne warunki pogodowe efekt...” brak roku badań. W kontekście akapitu wyżej można wnioskować, że były prowadzone w 2019 roku, a były prowadzone rok później.
- ....w liściach roślin soi „Abeliny” i „Merlina” zamiast .... w liściach roślin soi „Abelina” i „Merlin”
- „wyniki uzyskane przez Sienkiewicz–Cholewy” na „wyniki uzyskane przez Sienkiewicz–Cholewę” lub „wyniki Sienkiewicz–Cholewy”
- s.130 – „wykazali łagodzący wpływ trzech szczepów *Rhizobium* skutków stresu w roślinach lucerny siewnej,” zamiast „wykazali łagodzący wpływ skutków stresu trzech szczepów *Rhizobium* w roślinach lucerny siewnej,”
- s.130 – „Miało to duże znaczenie na obserwowane większe stężenie nadtlenu wodoru w warunkach suszy właśnie u tej odmiany.” zamiast „Miało to duże znaczenie dla obserwowanego większego stężenia nadtlenu wodoru w warunkach suszy właśnie u tej odmiany.”
- s.132 – „Wzrost aktywności SOD w roślinach optymalnie nawadnianych wzrastała głównie pod wpływem szczepionki HiStick® Soy, Nitroflora IUNG i Nitroflora Mycoflor.” Zamiast „Aktywność SOD w roślinach optymalnie nawadnianych wzrastała głównie pod wpływem szczepionek HiStick® Soy, Nitroflora IUNG i Nitroflora Mycoflor.”
- s.133 – „soi infekowanej przez *B. japonicum* rosnących suszy.” zamiast „soi infekowanej przez *B. japonicum* rosnących w / w warunkach suszy.”
- Tytuły wykresów powinny być pod wykresami (Wykresy 1 – 16).

Uzyskane wyniki Doktorantka analizowała za pomocą oprogramowania Statistica 13, stosując jedno- lub wieloczynnikowy test ANOVA. Występowanie różnic między dwoma obiektami sprawdzano za pomocą testu t-Studenta ( $p < 0,05$ ). Istotność zróżnicowania pomiędzy wieloma obiektami analizowano za pomocą wielokrotnego testu Duncana. W tej części pracy brakuje podrozdziału opisującego zależności korelacyjne pomiędzy badanymi cechami, które pogłębiłyby interpretację uzyskanych wyników. Podczas publikowania danych z dysertacji sugerowałabym uzupełnienie pracy o ten element.

Wyniki badań zostały przedyskutowane w rozdziale **Dyskusja**, który obejmuje 17 stron. Doktorantka zacytowała w nim szereg prac, zarówno polsko- jak i obcojęzycznych, w tym dużą część z ostatniego dziesięciolecia. Niektóre zagadnienia wymagałyby większego pogłębienia/przedyskutowania tematu (zaznaczono w tekście).



Rozprawę kończy rozdział **Wnioski**, w którym znajduje się 11 punktów. Według mojej opinii niektóre z nich są zbyt obszerne i ogólne oraz zawierają powtórzenia wyników. Moim zdaniem ten rozdział powinien być zatytułowany **Podsumowanie i wnioski**.

Na przykładowo wniosek 2, który brzmi: „Bakterie brodawkowe *Bradyrhizobium japonicum* mają istotny wpływ na poszczególne parametry fluorescencji chlorofilu, głównie odzwierciedlające przepływ energii w fotosystemie II, co ma duże znaczenie w uzyskiwaniu większych plonów...

Wniosek ten jest nieprawidłowy. Bakterie nie wpływają na parametry, tylko na aktywność aparatu fotosyntetycznego mierzonego parametrami fluorescencji chlorofilu. Proponuję przeredagować ten wniosek. **Ponadto, proszę o wyjaśnienie, czy na tym etapie badań może Pani wskazać, który z tych parametrów fluorescencji jest najlepszym wskaźnikiem stymulującego działania bakterii brodawkowych.**

W tym miejscu proszę także o wytłumaczenie wniosku 9. **Co było podstawą do stwierdzenia, że: „Susza oraz inokulacja szczepionkami *Bradyrhizobium* wywołuje stres oksydacyjny w roślinach soi uprawnej....”?**

## OCENA KOŃCOWA

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest wartościowa. Z walorów przedstawionej rozprawy doktorskiej należy docenić wyjątkowo duży zakres badań, zastosowanie wielu interdyscyplinarnych metod badawczych, staranne opracowanie dużej liczby różnorodnych danych opartych o statystyczną analizę oraz próbę kompleksowego podejścia do badań mechanizmu plonowania trudnego obiektu badań jakim jest soja. Doktorantka uzyskała wyniki, które wnoszą nowe informacje, zarówno w perspektywie poznawczej jak i mające praktyczne znaczenie w uprawie soi w warunkach klimatycznych Polski, stanowiąc tym samym znaczące osiągnięcie naukowe. Uzyskane wyniki mają duży potencjał opublikowania w czasopismach z zakresu biologii roślin, czy agronomii.

Praca doktorska mgr inż. Anny Szczerby pt.: „Fizjologiczne, mikrobiologiczne i molekularne aspekty plonowania soi (*Glycine max* L.)” **spełnia warunki stawiane pracom doktorskim, w dziedzinie nauki rolniczej, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.** Wnoszę do Rady dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

*Ilona Czyczyło-Mysza*  
Ilona Czyczyło-Mysza