

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. **Piotra Ptaka**

pt.: Reakcja fizjologiczna pomidora zwyczajnego (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na podwyższone stężenie soli w warunkach zróżnicowanego żywienia krzemem i selenem.

1. Charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa liczy 126 stron, bez streszczeń i abstraktów. Została wykonana w Katedrze Bioinżynierii Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Została przyporządkowana do dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Promotorem pracy była dr hab. Małgorzata Mikiciuk prof. ZUT. Rozprawa ma układ typowy dla tego typu prac i zawiera Wstęp oraz w kolejności 5 numerowanych rozdziałów głównych: Przegląd piśmiennictwa, Materiały i metody badań, Wyniki, Dyskusję oraz Wnioski. Ponadto na początku pracy zamieszczono Streszczenie, Abstrakt, Spis treści i Objasnienia skrótów a na końcu Bibliografię i Aneks obejmujący spis fotografii, rycin i tabel.

Tytuł pracy, w opinii recenzenta, jest w pełni adekwatny do zakresu przeprowadzonych badań.

Wstęp pracy obejmuje wprowadzenie i wyjaśnienie celowości podjętych badań dotyczących fizjologiczno-biochemicznej reakcji roślin pomidora na podwyższone stężenie soli w środowisku korzeniowym oraz ocenę skuteczności oddziaływania selenu i krzemu w redukcji stresu solnego. Ponadto wskazuje na możliwości oceny przydatności zastosowanych fizjologicznych i biochemicznych metod badawczych do opisu stanów stresowych u roślin oraz ich odporności na stres solny.

Autor wymienia w rozdziale cele zrealizowanych badań i formułuje hipotezy badawcze.

Przegląd literatury, obejmuje 4 podrozdziały i 8 stron komputeropisu, bazując na wybranej literaturze przedstawia kolejno przyczyny nadmiernego stężenia soli w środowisku korzeniowym i jego wpływ na rośliny, znaczenie krzemu i selenu oraz charakterystykę gatunku i znaczenie gospodarcze pomidora zwyczajnego. W części dotyczącej wpływu zasolenia na rośliny oraz suplementacji Se i Si, rozdział jest dobrze udokumentowany piśmiennictwem polskim i zagranicznym (102 prace) i wprowadza czytelnika w zagadnienia ważne z punktu widzenia przeprowadzonego eksperymentu. Autor wskazuje w

krytycznej analizie nierozwiązane problemy i stara się usytuować temat swojej rozprawy w rozpatrywanym obszarze badań.

Rozdział **Materiał i metody badań** nie budzi uzasadnionych zastrzeżeń. Został podzielony na 4 podrozdziały, w których autor szczegółowo omawia materiał badawczy, doświadczenie wegetacyjne, metody badań fizjologicznych, biochemicznych, pomiarów biometrycznych oraz analiz laboratoryjnych. Rozdział zawiera fotografie obrazujące eksperyment, tabelę z zastosowanymi w przeprowadzonych doświadczeniach poziomami czynników badawczych oraz rycinę pokazującą schemat układu eksperymentu w doświadczeniu A (z Se) i B (z Si). Na końcu rozdziału zwyczajowo przedstawiono także wykorzystane metody statystyczne.

W rozdziale M&M Pan magister Ptak zamieszcza przypisy literaturowe do metodyk badawczych wykorzystanych w eksperymencie. Nie można jednak ich odnaleźć (Lutts i in. 1996, Lück 1965, Chance i Maehly 1955, Bates i in. 1973) w bibliografii na końcu opracowania.

Wyniki badań - najobszerniejszy rozdział w pracy (70 stron) został podzielony na dwie części: doświadczenie A (badania z zastosowaniem selenu) i B (z krzemem). W poszczególnych podrozdziałach kolejno omawiano mierzone parametry fizjologiczno-biochemiczne, tj. zawartość barwników asymilacyjnych w liściach, parametry wymiany gazowej, parametry fluorescencji chlorofilu, wskaźnik względnej zawartości wody w liściach, zawartość proliny, katalazy, peroksydazy, wyciek elektrolitów z tkanek, zawartość wybranych pierwiastków w biomasie oraz powierzchnię liści. W rozdziale zamieszczono 42 tabele oraz 56 rycin.

Rozdział **Dyskusja** obejmuje nieco ponad 12 stron i nie został podzielony na podrozdziały. Autor chronologicznie względem wyników, zestawia badania własne z aktualną literaturą przedmiotu. Zarówno dobór literatury jak i swoboda w poruszaniu się w zakresie opisywanych zagadnień świadczą o dobrym przygotowaniu praktycznym i teoretycznym autora pracy. W rozdziale mgr Ptak przedstawia zjawiska/procesy związane ze stresem zasolenia i reakcji roślin na stosowany krzem i selen. Podejmuje także próby wyjaśniania obserwowanych zjawisk, zwłaszcza konsekwencje wprowadzania do pożywek hydroponicznych NaCl, Se i Si.

Autor sformułował aż 13 **wniosków** do konkretnych części dysertacji, co nie dziwi z uwagi na kompleksowy charakter przeprowadzonych badań z pomidorem. Wnioski odpowiadają na postawione w celu pracy pytania i weryfikują postawione hipotezy badawcze. Wnioski zostały uogólnione i z reguły nie odnoszą się szczegółowo do czasu ekspozycji roślin na działanie czynnika stresowego, który znacząco różnicował odpowiedź rośliny na czynniki badawcze.

Rozdział **Bibliografia** obejmuje 189 pozycji, w większości anglojęzycznych. Recenzentka nie znalazła w tekście pracy cytowania dla 10 artykułów zamieszczonych w wykazie literatury. Natomiast w tekście

pracy zacytowano 15 prac, które nie zostały uwzględnione w rozdziale Bibliografia. Jest to najslabiej zredagowany rozdział w pracy, jeśli chodzi o jednolitość stylu zapisu cytowanych publikacji. Autor wykazał się dużą dowolnością wprowadzając skróty nazw czasopism lub pełne nazwy, duże/małe litery przy zapisie nazw własnych, stosowaniu/lub nie czcionki *italic* do nazw łacińskich, podawania/lub nie współautorów prac. Lista niedociągnięć jest bardzo długa. Cytowania w tekście pracy również zawierają liczne niedoróbki, zwłaszcza jeśli chodzi o nie podawanie współautorów prac, niezgodny z wykazem rok publikacji, błędy w nazwiskach, itp.

2. Analiza i ocena pracy

Zasolenie, jedna z przyczyn degradacji gleb, może być efektem zarówno bezpośrednich jak i pośrednich działań antropogenicznych, w tym w agroekosystemie. Szacuje się, że do roku 2050 nadmierne stężenie soli w glebie może dotyczyć już 50% gruntów ornych na terenach suchych i półsuchych oraz nawadnianych wodą morską. Badania dotyczące odpowiedzi roślin na stres zasolenia są prowadzone od lat. Wskazuje się pewne łagodzące działania zaopatrzenia roślin w określone pierwiastki, do których należą selen i krzem. Autor analizując piśmiennictwo poświęcone zagadnieniom stresu solnego znalazł wiele sprzecznych informacji dotyczących takiej suplementacji.

Mgr Piotr Ptak, autor przedstawionej mi do recenzji pracy doktorskiej, postawił sobie ambitny cel, którego zrealizowanie pozwoliłoby odpowiedzieć na trzy podstawowe pytania:

- 1/ czy zróżnicowane stężenie NaCl środowiska wpływa na cechy fizjologiczno-biochemiczne roślin gatunku *Lycopersicon esculentum* Mill.?
- 2/ czy selen wpływa na parametry fizjologiczno-biochemiczne roślin poddanych działaniu stresu solnego?
- 3/ czy krzem oddziałuje na cechy fizjologiczno-biochemiczne roślin poddanych działaniu stresu solnego?

Ponadto Autor zamierzał w oparciu o uzyskane wyniki, dokonać oceny przydatności zastosowanych fizjologicznych i biochemicznych metod badawczych do opisu stanów stresowych u roślin oraz ich odporności na stres solny.

Realizacja pracy wymagała od Doktoranta wykonania ogromnej ilości drobiazgowych pomiarów w trakcie badań laboratoryjnych materiału biologicznego uzyskiwanego trzykrotnie w czasie trwania eksperymentu w latach 2015-2017. W badaniach Autor korzystał z narzędzi standardowo stosowanych w tego typu eksperymentach. Recenzentka jest świadoma ogromu pracy i trudności, jakie napotkał Doktorant zajmując się przygotowaniem materiału do badań, wykonaniem oznaczeń wielu parametrów oraz przy opracowaniu statystycznym i graficznym uzyskanych wyników pomiarów. Badania dotyczące wybranych cech fizjologicznych oraz biochemicznych określono w pięciu terminach dla każdego powtórzenia w czasie, tj. po upływie 48 i 96 godzin oraz 7, 14 i 28 dób czyli ekspozycji roślin

na czynniki doświadczalne. Z czego wynikał fakt takiej częstotliwości pomiarów w okresie zaledwie 28 dni?

Przegląd piśmiennictwa w prezentowanej pracy nie jest zbyt bogaty. Wystarczył jednak do wprowadzenia podstawowych pojęć i zagadnień związanych z tematem badań dotyczących stresu zasolenia u roślin oraz suplementacji roślin krzemem i selenem. Zabrakło natomiast przeglądu literatury odnoszącego się bezpośrednio do metodycznych aspektów badań w ocenie odpowiedzi fizjologicznej roślin na podwyższone stężenia soli w środowisku korzeniowym z jednej strony oraz dodatkową suplementację pierwiastkami niebędącymi składnikami pokarmowymi dla roślin z drugiej. Byłaby wówczas możliwość pełniejszej interpretacji uzyskanych wyników w dyskusji. Hipotezy robocze odpowiadające zagadnieniom pochodnym tematu badań powinny być formułowane w celu ich konfrontacji z faktami popartymi przeglądem wybranego piśmiennictwa.

Oceniana dysertacja zawiera bardzo rozbudowaną część **wynikową**, jednak dzięki wprowadzeniu w tej sekcji układu podrozdziałów, śledzenie wątku badawczego nie nastręczało trudności. Bardzo wartościową częścią wyników jest starannie przygotowana szata graficzna zwłaszcza dotycząca wpływu czynników głównych na badane parametry fizjologiczno-biochemiczne. Opisy natomiast tabel zawierających współdziałania czynników: poziom zasolenia x suplementacja Se/Si pokazane w pięciu terminach analiz są w mojej opinii zbyt skrótowe. Część informacji wprowadzają co prawda objaśnienia zamieszczone pod tabelami, ale nie wszystkie potrzebne czytelnikowi w chwili zaznajamiania się z wynikami zamieszczonymi w tabeli, bez konieczności powrotu do rozdziału M&M. Najwięcej wątpliwości budzi jednak interpretacja statystyczna uzyskanych wyników. Uogólnienia zacierają istotność różnic pomiędzy obiektami w grupach jednorodnych w poszczególnych terminach. W obszernej pracy trudno też było uniknąć młodemu naukowcowi błędów. Nie wpływa to jednak na wartość merytoryczną całego rozdziału wyniki. Błędnych opisów w pracy znalazło się wiele, zwłaszcza w interpretacji współdziałania czynników w prezentowanych tabelach. Recenzentka wszystkie szczegółowe uwagi zamieszcza w aneksie do recenzji rozprawy doktorskiej.

Rozdział **Dyskusja** jest napisany ładnym językiem, co wpływa na pozytywny odbiór tej opisowej części pracy. Według recenzentki zabrakło w rozdziale osobnego omówienia zagadnień związanych z: i/ czasem ekspozycji na czynnik stresowy (w pracy zastosowano 5 terminów pomiarów), ii/ antagonizmem i synergizmem jonowym (zwłaszcza, że wykazano synergistyczne oddziaływanie Si na Na pobierany przez rośliny), iii/ wyborem właściwych metod badawczych w eksperymentach dotyczących reakcji roślin na zasolenie (można było wskazać przynajmniej najlepszą/najgorszą spośród zastosowanych w badaniach własnych). Właściwa interpretacja tych zjawisk pozwoliłaby wykazać się

Doktorantowi pełną dojrzałością naukową i zdolnością do kompleksowej interpretacji uzyskanych wyników.

W dyskusji Autor często używa jednak dużych uogólnień, np. zastosowany czynnik istotnie zwiększał/zmniejszał wybraną, opisywaną cechę, podczas gdy brakuje uszczegółowienia, „ale za wyjątkiem kombinacji x, terminu y”, który to obiekt w hipotetycznym rozważaniu, stanowił grupę jednorodną z kontrolą. Nie do końca wyczerpująco wykonano też analizę i dyskusję uzyskanych wyników badań, w części dotyczącej np. wpływu suplementacji selenem i krzemem na skład mineralny biomasy pomidora (części nadziemne i podziemne). Przykładowo, Autor zaznacza, że „w badaniach własnych krzem w obu zastosowanych dawkach zmniejszył zawartość Mg, Ca i K w roślinach rosnących w warunkach najwyższego stężenia NaCl”, ale nie pokusił się o wyjaśnienia jaki mógł być mechanizm tego zjawiska. Podobnie w przypadku stwierdzenia w tym rozdziale „u pomidora z każdego z wariantów zasolenia stwierdzono wzrost ilości sodu wraz ze wzrostem dawki krzemu”. Postawiona kropka kończy dyskusję uzyskanej odpowiedzi rośliny na suplementację krzemem.

Doktorant podjął się także (deklaracja we Wstępie), że w oparciu o uzyskane wyniki dokona oceny przydatności zastosowanych fizjologicznych i biochemicznych metod badawczych do opisu stanów stresowych u roślin oraz ich odporności na stres solny. Niestety jedynym dowodem, że takiej oceny dokonał jest wniosek: „Wykazano przydatność oznaczanych cech fizjologicznych i biochemicznych do opisu stanu stresu solnego u pomidora”. W subiektywnej opinii recenzentki kilka z zastosowanych metod miało ograniczone zastosowanie, dając rozbieżne wyniki w pięciu terminach analiz. Utrudniało to interpretację wpływu badanego parametru na reakcję pomidora zwłaszcza przy ocenie współdziałania czynników zastosowanych w badaniach. Do takich parametrów należała m.in. fluorescencja maksymalna, fluorescencja początkowa, zmienna czy też relacja Fv/Fm (maksymalna potencjalna efektywność reakcji fotochemicznej w PSII). Także wartości wskaźnika witalności nie dawały oczekiwanych rezultatów. Uzyskane wyniki nie pozwalały uchwycić żadnej tendencji w poszczególnych terminach pomiarów dla określonych stężeń NaCl czy dawek Se i Si. Liczę, że podczas obrony pracy doktorskiej doktorat ustosunkuje się szerzej do tego zagadnienia.

Podsumowując stwierdzam, że treści zawarte w rozdziale świadczą, że mgr M. Ptak posiada wiedzę i umiejętność konfrontacji własnych wyników z wynikami uzyskiwanymi przez innych autorów, a dotyczących wpływu zasolenia czy zastosowanej suplementacji Se i Si na rośliny.

3. Podsumowanie

Wybór tematu pracy Pana mgr. inż. Piotra Ptaka uznaję za aktualny i dobrze osadzony w istniejącym dorobku teoretycznym i badawczym w danym zakresie. Przedmiotem kompleksowego ujęcia tematu suplementacji selenem i krzemem roślin pomidora rosnących w warunkach podwyższonego stężenia NaCl w pożywcze było poszukiwanie współzależności badanych zjawisk oraz warunkujących je

czynników, zmierzające do nakreślenia w przyszłości programu łagodzenia skutków nadmiernego stężenia jonów w środowisku korzeniowym roślin uprawnych. Przeprowadzone badania są obszerne i wielokierunkowe, dostatecznie udokumentowane liczbowo i graficznie. Wielokierunkowe badania przeprowadzone w eksperymencie prowadzonym w latach 2015-2017 wymagały od Autora opanowania różnych technik badawczych. Uzyskane wyniki są cennym uzupełnieniem istniejącej wiedzy na temat kompleksowego wpływu zasolenia i suplementacji Se i Si roślin na parametry fizjologiczno-biochemiczne roślin. Przedstawiona do oceny praca naukowa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wnosi do nauki ważne elementy.

W ocenie dysertacji sformułowano kilka zastrzeżeń, pomimo to jednak, jest to praca wartościowa i w całości oceniam ją pozytywnie. Na podkreślenie zasługuje bardzo duży wkład pracy Autora w obszerne badania o charakterze kompleksowym.

Szczegółowa analiza dysertacji nasunęła liczne spostrzeżenia, które zamieściłam w tekście recenzji i w aneksie i liczę na ustosunkowanie się Doktoranta do ważniejszych z nich podczas publicznej obrony. Dotyczą one zarówno strony formalnej pracy jak i merytorycznej.

Wniosek końcowy

Po wnikliwym zapoznaniu się z rozprawą doktorską Pana mgr inż. Piotra Ptaka stwierdzam, że spełnia ona wymogi stawiane w Ustawie o Stopniach i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w zakresie Sztuki (Ustawa z dn. 14 marca 2003 r., Dz.U. 2017 poz. 1789, rozdz. 1 art. 13.1), czyli: stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje na ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wymienione powyżej zastrzeżenia często nie mają charakteru merytorycznego a niektóre są dyskusyjne. Zwracam się więc do Wysokiej Rady Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie Pana mgr inż. Piotra Ptaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Kraków 15.11.2024 r.



Aneks do recenzji

Uwagi szczegółowe

- str. 6 akapit 1 – co oznacza termin skład jonowy gleby?
- str. 7 akapit 1 – brak w bibliografii cytowanych pozycji: Greszt i Gruszka 2000, Sardo 2005, Wrochna i in. 2006.; dalej akapit 3 – Ashraf i Harrio 2004 i Dajic 2006,
- str. 8 akapit 2 – brak w spisie literatury pozycji: Injamum-ul-Hoque i in. 2018,
- str. 9 akapit 2 - brak w spisie literatury pozycji: Taha i in. 2021,
- str. 11 akapit 2 – zamiast „i pszenicy” powinno być „i gryki” (Lim 2012),
- str. 12 akapit 2 - Gałązka 2014 czy 2013? (w Bibliografii jest Gałązka 2013); dalej akapit 3 - jest Dornes in in. 2016 a w Bibliografii Dornales i in. 2016; jest Abdel i in. 2016 a powinno być Abdel i Latef; jest Currie 2007 a powinno być Currie i Perry 2007;
- str. 13 akapit 2 – „podłoża ilaste” należy zamienić na „gleby ilaste”, jak jest różnica pomiędzy podłożem a glebą?
- str. 14 akapit 1 – brak w wykazie: <https://www.itis.gov/2021>; akapit 3 – „Dobrze rozwinięty system korzeniowy, dorastający do 90 cm” – brak w zdaniu orzeczenia,
- str. 15 akapit 1 – WPTC (?) – należy przypisać stronę www lub przypis literaturowy do skrótu,
- str. 21 – powinno być $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ św.m.
- str. 23 – brak w Bibliografii cytowanych pozycji literaturowych: Lück (1965), Chance i Maehly (1955) i Bates i in. (1973),
- str. 25 akapit 2 – „W przypadku roślin z pożywek o stężeniu soli Z1 wykazano wzrost zawartości tego barwnika w porównaniu z kontrolą, po zastosowaniu selenu w stężeniu Se1 i Se2 (I termin badań)...” w tab. 2 jest ewidentny spadek; „...oraz Se2 (III i IV termin)” – powinno być - Se1 i Se2 dla III terminu oraz Se1 dla IV terminu; dalej „W ostatnim terminie badań w zasoleniu tym wykazano natomiast zmniejszenie zawartości chlorofilu „a” w kombinacjach Z1Se1 i Z1Se2 w stosunku do kombinacji Z1Se0” – tak samo jak w pierwszym terminie badań; dalej „Porównując średnie dla interakcji czynników doświadczenia, stwierdzić można, że największą zawartością chlorofilu „a” w liściach w I oraz III terminie badań charakteryzowała się kombinacja Z3Se2 (tab. 2)” – także w IV terminie zabrakło;
- str. 27 akapit 1 – „W trzech terminach pomiaru (I, IV i V) zaobserwowano wzrost...” – powinno być (I, II i V),
- str. 29 – „W Stwierdzono wpływ zarówno...” – bez ‘W’,
- str. 32 akapit 1 - „W IV terminie zależność taką zanotowano natomiast tylko w przypadku selenu zastosowanego w stężeniu Se2” – powinno być „w stężeniu Se1”,

- str. 34 akapit 1 - „We wszystkich terminach pomiaru, w przypadku roślin z wariantów Z2 i Z3 wykazano wzrost natężenia asymilacji CO₂ po zastosowaniu selenu w stężeniu Se1, w porównaniu z wariantem kontrolnym” – nie jest to prawdą dla Z2 i terminu V,
- str. 36 akapit 2 – „W terminach II, III i IV najmniejszą intensywnością tego procesu charakteryzowały się rośliny z kombinacji Z3Se0” – powinno być II, IV i V; „Selen zastosowany w stężeniu Se1 zwiększył, w porównaniu z kontrolą, intensywność transpiracji pomidora rosnącego w pożywce o podwyższonym stężeniu soli (Z1, Z2 i Z3) – zależność taką zanotowano w terminach II i III” – powinno być - także w terminie IV dla Z3 i w terminie V dla Z2 i Z3,
- str. 38 akapit 3 – „W ocenie interakcji czynników doświadczenia, we wszystkich terminach...” – w IV terminie nieistotne statystycznie; dalej: „Najniższą wartość gs stwierdzono w kombinacji Z2Se0 (terminy I, II i V) oraz Z3Se0 terminy III i IV” – dla terminu IV Z3Se0 nie różni się statystycznie istotnie od Z3Se2, natomiast w terminie V najniższa jest dla Z3Se0,
- str. 43 akapit 1 – „Ponadto korzystny wpływ selenu w tej dawce na zwiększenie FL maksymalnej stwierdzono w II terminie u roślin z wariantu Z1” – także w wariacie Z0,
- str. 47 „Selen w dawce Se2 wpłynął natomiast na wzrost wartości wskaźnika FV u roślin wariantu Z1, w II terminie badań. a w (tab. 12): - powinno być „Selen w dawce Se2 wpłynął na wzrost wartości wskaźnika FV u roślin wariantu Z0 i Z1, w II terminie badań (tab. 12)”,
- str. 48 – „Najwyższą wartość tego parametru wykazano w przypadku obiektów wariantu Z1 (ryc. 23)” – powinno być ... wariantu Z1 w V terminie,
- str. 50 – „Analiza współdziałania czynników doświadczenia wykazała, że selen zastosowany w dawce Se2 zwiększył, w porównaniu z kontrolą (Se0) wartość wskaźnika PI w liściach pomidorów rosnących w pożywce o zasoleniu na poziomie Z2 (tab. 14)” – powinno być ... na poziomie Z2 w terminie V,
- str. 57 – na stronie 57 zastosowano w tekście błędną numerację tabel, zamiast nr 20 pojawił się numer 22 w dwóch pierwszych akapitach,
- str. 59 akapit 2 – błędy w numeracji wykresów (ryc. 29 zamiast 30 i ryc. 30 zamiast 31), błędna numeracja rycin jest już stosowana do końca rozdziału; dalej „Stwierdzono także jej zmniejszenie w stosunku do wariantu kontrolnego (Si0) – w II i IV terminie pomiaru. (ryc. 30)” – powinno być – w II i V terminie pomiaru,
- str. 61/62 akapit 3/1 – „Wprowadzenie krzemu w stężeniu Si2 zwiększyło zawartość chlorofilu „b” w liściach roślin rosnących w zasoleniu na poziomie Z2 oraz Z3: odpowiednio w IV oraz III terminie pomiaru” – powinno być ... na poziomie zasolenia Z1 i Z2 w IV terminie oraz Z3 w V terminie,
- str. 64 – „Krzem w dawce Si2 wpłynął na zwiększenie zawartości omawianego barwnika u obiektów z kombinacji Z0Si2 (I i IV termin), Z2Si2 (I termin) oraz Z3Si2 (III termin) (tab. 25)” – w przypadku Z2Si2 (I termin) różnica istotna statystycznie tylko w stosunku do Si1, a nie do kontroli,

- str. 66 akapit 1 – „Największą zawartością karotenoidów cechowały się obiekty z różnych wariantów zasolenia, w zależności od terminu badań”(?) – nic z tego zdania nie wynika, dalej „W przypadku kombinacji Z2Si, Z2Si2, Z3Si1, Z3Si2 wykazano natomiast zmniejszenie zawartości tych barwników pod wpływem soli krzemu (tab. 26)” – ale w których terminach?
- str. 68 akapit 1 – „Wykazano także, że najmniejszą intensywnością asymilacji CO₂ cechowały się rośliny rosnące w pożywce bez dodatku soli krzemu (wariant Si0)” – powinno być: za wyjątkiem terminu V; dalej akapit 3 - „Wykazano także zwiększenie natężenia tego procesu w kombinacjach Z2Si1 (I i II termin), Z2Si2 (I i II i IV termin badań)” – powinno być: ...Z2Si2 (I, II, III i IV termin badań); dalej akapit 3 – „U roślin rosnących w najwyższym zasoleniu pożywki (Z3), dodatnio na wzrost intensywności asymilacji wpłynął w szczególności krzem zastosowany w stężeniu Si1 (III, IV i V termin) (tab. 27) – powinno być: ...w stężeniu Si1 (I, III, IV i V termin),
- str. 70 akapit 2 – „Krzem zastosowany w stężeniu na poziomie Si1 zwiększył intensywność transpiracji roślin rosnących w pożywce o zasoleniu Z1 (I i III termin), ...” – powinno być: ...o zasoleniu Z1 (I termin), dalej akapit 3 – „Zależność taką stwierdzono w IV i V terminie badań odpowiednio w kombinacjach: Z0Si1, Z0Si2, Z1Si1 i Z1Si2 oraz Z0Si1, Z1Si1, Z2Si1 i Z2Si2 (tab. 28)” – powinno być: dla terminu V bez kombinacji Z1Si1,
- str. 72 akapit 2 – „Zastosowany w stężeniu wyższym Si2 w wariacie Z1 (II termin), Z2 (I i III termin) oraz Z3 (II i III termin)” – powinno być: w wariacie Z1 (II i IV termin); dalej akapit 2 – „W dwóch terminach badań, tj. IV i V wykazano także zmniejszenie przewodnictwa szparkowego odpowiednio w kombinacjach Z1Si1 i Z1Si2 oraz Z2Si1 i Z2Si2 (tab. 29)” – powinno być: ... w kombinacjach Z1Si1 oraz Z2Si1 i Z2Si2 (bez Z1Si2),
- str.78 akapit 1 – „Najwyższą wartość F0, w zależności od terminu pomiaru notowano u obiektów z różnych wariantów zasolenia - od Z0 do Z3 (ryc. 47)” – nic z tego zdania nie wynika; dalej akapit 2 – „Jedynie w II i V terminie badań, w przypadku roślin rosnących w pożywce o zasoleniu na poziomie Z2 zaobserwowano zmniejszenie, w porównaniu z kombinacją kontrolną (Z2Si0), wskaźnika F0 po zastosowaniu krzemu w dawce Si2 (Tab. 32) – w II terminie dla Si2 oraz w V terminie dla Si1 i Si2,
- str. 92 – „Największy zanotowano w przypadku roślin wariantu Z1, najmniejszy natomiast w Z3” – powinno być: „Najmniejszy zanotowano w przypadku roślin wariantu Z1, największy natomiast w Z3”,
- str. 94 akapit 1 - Mozafariyan i in. 2017 czy 2016?; w całym akapicie 3 cytowani autorzy nie mają współautorów (i in.), co nie znajduje potwierdzenia w Bibliografii, np. powinno być Singh i in. 2022, Wu i in. 2014, itd. Do końca strony 94, na stronie 95,
- str. 96 akapit 1 – Koc i Nzokou 2022; akapit 2 Ali Muhammad i in. 2021,
- str. 97 akapit 2 – „Jednocześnie zaznaczyć należy, że w okresie dłuższej ekspozycji na działanie czynników doświadczalnych (IV i V termin pomiaru), zarówno u roślin kontrolnych (Z0) jak i z

- wariantów Z1 i Z2 obserwowano zmniejszenie transpiracji na skutek działania krzemu w obu zastosowanych dawkach” – stwierdzenie nieprawdziwe,
- str. 98 - Altuntas i in. (2022) czy 2024?
 - str. 98 akapit 2 – “W badaniach własnych stwierdzano wpływ obu poziomów żywienia krzemem na zmniejszenie wartości parametru ci zarówno u roślin rosnących w warunkach podwyższonego zasolenia jak i kontrolnych. Wpływ taki był widoczny od II terminu pomiaru” – zbyt duże uogólnienie, wykazano dużą zmienność reakcji pomidora na dawkę Si w poszczególnych terminach i przy różnych poziomach zasolenia pożywki; dalej akapit 3 - (Ali Munammad i in. 2021), (Shen i Zhoui 2024 czy 2022 w Bibliografii),
 - str. 99 – cała strona zawiera przypisy literaturowe, w których cytowani autorzy nie mają współautorów (i in.), co nie znajduje potwierdzenia w Bibliografii; dalej akapit 3 – „Zależność taką obserwowano przede wszystkim w pierwszych trzech terminach badań” – w I terminie Z1 obydwie dawki Se, w II tylko Z3 Si2, a w III tylko dla Z1Si1,
 - str. 100 akapit 3 – „Największe jego wartości wykazywano dla obiektów z różnych wariantów zasolenia, w zależności od terminu pomiaru” – zdanie, z którego nic nie wynika,
 - str. 101 - uwagi jak na str. 99,
 - str. 102 - Taha i in. 2021 – brak w Bibliografii,
 - str. 103 - uwagi jak na str. 99,
 - str. 104 akapit 3 – „W przypadku obiektów rosnących ...” – czy obiekty mogą rosnąć w tym kontekście?; dalej: Ali Muhammad i in. 2021 (także na str. 105),
 - str. 106 – powinno być Singh i in. 2022,
 - str. 107-123 - rozdział Bibliografia - brak w tekście pracy cytowani dla pozycji nr 13, 15, 51, 54, 56, 60, 78, 102, 117,128, 188.

