dr hab. inż. Andrzej Butarewicz Białystok, 26.08.2025r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Izabeli Pauliny Świcy

pt. "Wykorzystanie biomasy mikroglonów i sinic do nawożenia symulantów regolitów marsjańskich i księżycowych"

Promotorzy:

prof. dr hab. inż. Marcin Dębowski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Inżynierii Środowiska

prof. dr hab. inż. Mariusz Jerzy Stolarski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie Katedra Genetyki Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców

1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą formalną opracowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Izabeli Pauliny Świcy była uchwała nr 64 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka UWM w Olsztynie z dnia 07 lipca 2025r. w sprawie wyznaczenia recenzentów oraz pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka UWM w Olsztynie prof. dr hab. inż. Marcina Dębowskiego, z dnia 14 lipca 2025r. (29.400-000.5201.6.2025) w sprawie wykonania recenzji.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Izabeli Pauliny Świcy p.t. " **Wykorzystanie biomasy mikroglonów i sinic do nawożenia symulantów regolitów marsjańskich i księżycowych** " jest 165 stronnicowym opracowaniem.

W dysertacji wyróżniono: streszczenie w języku polskim i angielskim, wprowadzenie, stan wiedzy, cel, hipotezy i zakres badań, metodykę badań, metody analityczne, wyniki badań i dyskusję, podstawowe założenia techniczno-technologiczne, podsumowanie i wnioski końcowe. Całość dysertacji zamykają spisy: literatury, tabel i rysunków. W bardzo bogatym spisie literatury znajdują się 333 pozycje w większości anglojęzyczne (98%). Ponad 70% stanowi literatura opublikowana w ostatnich 10 latach. W spisie literatury znajdują się 3 publikacje powiązane z tematyką rozprawy doktorskiej, w których doktorantka jest współautorką.

Część przeglądowa oparta na literaturze obejmuje 37 stron, co stanowi 29 % całości pracy zatem można stwierdzić, że proporcja pomiędzy częścią przeglądową i doświadczalną jest prawidłowa i zgodna z przyjętymi zasadami redagowania rozpraw doktorskich.

3. Analiza treści pracy i ocena merytoryczna

We wprowadzeniu autorka na podstawie dostępnych publikacji przedstawiła pogląd, że kolonizacja planet tj. Księżyc czy Mars powinna być prowadzona w oparciu o zasady gospodarki cyrkularnej zorientowanej na efektywne zarządzanie zasobami, recycling, odzysk surowców oraz ograniczenie ilości odpadów. Trudno nie zgodzić się z tym stwierdzeniem zwłaszcza, że powinno ono dotyczyć również naszej planety.

W ostatniej dekadzie nastąpił znaczący rozwój technologii, które zmierzają do podboju przestrzeni kosmicznej, czego przykładem jest również lot polskiego kosmonauty Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego oraz wykonywane przez niego eksperymenty naukowe. To co wydaje się przeciętnemu obywatelowi naszej planety bardzo odległe może urzeczywistnić się szybciej niż jesteśmy w stanie to przewidzieć.

Pomimo bardzo trudnych warunków życia na innych planetach nie zwalnia to naukowców od poszukiwania rozwiązań, które w przyszłości mogą mieć zastosowanie na stacjach kosmicznych, które zostaną wybudowane na różnych planetach, do których dotrze człowiek.

Istotnym problemem jest wyprodukowanie żywności i tlenu, którego brakuje na innych planetach. Dodatkowym problemem jest brak wody. Produkcja żywności związana jest z podłożem, które występuje na wielu planetach. Z tego względu uzasadnione było zainteresowanie autorki regolitem, występującym na powierzchni licznych planet i asteroidów gdyż jest on bardzo ubogi w składniki chemiczne, biologiczne, odżywcze i bez zasilenia nawozem nie nadaje się do wytworzenia żywności.

Autorka zwróciła uwagę na możliwość wykorzystania mikroglonów a także bakterii z grupy sinic, które mogą mieć różne zastosowania – od produkcji tlenu, poprzez oczyszczanie ścieków, wytwarzanie biomasy, która może być wykorzystana jako źródło pożywienia czy też nawozu, a także produkcji biopaliw a nawet jako surowiec budowlany.

Mając powyższe na względzie uważam rozprawę mgr Izabeli Pauliny Świcy nt. **„Wykorzystanie biomasy mikroglonów i sinic do nawożenia symulantów regolitów marsjańskich i księżycowych"** za ważną zarówno z poznawczego jak i utylitarnego względu a tematykę pracy za przyszłościową.

Rozdział 2

Rozdział 2 zatytułowano- „Stan wiedzy" – nie precyzując o jaką wiedzę chodzi. Dopiero podrozdziały wyjaśniają zakres tego rozdziału. Część teoretyczna została podzielona na 8 podrozdziałów. Każdy z nich prezentuje niezwykle istotne informacje oparte na bogatej i zróżnicowanej literaturze co świadczy o rozległej wiedzy doktorantki.

Podrozdział 2.1 Mikroglony i sinice – charakterystyka ogólna. Autorka zakwalifikowała sinice do mikroglonów. Sinice należą jednak do bakterii. Są to Gram-ujemne fotoautotrofy, które podobnie jak rośliny prowadzą fotosyntezę generując tlen co niewątpliwie jest ważnym aspektem związanym z ich wykorzystaniem w kosmonautyce.

Na str.11 Autorka stwierdziła, że cyjanobakterie są mikroorganizmami ekstremofilnymi tzn. mogącymi się utrzymywać np. temperaturze 70^0C - czy *Arthrospira platensis* należy do ekstremofili?

Jeśli mikroglony mogą bioakumulować np. metale ciężkie ze ścieków to czy można ich biomasę uznać za materiał do wytwarzania bioproduktów wysokiej wartości, a jeśli tak to jakich?

W kolejnych podrozdziałach Autorka przedstawiła możliwości wykorzystania mikroglonów i cyjanobakterii w energetyce a także do produkcji biodiesla, bioetanolu, biowodoru i biometanu.

W przypadku pod-podrozdziału 2.2.5 zatytułowanego „Procesy termicznego przekształcania" należałoby doprecyzować i dodać - biomasy mikroglonów.

W części teoretycznej (podrozdział 2.2) Autorka przedstawiła możliwości wykorzystania mikroglonów i cyjanobakterii w oczyszczaniu ścieków (co zostało wykorzystane w rozprawie, doktorskiej) a także możliwości biosekwestracji ditlenku węgla i oczyszczania gazów odlotowych.

Nie mniej ważny podrozdział dotyczył wykorzystania mikroglonów i sinic w rolnictwie (podrozdział 2.4.) Zawiera on istotne informacje na temat roli jaką mogą pełnić mikroglony i sinice w procesie formowania się biologicznej warstwy glebowej, a zwłaszcza możliwości adaptacyjnych tych organizmów do niekorzystnych warunków środowiskowych poprzez wytwarzanie heterocyst czy produkcję pozakomórkowych polisacharydów stabilizujących utrzymanie integralności komórki. Kolejne dwa pod-podrozdziały dotyczące biostymulacji (2.4.2.) i biologicznej ochronie roślin (2.4.3.) –mogłyby stanowić jeden podrozdział. Mikroglony z jednej strony mogą być wykorzystywane jako biostymulatory wzrostu i rozwoju roślin co wykazała autorka na podstawie licznych publikacji, a z drugiej strony mogą wytwarzać metabolity wtórne t.j. flawonoidy, terpenoidy, związki fenolowe czy karotenoidy, które działają antybakteryjnie i antygrzybicznie i przeciwdziałają patogenom roślinnym i innym szkodnikom. W przeciwnym przypadku Rysunek 1 wyjaśniający techniki zastosowania mikroglonów i sinic w procesach poprawienia wydajności uprawy roślin powinien znajdować się nad pod-podrozdziałem 2.4.3 .

Mikroglony i cyjanobakterie mogą być doskonałym bionawozem dostarczającycym roślinom składników odżywczych niezbędnych do wzrostu roślin a także wspomagać procesy związane z asymilacją azotu, fosforu czy potasu (pod-podrozdział 2.4.4.). W przypadku fosforu autorka zwróciła uwagę, że w nawozach fosfor występuje w postaci trudno dostępnej dla roślin, co utrudnia pozyskiwanie tego pierwiastka. Co więcej część fosforu jest wypłukiwana z gleby przez opady i trafia do zbiorników wodnych przyczyniając się do procesu eutrofizacji, natomiast zastosowanie biomasy glonów przyczynia się do pozyskania przez rośliny łatwo dostępnego fosforu. Nie można jednak twierdzić, że pierwiastek ten jest drugim po azocie mikroelementem najbardziej ograniczającym wzrost roślin (str. 30 wiersz 31) - przeciwnie jego niedobór może przyczynić się do ograniczenia ich wzrostu.

W podrozdziale 2.5 autorka przedstawiła obecny stan wiedzy na temat możliwości wykorzystania organizmów w przyszłych bazach kosmicznych w kontekście długoterminowego przebywania ludzi w tych obiektach. W tym miejscu pozwolę sobie na mała dygresję. Warto w tym momencie wspomnieć o eksperymencie przeprowadzonym na Ziemi w Tuscon w stanie Arizona (USA) pod koniec lat 80-ubiegłego stulecia – Biosfera 2, który dostarczył wielu interesujących informacji na temat przebywania ludzi w zamkniętym

habitacie przez okres 2 lat. Jak trudne było to zadanie to pokazały wyniki eksperymentu. Zamknięci wewnątrz wybudowanej Stacji ochotnicy mieli utrzymywać swoje życie tylko dzięki wyhodowanej żywności i wytworzonym tlenie uzyskanym wyłącznie z roślin. Niedobór tlenu oraz ilość i jakość plonów była nieproporcjonalna do wysiłku i czasu ich uzyskiwania. Tak więc, problem utrzymania się przy życiu bez zaopatrzenia ziemskiego nie został rozwiązany. Był to jednak eksperyment prowadzony w warunkach ziemskich. O wiele trudniejsze zadanie czeka człowieka w przypadku budowy stacji kosmicznych na innych planetach. Współcześnie istnieje wiele projektów, w których prowadzi się różnego rodzaju eksperymenty w przestrzeni kosmicznej z wykorzystaniem różnych organizmów w tym np. niesporczaków czy też glonów i cyjanobakterii. W programach wykorzystujących mikroglony, co warte podkreślenia, uczestniczy także Polska. Badania tego typu odbyły się na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) z udziałem polskiego kosmonauty.

W w/w. podrozdziale na stronie 35 wiersz 16 należy poprawić klasyfikację, w której wyróżniono sinice i bakterie – to jedna grupa systematyczna.

Podrozdział 2.6. został poświęcony regolitom marsjańskim i księżycowym oraz ich symulantom. Autorka w wyczerpujący sposób przedstawiła dane dotyczące składu chemicznego pozyskanych regolitów przez misje kosmiczne co zostało przedstawione w tabelach 2 i 3. Trudno jednak określić „Instrumentem" -bezzałogowe sondy marsjańskie np. Viking 1 czy Viking 2, (Tabela 2) czy też „Nazwa próbki Apollo 11, 12..." (Tabela 3) – raczej powinno być „Próbka pobrana przez misję programu".

Ostatnie dwa podrozdziały części teoretycznej dotyczą sposobów nawożenia symulantów regolitów. W tym miejscu mam dwie uwagi edytorskie – na str. 44 wiersz 19 Autorka użyła stwierdzenia - cyt. „W artykule zbadano skuteczność nawożenia ... „ - z pewnością Autorce chodziło o fakt, że w artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące skuteczności nawożenia. Druga uwaga dotyczy str. 46, na której Autorka stwierdziła, że cyt. „ Pomimo postępującego rozwoju badań nad różnymi biotechnologiami, które...". Według recenzenta biotechnologia jako dyscyplina naukowa jest jedna, natomiast są różne metody lub techniki biotechnologiczne, które mogą być wykorzystane do poprawy właściwości symulantów regolitów.

Jeśli chodzi o rośliny wskaźnikowe autorka precyzyjnie uzasadniła wybór sałaty jako rośliny modelowej wykorzystywanej w licznych badaniach, m.in. w warunkach mikrograwitacji na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Autorka stwierdziła że sałata to dobry bioindykator, który ze względu na wartości odżywcze i właściwości organoleptyczne liści może stanowić jeden z podstawowych gatunków roślin uprawianych w przyszłych habitatach

kosmicznych. Recenzent ma tylko nadzieję, że nie będzie to jedyna roślina uprawiana na innych planetach.

Podsumowując część teoretyczną pracy należy stwierdzić, że doktorantka w sposób wyczerpujący, oparty na licznych materiałach źródłowych przedstawiła wszystkie istotne aspekty związane z możliwością wykorzystania glonów i cyjanobakterii w różnych aspektach, w tym jako nawóz zasilający księżycowe regolity w celu wytwarzania żywności - w pierwszym etapie dla kosmonautów.

Rozdział 3

Recenzent uważa, że cel badań powinien zostać poprawiony. Cel badań można zawrzeć w dwóch osobnych zdaniach lub bez szkody można usunąć część zdania :

- „wyhodowanej na medium spreparowanym ze ścieków bytowych". W pracy wykorzystano ścieki syntetyczne (o składzie zbliżonym do ścieków bytowych) oraz ścieki rzeczywiste. Tylko te drugie były sensu stricto ściekami bytowymi.

Hipotezy badawcze zostały prawidłowo określone, podobnie jak zakres badań.

Rozdział 4

W rozdziale 4 zatytułowanym „Metodyka badań" przedstawiono ogólną koncepcję badań i wyjaśniono poszczególne etapy wykonywanych doświadczeń. Przedstawiona metodyka badań została precyzyjnie określona i nie budzi zastrzeżeń.

Autorka scharakteryzowała mikroorganizmy użyte w badaniach, a także rzeczywiste ścieki bytowe oraz spreparowane ścieki o składzie chemicznym zbliżonym do ścieków bytowych.

Wszystkie badane wskaźniki były około 2 krotnie wyższe w ściekach rzeczywistych niż w ściekach spreparowanych. Dlaczego były testowanie dwa rodzaje ścieków. Czy doświadczenia można było oprzeć jedynie o ścieki rzeczywiste w tym np. rozcieńczone zamiast spreparowanych ścieków syntetycznych?

Autorka uzasadniła wybór rośliny wskaźnikowej a także przedstawiła skład podłoża kontrolnego i symulantów regolitów wykorzystanych w badaniach. Scharakteryzowała stanowisko do badań wykorzystujące fotobioreaktory do wytwarzania biomasy glonów i cyjanobakterii. Autorka przedstawiła doświadczenia wazonowe a także procedury eksperymentalne stosowane podczas hodowli *C.vulgaris i A.platensis* i w dalszym etapie produkcji biomasy glonów i sinic oraz jej wykorzystania w nawożeniu próbek.

Recenzent prosi o wyjaśnienie kwestii wirowania w wirówce CEPA (str.58) w zakresie 15000 do 30000 obr/min – czy taka prędkość nie niszczyła komórek glonów i sinic oraz czy rzeczywiście przy takiej prędkości wirowania uzyskano jedynie 20% suchej biomasy?
W pod-podrozdziale 4.4.2 zamieszczono na str. 60, rys. 9 przedstawiający zdjęcia mikroskopowe glonów *C.vulgaris* i sinicy *A. platensis* przed procesem i po procesie dezintegracji. Pomylono jednak podpisy pod zdjęciami.
Następnie przedstawiono technikę nawożenia podłoży oraz uprawę rośliny wskaźnikowej. Proszę o wyjaśnienie dlaczego początkowo do podłoża kontrolnego dodano 50 cm^3 wody a do niektórych symulantów regolitów dodawano 40 lub 20 cm^3 wody oraz jaka ilość wody została wykorzystana przez 30 dni do nawadniania jednej doniczki?
Ponadto schemat eksperymentu przedstawiony na str. 65 - rys. 13 wymaga legendy.

Rozdział 5.

Rozdział ten zawiera informacje na temat metod analitycznych zastosowanych w badaniach medium hodowlanego, biomasy glonów i sinic, symulantów regolitów i rośliny wskaźnikowej. Opisano również metody statystyczne zastosowane do obróbki wyników badań. Zastosowane metody analityczne zostały prawidłowo dobrane do charakteru badań.

Rozdział 6.

W rozbudowanym rozdziale zatytułowanym „Wyniki badań i dyskusja" (str.69-124) przedstawiono wyniki badań wraz z ich interpretacją popartą badaniami statystycznymi. Przeprowadzona w dysertacji dyskusja jest bardzo szczegółowa. Doktorantka konsekwentnie prezentuje wyniki swoich badań, poddaje je dyskusji z badaniami prowadzonymi na świecie oraz wskazuje możliwe przyczyny uzyskiwania zróżnicowanych wyników. Wyniki przedstawiono w formie tabel i rysunków w formie wykresów, które poparte są analizą statystyczną. Prezentowana w pracy dyskusja wyników spełnia standardy prac naukowych. Pozwoliła ona doktorantce na sformułowanie przedstawionych w rozdziale 8 wniosków.
Kilka uwag krytycznych do tego rozdziału.
Autorka opisując wyniki ChZT bardzo często w pracy używa nieprawidłowych sfomułowań np. str. 71 wiersze 3-4 cyt. „..w warunkach beztlenowych możliwe jest usunięcie 53% rozpuszczonego chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) ….". Podobnie wiersz 19 na tej samej stronie „ … co było efektem 76,4 +/-3,5% sprawności usuwania tego wskaźnika

zanieczyszczeń". Nie wskaźnik był usuwany tylko związki organiczne. Podobnie str. 78 wiersz 14 i str. 79 wiersz 4 - nie można używać sformułowania usuwanie ChZT.

Ponadto w przedstawionych rysunkach jest bałagan w oznaczeniach. – od lewej strony jest np. rys. 15 a po prawej stronie 14. , a np. na str. 79 – najpierw jest rys. 31 później 28, a poniżej 30 i 29. Podobnie str. 107 i 122. Może autorka wytłumaczy skąd taki układ oznaczeń – może ma to jakichś głębszy sens?

Na stronie 73 dolny akapit odnosi się do E1S1W2 a autorka przywołuje rys. 15 , który dotyczy E1S1W1. Powinno być odniesienie do rys. 20.

Należy podkreślić, że uwagi krytyczne nie zmieniają pozytywnej oceny wyników badań.

Autorka wykazała, że ścieki bytowe mogą być wykorzystane do hodowli zarówno glonów *C.vulgaris* jak i cyjanobakterii *A.platensis* a ponadto różnice w stężeniu związków azotu całkowitego, foforu całkowitego, potasu całkowitego czy też węgla całkowitego w biomasie badanych organizmów były niewielkie pomimo, że podstawowe parametry badane w ściekach rzeczywistych były wyższe niż w ściekach syntetycznych.

W drugim etapie badań autorka przedstawiła wyniki badań nad wzrostem rośliny wskaźnikowej na symulantach regolitów księżycowych i marsjańskich zasilanych biomasą *C.vulgaris* lub *A. platensis*. Próbkę kontrolną stanowiło podłoże organiczne. Tylko w przypadku symulantu regolitu marsjańskiego nie otrzymano wzrostu rośliny wskaźnikowej. Autorka przedstawiła jednak możliwości poprawy tej sytuacji związanej z obecnością nadchloranów.

Przeprowadzone przez doktorantkę doświadczenia wykazały, że aplikowanie biomasy glonów lub sinic wpływa pozytywnie na wydajność uprawy sałaty *Lactuca sativa* L. Autorka określiła, że w większości analizowanych próbek uzyskano zwiększenie plonu rośliny szczególnie przy dawce 10 g/kg s.m.. Szkoda, że w omawianych doświadczeniach wazonowych nie przedstawiono przykładowych zdjęć sałaty masłowej *Lactuca sativa* L. np. po 15 dniach i na koniec eksperymentu po 30 dniach. Na podkreślenie zasługuje wykazanie, że magnetyczna separacja próbki i ponowne użycie podłoża poprawia zarówno jego właściwości jak również wydajność upraw. Uważam, że jest to duże osiągnięcie doktorantki.

Rozdział 7

W rozdziale 7 Autorka m.in. na schemacie i w tabeli przedstawiła koncepcję zastosowania procesów jednostkowych w zintegrowanym procesie oczyszczania ścieków, produkcji biomasy mikroglonów i cyjanobakterii oraz możliwości wykorzystania tej biomasy do poprawy składu podłoża regolitu księżycowego lub marsjańskiego w celu wytwarzania niezbędnej żywności. Jednocześnie w tabeli 8 zwróciła uwagę na trudności i zagrożenia poszczególnych procesów

jednostkowych. W przypadku magazynowania/buforowania ścieków istnieje wg. Autorki ryzyko namnażania patogenów. Moje pytanie - jakich patogenów to dotyczy skoro załoga statku kosmicznego powinna być zdrowa a mikroglony pochodzą z czystej hodowli?
Drugie pytanie dotyczy energochłonności całego systemu ? Czy Autorka przeprowadziła bilans energetyczny całego przedsięwzięcia – szczególnie w aspekcie ograniczonych zasobów energii na przyszłej stacji kosmicznej?

Rozdział 8

W 8 rozdziale dysertacji -Podsumowanie i wnioski - Autorka przedstawiła 8 wniosków.
Niektóre wnioski są zdaniem recenzenta zbyt długie. Można np. podzielić wniosek 2 na dwa wnioski.
We wniosku 3 Autorka podaje zawartości azotu, fosforu i potasu w wyprodukowanej biomasie np. fosfor w granicach 15,4+/-3,5 -17,5+/-2,0 g P/kg s.m. Jeśli do wartości minimalnej dodamy 3,5g P to otrzymamy 18,9 g P/kg s.m. co byłoby wyższą wartością niż 17,5g P/kg s.m. Jak można to wytłumaczyć? Autorka podała, że zawartość azotu, fosforu i potasu jest uzależniona od hodowli i testowanego mikroorganizmu nie precyzując tego stwierdzenia.
Należy również poprawić niektóre błędy stylistyczne we wnioskach. Merytorycznie wnioski zawierają wszystkie niezbędne i najistotniejsze informacje związane z wynikami badań.

Dodatkowe pytania do doktorantki.

1. Czy autorka badań sądzi, że budowa stacji kosmicznej, w której będą uprawiane rośliny na regolicie księżycowym lub marsjańskim nastąpi jeszcze w tym stuleciu? Przypomnę, że warunki termiczne panujące na księżycu są ekstremalnie trudne. Brak atmosfery wpływa na upał w przypadku gdy promienie słońca padają na planetę (do + 120^{0}C) i silny mróz po stronie nieoświetlonej (-130^{0}C). Podobnie na Marsie nie ma sprzyjających warunków do życia człowieka.
2. Co zadecydowało o wyborze glonu *Chlorella vulgaris* i cyjanobakterii *Arthrospira platensis* do badań?
3. Czy wystąpiły jakieś problemy przy hodowli organizmów stosowanych do wytwarzania biomasy?
4. Czy doktorantka widzi możliwość zastosowania wyników swoich badań w środowisku Ziemi?

Uwagi szczegółowe - edytorskie

Str.10 wiersz 5 sinice należą do grupy bakterii

Str. 16 wiersz 13 – przesunąć nawias np. W pracy Kumar i Das (2000)….

Wiersz 22 jak wyżej (jw.)

Str. 17 wiersz 14 i wiersz 18 - jw.

Str. 19 wiersz 3 - Nie można zaczynać zdania od nawiasu. Przesunąć nawias do (2019)

Wiersz 4 i wiersz 17 - jw.

Str. 20 wiersz 14 i wiersz 24 - j.w.

Str. 21 wiersz 22- styl. „Dzięki wysokiej wydajności fotosyntezy i szybkiemu wzrostowi mikroglony są obiecującym do wychwytywania CO_2….”

Str. 22 wiersz 14 -styl– „Podobne obserwacje poczynili badacze w artykule (Chiu i in., 2008) którzy wykazali …..gdzie efektywność…..”

wiersz 22. W badaniu (Vorisek i in. 2023) oceniono możliwość… Przesunąć nawias- (2023)

w tym samym zdaniu poprawić uprawiany na uprawianych

wiersz 27 – Zostało wykazanie….. poprawić na Zostało wykazane

Str 23. wiersz 3 styl …. stanowi cenny zasób , stanowiący…..

wiersz 5 znaczenie kontekście – wstawić literę w

wiersz 7-8 „W naturze mikroglony i sinice w połączeniu z grzybami i bakteriami…..” Sinice należą do bakterii.

wiersz 11 – zmienić …oraz zwiększając bioróżnorodność gleb … na – zwiększenie różnorodności gleb

wiersz 18-19 - ….promieniowaniem ultrafioletowe zmienić na promieniowaniem ultrafioletowym.

Wiersz 25-26 - Te adaptacje zdolności (do czego?)…

Wiersz 29,30 - nazwy systematyczne sinic napisać kursywą

Str 24. Wiersz 20 - Substancje zawierające cyjanobakterie z rodzajów (*Nostoc sp.* …..)

poprawnie powinno być – Cyjanobakterie z rodzajów *Nostoc sp.* ……

wiersz 26 - nawias ograniczyć tylko do roku ;

Str. 25. wiersz 12. Proponuję dodać - **Fitohormony, do których zaliczamy** gibereliny;

wiersz 24 -bez nawiasu -alfa amylazy

Str. 27 -wiersz 15 ochrony zmienić na ochronę

Str. 28 wiersz 1 - w zdaniu- mogą znacząco redukować.. poprzedzić - **cytowane powyżej związki** mogą znacząco redukować…

Wiersz 6)- Wśród tych przeciwutleniaczy (jakich?) To jest nowy akapit !

Str. 29. Wiersz 25 – nawias ograniczyć do roku

Wiersz 28. - (poprawić tekst w nawiasie)

Str. 30. Wiersz 12 – …..formy organiczne azotu, które mogą być….

Wiersz 15 i 16 - poprawić w zdaniu słowa: … pozwala na… oraz żywicielskiej

/Wiersz 20 – usunąć nawias

Wiersz 27 – styl –powinno być - ma miejsce utleniania się amoniaku

Str. 31 – zamienić słowo- czasu - na **możliwości**

Wiersz 13- to dość kontrowersyjne stwierdzenie – rozpuszczanie nierozpuszczalnych fosforanów. Jeśli coś jest nierozpuszczalne to nie może się rozpuścić.

Wiersz 22 – zamienić słowo poznana na **poznania**

Wiersz 23 – Badania eksperymentalnego wykazały ?

Str 35 wiersz 16 sinice oraz bakterie !

Wiersz 22 dodać- **które** mogą….

Wiersz 33 – dodać- zajmuje **się** usuwaniem

Str. 36. wiersz 3 (nie uwzględniając rysunku) dodać słowo **które** mogą

Wiersz 8 -styl – jest potencjalnym wykorzystywana jako…

Wiersz 11 -styl- powinno być- **takie jak**

Str 38 wiersz ostatni – po słowie minerałów dodać słowo **które**

Str 39 . wiersz 3 dodać słowo **poboru** próbek

Wiersz 25 zamienić słowo od na **do**

Str. 44. Wiersz 15 zamienić z na **do**

Wiersz 19 – W artykule zbadano skuteczność nawożenia obornika,,,,,, ? chyba **przedstawiono wyniki badań nad skutecznością nawożenia** ….

Str. 44. wiersz 28 ….przy zstosowaniu najwyższego procentu obornika – powinno być – **najwyższej dawki obornika**

Str 46 wiersz 18 - rolnictwo kosmiczne?

Str. 52 wiersz 22 – słowo prze – zamienić na **przed**

Str 53 wiersz 2-3. Sałata masłowa jest rośliną łatwą do uprawy zarówno w warunkach laboratoryjnych. ? **dokończyć zdanie**!

Str. 54 wiersz 6 – w zdaniu usunąć nawiasy.

Str. 59 wiersz 5 poprawić – Schemat postępowania **przedstawiono** na…

Str. 62 wiersz 11 usunąć słowo **wynosiły**

Str 63 wiersz 6 ….przeprowadzono w E2. Chyba lepiej wyjaśnić słownie , że chodzi o drugi etap badań.

Str 65. Rysunek 13. Dla lepszego zrozumienia przydałaby się legenda

Str. 66 wiersz 17 ... w obydwóch gatunkach mikroglonów....???

Str. 70 wiersz 24 Biologiczne technologia beztlenowe.....zamienić słowo na **technologie**

Str .71 wiersz 13 poprawić słowa znaczy na **znaczny** oraz produkcja na **produkcją;**

wiersz 32 zamienić słowo wynoszący na **wynoszącym**

Str. 72 wiersz 5 przesunąć nawias; wiersz 7 poprawić zdanie : Autorzy pracy ? (Cai i in., 2019) osiągnęli podobne rezultaty. Chodzi o badania cytowane na poprzedniej stronie!

Str. 74 wiersz 5 - usunąć słowo pracy i przesunąć nawias do roku;

wiersz 18-19 poprawić zdanie „Z kolei w badaniu , gdzie wykorzystano....ChZT zostało usunięte....."

Str. 75 wiersz 2, 13 i 19 - przesunąć nawias,

Str 76 wiersz 14 jw.

Str.78 wiersz 11 i 18 jw.; wiersz 14 ChZT się nie usuwa!

Str. 79. Wiersz 4 ChZT jw.

Str. 80 wiersz 2 połączyć zdania1 i 2 , po a wstawić **w**

Wiersz 8 – styl (poprawić gdzie)

Str. 82 wiersz 5 czyszczaniu zamienić na **oczyszczaniu**

Str. 87 wiersz 21-22 przesunąć nawias

Wiersz 31 poprawić ***C.vulgaris***

Str. 88. Wiersz 9 i 10 .....świeżej masy **sałaty...** 3g s.m. **glonów** / kg gleby

Podobnie w wierszu 11 -dodać - plon **sałaty** wyniósł ;

Wiersz 12 dodać - 3g s.m. **glonów**/ kg gleby

Str. 89- brak odniesienia do rys 37 (odnie/sienie jest na str. 90)

wiersz 8 - nie **miało**

Str. 91 wiersz 5 Wyniki uzyskane **w** badaniu; przesunąć nawias

Str. 92 – wiersz 6 zamiast ....biomasy zielenic – zamienić na ***C.vulgaris***

Str 94 wiersz 6 i 10- przesunąć nawias

Str. 96 wiersz 18 przesunąć nawias

Str. 97 wiersz 26 jw.

Str. 98 wiersz 29 – Nie można zaczynać zdania od nawiasu ! – przesunąć nawias

Str. 104 wiersz 31 przesunąć nawias

Str. 108 wiersz 1 i 7 jw.

Str 111 wiersz 8 jw.

Str. 115 wiersz 16 i 33 jw.

Str.122 – na rys 60,61,62,63 nie zaznaczono poziomu nawożenia. Numeracja do wyjaśnienia.

Str. 125 wiersz 12 Księżyc (dużą literą)

Str. 127 wiersz 4 W zdaniu usunąć literę **w**

W tabeli 8- poprawić podpis ….procesów jednostkowych **w** zintegrowanym systemie ….

Wniosek końcowy

Uwzględniając zakres badań, uzyskane wyniki oraz ich interpretację stwierdzam, że rozprawa doktorska jest na poziomie odpowiednim dla tego typu opracowań. Doktorantka wykonała wiele czasochłonnych i skomplikowanych metodycznie badań, które zostały przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych. Uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane nie tylko w przyszłych stacjach kosmicznych wybudowanych na innych planetach ale także na naszej planecie. Należy podkreślić, że hHipotezy badawcze postawione przez doktorantkę uzyskały potwierdzenie w wynikach badań.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Izabeli Pauliny Świcy spełnia wszelkie wymagania określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (t.j. Dz.U. z 2017r poz. 1789 z późn. zm.) w związku z art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018roku, poz. 1669). Wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka UWM w Olsztynie o dopuszczenie Pani mgr. inż. Izabeli Pauliny Świcy do jej publicznej obrony.

A. Bułtarewicz