

---

**prof. dr hab. Inż. Andrzej Nowak**

**Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie**

**Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa**

**Zakład Chemii, Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska**

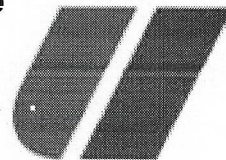
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin,

tel. +48 (0) 91 4250234, fax. +48 (0) 91 4250234, +48 (0) 91 4425690

tel. kom.: +48 91 (0)603 077 396, e-mail: anowak@agro.ar.szczecin.pl

pryw.: ul. Majowa 36 m 1, 71-347 Szczecin, tel. +48 (0) 91 4526296

---



Szczecin, dnia 27.03.2022

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej mgr inż. inż Dariusza Zielonki, pt.

**WPŁYW NAWOŻENIA KONOPI SIEWNYCH (CANNABIS SATIVA L.)**

**OSADAMI ŚCIEKOWYMI I FOSFOGIPSEM**

**NA WYBRANE PARAMETRY FIZJOLOGICZNE ROŚLIN I BIOLOGIĘ GLEBY**

Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Dariusza Zielonki pt. Wpływ nawożenia konopi siewnych (*Cannabis sativa* L.) osadami ściekowymi i fosfogipsem na wybrane parametry fizjologiczne roślin i biologię gleby, której promotorem jest prof. dr hab. Stefan Russel, wykonanej na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Instytutu Rolnictwa SGGW w Warszawie, dr hab. Łukasza Uzarowicza, prof. SGGW.

Konopie są rośliną uprawianą w bardzo szerokim zakresie stref klimatycznych. Ze względu na wytwarzaną dużą biomasę, używana jest do produkcji energii odnawialnej przez wykorzystanie jako biopaliwo stałe, olej, do zastosowań przemysłowych czy na nasiona. Dodatkowymi zaletami upraw tej rośliny są niskie koszty surowca, niewrażliwość na zachwaszczenie, niskie wymagania co do zaopatrzenia w składniki odżywcze, czy też minimalne potrzeby stosowania chemicznej ochrony roślin. Nic więc dziwnego, że badania nad efektywnością uprawy konopi są nader istotne i przyczyniają się do wzrostu jej opłacalności i wydajności plonowania. W tym aspekcie bardzo duże znaczenia ma właściwe nawożenie, które jest jednym z podstawowych czynników wpływających na ekonomiczne efekty dla plantatora i na jakość uzyskiwanych plonów. Jedną z bardzo interesujących form nawożenia jest stosowanie osadów ściekowych oraz fosfogipsu. Te dwa rodzaje materiałów są odpadami powstającymi w znacznych ilościach w oczyszczalniach ścieków i przy produkcji superfosfatu i stanowią uciążliwe odpady. Ze względu na zawartość nutrietów mogą być wykorzystane jako nawozy. Taki sposób nawożenia jest korzystny ze względu na możliwość zwiększania plonów konopi, rośliny mającej duże znaczenie w produkcji energii odnawialnej przy równoczesnym złagodzeniu problemu stwarzanego przez powstawanie dużych ilości uciążliwych odpadów.

Nader istotne są więc prace, zmierzające do poznania wpływu powyższego sposobu nawożenia na kondycję roślin, ich wzrost i rozwój oraz kształtowanie się ich relacji z glebą, zwłaszcza w aspekcie jej aktywności biologicznej. W związku z powyższym, wybór tematu

---

dysertacji przez Doktoranta należy uznać za uzasadniony i bardzo trafny, zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak też praktycznego.

Recenzowane opracowanie opiera się na 3 publikacjach:

- **Zielonka D.**, Nierebiński M., Kalaji H.M., Augustynowicz J., Prędecka A., Russel S., Efficiency of the photosynthetic apparatus in *Cannabis sativa* L. fertilized with sludge from a wastewater treatment plant and with phosphogypsum. 2017. Ecological Questions. Udział 50%, pkt. MNiSW (2019) = 20
- **Zielonka D.**, Sas-Paszt L., Derkowska E., Lisek A., Russel S. Occurrence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Hemp (*Cannabis sativa*) Plants and Soil Fertilized with Sewage Sludge and Phosphogypsum. 2019, Journal of Natural Fibers. Udział 50%, IF (2019) = 2,622, IF (5-letni) = 1,05, pkt. MNiSW (2019) = 40
- **Zielonka D.**, Szulc W., Skowrońska M., Rutkowska B., Russel S., Hemp-Based Phytoaccumulation of Heavy Metals from Municipal Sewage Sludge and Phosphogypsum Under Field Conditions. 2020, Agronomy. Udział 50%, IF (2019) = 2,603, IF (5-letni) = 2,88, pkt. MNiSW (2019) = 100

Łącznie Jego dorobek posiada następujące wskaźniki bibliometryczne: sumaryczny IF (2019) = 5,225, IF (5-letni) = 3,93, suma pkt. MNiSW (2019) 160.

Przygotowane przez Doktoranta podsumowanie obejmuje 36 stron, zawiera 5 tabel, 4 ryciny składające się wielu pojedynczych wykresów i 84 pozycje literatury. Zawiera rozdziały: OŚWIADCZENIE PROMOTORA PRACY, OŚWIADCZENIE AUTORA PRACY, STRESZCZENIE, SUMMARY, SPIS TABEL, SPIS RYSUNKÓW, SPIS ARTYKUŁÓW ZAWARTYCH W ROZPRAWIE DOKTORSKIEJ WRAZ Z DANYMI BIBLIOGRAFICZNYMI, WPROWADZENIE, CEL PRACY, HIPOTEZA BADAWCZA, PRZEGLĄD LITERATURY, METODYKA, WYNIKI I DYSKUSJA, WNIOSKI, BIBLIOGRAFIA, OŚWIADCZENIA WSPÓLAUTORÓW, ZGODA NA UDOSTĘPNIENIE PRACY W CZYTELNIACH BIBLIOTEKI SGGW. W artykułach zawarte jest łącznie 3 tabele, 9 wykresów i 80 pozycji literatury. Zgodnie z wymogami redakcji czasopism zawierają rozdziały: INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS AND DISCUSSION, CONCLUSIONS, REFERENCES. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w renomowanych czasopismach w języku angielskim. Udział Doktoranta jest znaczący, w każdym z nich wynosi 50% i polega na opracowaniu koncepcji, nadzór nad wykonaniem doświadczenia polowego, pobieranie prób, dobór metodyki, wykonywanie analiz, opracowanie wyników, redakcja artykułów.

STRESZCZENIA (SUMMARY/ABSTRACT) napisane są poprawnie, zawierają wszystkie niezbędne elementy: krótkie wprowadzenie, opis metodyki oraz syntetycznie przedstawione wyniki badań. W rozdziale WPROWADZENIE zawarte jest uzasadnienie i opis problemu badawczego, który dokładnie sprecyzowany jest w następnym, zatytułowanym CEL PRACY. Zamierzeniem Doktoranta było określenie możliwości zastosowania osadów ściekowych i fosfogipsu w nawożeniu konopi a także wpływu tych nawozów na biologię i właściwości fizykochemiczne gleby oraz fizjologię roślin. W tym celu zaplanował realizację następujących celów szczegółowych:

- dokonanie oceny wpływu nawożenia osadem ściekowym i fosfogipsem na wybrane parametry fizjologiczne determinujące sprawność aparatu fotosyntetycznego konopi;
- identyfikacja arbuskularnych grzybów mikoryzowych w glebie mikoryzowej i korzeniach techniką PCR oraz ocena stopnia kolonizacji gleby i korzeni przez arbuskularne grzyby mikoryzowe oraz tworzenia zarodników pod wpływem nawożenia fosfogipsem i osadem ściekowym w okresie wegetacji;



- oznaczenie zawartości pierwiastków śladowych w glebie i biomase roślin oraz wielkości produkcji biomasy konopi.

Przyjętą hipotezą badawczą było założenie, że nawożenie konopi osadami ściekowymi i fosfogipsem wpływa na wydajność fotosyntetyczną konopi, kolonizację gleby i korzeni konopi przez arbuskularne grzyby mikoryzowe i powstawanie zarodników a także przemieszczanie pierwiastków śladowych z gleby do biomasy roślinnej.

Rozdział PRZEGLĄD LITERATURY, jakkolwiek niezbyt obszerny, zawiera jednak najważniejsze informacje na temat stanu wiedzy w przedmiocie będącym tematem badań. Doktorant omawia kwestie biologii *Cannabis sativa* L. oraz zastosowania substancji będących odpadami w uprawie tej rośliny. Opiera się na prawidłowo dobranej literaturze, w tym artykułach najnowszych, zamieszczonych w czasopismach krajowych i zagranicznych. W sposób bardzo syntetyczny, ale jednak prawidłowo podsumowuje stan wiedzy w przedmiocie i wskazuje logiczne kierunek badań jakie podjął Doktorant. Świadczy o dobrej jego orientacji w stanie wiedzy i umiejętności sformułowania celów badawczych,

Materiały użyte w badaniach są dokładnie przedstawione (METODYKA). Opis zawiera charakterystykę użytych w badaniach odmian konopi i powody takiego wyboru. Zamieszczona jest też charakterystyka gleby a także przedstawione są właściwości osadu ściekowego i fosfogipsu. Zawiera także opis założenia doświadczenia polowego. W dalszej części opisu metodyki podane są wykonywane oznaczenia. Doktorant przeprowadził pomiary parametrów fizjologicznych aparatu fotosyntetycznego konopi: względnej zawartości chlorofilu i wskaźnika powierzchni łąnu. Wyizolował z gleby, w tym także z korzeni i zidentyfikował grzyby mikoryzy arbuskularnej, w tym również metody genetyczne. Przedstawił też metodykę oznaczania w różnych częściach roślin zawartości mikroelementów metodą absorpcyjnej spektrometrii masowej.

W badaniach zostały użyte bardzo różnorodne metody i poprawnie wykonane. Należy podkreślić, że są one bardzo zróżnicowane, od metod klasycznych do nowoczesnych technik genetycznych i instrumentalnych. Świadczy to o wiedzy Doktoranta w tym zakresie i dobrym warsztacie metodycznym. Wszystkie oznaczenia są odpowiednie do założonych celów badawczych.

Rozdział WYNIKI I DYSKUSJA zawiera tabele i wykresy przedstawiające rezultaty przeprowadzonych badań. Wyniki te są przedstawione w sposób jasny i czytelny. Tytuły tabel i podpisy rycin są odpowiednie do ich treści. Zawarty w tekście rozdziału opis skrótowo, ale poprawnie przedstawia najważniejsze tendencje zmian badanych parametrów i wyników analiz. Doktorant omawia wpływ nawożenia osadem ściekowym i fosfogipsem na parametry aparatu fotosyntetycznego – zawartość chlorofilu i wskaźnik powierzchni łąnu, z uwzględnieniem wpływu nawożenia i odmiany konopi. Następnie opisuje wyniki przeprowadzonej identyfikacji arbuskularnych grzybów mikoryzowych w roślinie i w glebie oraz zmian w składzie gatunkowym, częstotliwości i intensywności mikoryzy, zachodzących w glebie nawożonej osadem ściekowym i fosfogipsem. Podaje także wyniki analiz zawartości szeregu mikroelementów w glebie i różnych częściach roślin a także współczynniki koncentracji i przedstawia bilans pierwiastków śladowych w glebie i roślinie. Przedstawiony w podsumowaniu i publikacjach opis uzyskanych w badaniach wyników należy uznać za poprawny i kompletny.

Równocześnie z opisem wyników Doktorant dokonuje ich porównania z wynikami zawartymi w literaturze przedmiotu. Literatura ta jest dobrze dobrana merytorycznie i pochodzi



w znacznej mierze z ostatnich kilkunastu lat. Na ogół wyniki uzyskane w badaniach potwierdzają dane literaturowe przedstawiane przez innych badaczy. W niektórych jednak przypadkach wyniki Doktoranta, niekiedy różnią się i wtedy podejmuje on próby wyjaśnienia takiego zjawiska, albo też stanowią zupełnie nowe informacje, ze względu na brak w literaturze porównywalnych badań (np. intensywność kolonizacji AMF w roślinach konopi).

Elementy dyskusji wyników w omawianym rozdziale podsumowania i publikacjach przedstawionych przez Doktoranta można uznać za wystarczające dla przedstawienia wyników uzyskanych przez niego na tle aktualnego stanu wiedzy w przedmiocie będącym tematem badań.

WNIOSKI przedstawione przez doktoranta są odpowiednie do postawionych wcześniej celów badawczych i wynikają z uzyskanych w badaniach wyników. Dotyczą pełnego zakresu danych z przeprowadzonych doświadczeń.

Do najcenniejszych wyników uzyskanych w pracy można zaliczyć:

Ustalenie zachodzącej konwersji składników odżywczych zawartych w nawożeniu osadem ściekowym i fosfogipsem w biomasę badanych roślin. Jest to związane z korzystnym oddziaływaniem takiego nawożenia na wydajność aparatu fotosyntetycznego. Efekt ten różni się w zależności od odmiany. Dotyczy to zwłaszcza odmian o wyższym indeksie powierzchni liści.

Stwierdzenie relacji symbiotycznych z grzybami mikoryzy arbuskularnej (*Funneliformis mosseae*, *Funneliformis caledonium* i *Funneliformis geosporum*), jednak raczej u roślin, których nie nawożono odpadami, co świadczy o małym uzależnieniu konopi od mikoryzy. Pod tym względem obserwuje się jednak znaczne różnice odmianowe.

Zbadanie szeregu zawartości pierwiastków śladowych w biomasie roślin konopi. Ustalenie intensywności ich pobierania i transportu w roślinie a także rozmieszczenia w różnych organach. Ustalenie wzrostu zawartości tych pierwiastków w glebie i roślinach pod wpływem nawożenia osadem ściekowym a także ograniczenie dostępności dla roślin pod wpływem nawożenia fosfogipsem.

Z obowiązku recenzenta chcę przedstawić kilka uwag. Na str.14 Autor pisze: „...osobniki YX i XX to odpowiednio samiec i samica.” Brzmi to zabawnie, gdyż takich określeń nie stosuje się w odniesieniu do roślin.

W opisie metodyki (a także w tekście artykułów) spotykamy informację, że „Doświadczenie polowe założono w układzie losowym...”. Tego rodzaju określenie jest wysoce nieprecyzyjne i niewiele mówi. Jest szereg układów doświadczeń polowych, które wszystkie są oparte na założeniu losowego rozkładu poletek, niemniej różniących się między sobą, i stosowanych w zależności od ilości i charakteru testowanych czynników doświadczalnych i planowanego sposobu interpretacji statystycznej (np. układ losowanych bloków, układ pasów prostopadłych (split-blok), układ kompletnej randomizacji, ). Tak więc określenie użyte przez Doktoranta nie informuje o sposobie założenia doświadczenia polowego.

Również w rozdziale METODYKA Doktorant informuje o zastosowaniu dwóch metod barwienia korzeni roślin przy izolacji z gleby i identyfikacji grzybów mikoryzy arbuskularnej. Nie podaje jednak celu stosowania tych dwóch metod, ani też w wynikach nie można znaleźć jakichkolwiek informacji na ten temat. Nie jest więc jasne, jakim celu stosowano dwie metody barwienia i co zostało dzięki temu uzyskane.

W podsumowaniu, w opisie metodyki, Doktorant nie wspomina o stosowanych metodach interpretacji statystycznej wyników. Dobrze, że są one opisane w załączonych publikacjach. Ale może byłoby dobrze je zamieścić.

W przedstawionym podsumowaniu swoich badań, Doktorant zamieścił ryc. 3., która jest zbiorem 21 pojedynczych wykresów rozciągającym się na 3 strony. Pomimo obszernego podpisu z wyjaśnieniami, jest bardzo trudne i uciążliwe zorientowanie się co jest przedstawione na poszczególnych wykresach. Należałoby przedstawić dane w sposób mniej wyczerpujący dla czytelnika.

Autor uzyskał w swoich badaniach bardzo wiele interesujących danych. Jednak we wnioskach podając obserwowane prawidłowości, większą uwagę powinien zwrócić na przedstawienie ich w aspekcie nie tylko jakościowym, ale też ilościowym. Podobnie w streszczeniu. Uwaga ta dotyczy zwłaszcza wpływu nawożenia osadem ściekowym i fosfogipsem na parametry aparatu fotosyntetycznego i badań nad grzybami mikoryzy arbuskularnej.

I jeszcze jedna uwaga. W badaniach wpływu nawożenia osadem ściekowym i fosfogipsem w uprawie konopi jako pierwsze nasuwa się pytanie o wielkość plonu. Wydaje się, że Doktorant dokonywał takich obserwacji, przynajmniej w doświadczeniu dotyczącym pierwiastków śladowych. Nie ma jednak w wynikach informacji na ten ważny temat. Interesująca byłaby też informacja (nawet literaturowa) jaka jest skuteczność nawożenia osadem ściekowym i fosfogipsem w porównaniu z klasycznym nawożeniem mineralnym, które mogłoby stanowić punkt odniesienia.

Wszystkie usterki, przedstawione w recenzji nie zmniejszają wartości pracy. Przedstawiona do recenzji praca jest wartościowym osiągnięciem naukowym. Badania zostały dobrze zaplanowane i poprawnie wykonane, z zastosowaniem właściwie dobranej metodyki. Wyniki przedstawione są jasno i kompletnie i dostarczają nowych, cennych informacji oraz poprawnie przedyskutowane na tle literatury przedmiotu. Napisana jest starannie, dobrym językiem. Stwierdzam, że jest wartościowym osiągnięciem, świadczącym o dużej wiedzy, opanowaniu warsztatu metodycznego i umiejętności prowadzenia badań, interpretacji wyników i ich redagowania.

**Wniosek końcowy:** Reasumując, stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Dariusza Zielonki pt. **Wpływ nawożenia konopi siewnych (*Cannabis sativa* L.) osadami ściekowymi i fosfogipsem na wybrane parametry fizjologiczne roślin i biologię gleby** spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, niezbędne dla uzyskania stopnia naukowego doktora, zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2003r. nr 65, poz. 595) z póź. zm. i zasługuje w pełni na nadanie mu stopnia naukowego doktora, biorąc pod uwagę jej treść, kwalifikuje Doktoranta do ubiegania się o stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk rolniczych i ogrodniczych. Na tej podstawie stawiam wniosek o przeprowadzenie przez Radę Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Instytutu Rolnictwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

prof. dr hab. inż. Andrzej Nowak