

Prof. dr hab. Zbigniew Dobrzański
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt
Katedra Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Bartosza Ligasa

pt. *„Wytwarzanie dodatków paszowych wzbogaconych w mikroelementy metodą biosorpcji”*

promotor: dr hab. inż. Anna Witek-Krowiak, prof. uczelni
(Politechnika Wroclawska)

Podstawa formalna

- Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej z dn. 9 lipca 2021 r.
- Zlecenie opracowania recenzji – Pismo Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej z dn. 09.07.2021 (nr W3/4020-13/2021)

Ocena wstępna

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana w ramach projektu: „Rośliny uprawne oraz produkty naturalne jako źródła substancji biologicznie aktywnych przeznaczonych do produkcji preparatów kosmetycznych, farmaceutycznych i suplementów diet” BIOSTRATEG2/298205/9/NCBR/2016. Zawiera ona ogółem 135 ponumerowanych stron komputeropisu. Poszczególne rozdziały to: *Streszczenie* s. 4, *Wstęp* s. 5 - 7,

Przegląd piśmiennictwa s. 8 - 37, *Cel pracy* s. 38-39, *Materiał i metody* s. 40 - 56, *Wyniki i dyskusja* s. 57 - 107, *Podsumowanie* s. 108 - 111, *Wnioski* s. 112 - 113, *Bibliografia* s. 114 - 123, *Materiały dodatkowe* 124 - 131, *Spis rysunków* s. 132 - 133, *Spis tabel* s. 134 - 135. W tekście zawarte są 44 tabele, 36 rysunków oraz inna dokumentacja pracy określona jako dodatek w liczbie 9 (rysunki i tabele). W *Bibliografii* Doktorant wykazał 287 numerowanych pozycji literatury (najwięcej z ostatnich 10 lat). Te wszystkie rozdziały tworzą razem logiczną całość. Oceniana praca zawiera podstawowe elementy rozprawy doktorskiej, ma charakter naukowo-badawczy, napisana jest poprawnym, naukowym językiem i formalnie odpowiada wymogom zawartym w *Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz.U. nr 65 poz. 595) z późniejszymi zmianami w latach 2014 i 2018.

Ocena merytoryczna

Podjęta przez Doktoranta problematyka mieści się w ważnym nurcie nauk inżyniersko-technicznych (dyscyplina: inżynieria chemiczna) z elementami nauk zootechnicznych i agronomicznych. Konkretnie tematyka dotyczy zagospodarowania odpadów roślinnych (lucerna i nawłóć) po ekstrakcji CO₂ w stanie nadkrytycznym (SFE), wzbogacenia (proces biosorpcji) uzyskanej odpadowej biomasy roślinnej w jony mikroelementów, takich jak: miedź (CuII), cynk (ZnII), mangan (MnII) i wykorzystanie jej do wytwarzania mikroelementowych dodatków paszowych dla kur nieśnych. Warunki procesowe zostały zoptymalizowane za pomocą metod powierzchni odpowiedzi (RSM), biomasę lucerny oraz nawłóci Autor ocenił pod kątem właściwości fizyko-chemicznych, określił właściwości sorpcyjne w układach jedno- i dwuskładnikowych dla wybranych jonów. Następnie wzbogaconą w biopierwiastki masę użył w badaniach żywieniowych na materiale kur nieśnych (Lohmann Brown) utrzymywanych w warunkach doświadczalnych systemem

a.

baterijnym. Doktorant określił wpływ zastosowanych modyfikacji składu mikroelementowego paszy na transfer Cu, Mn i Zn do białka i żółtka jaja, cechy jakościowe skorupy i walory organoleptyczne jaj. Dodatkowo opracował sposób wykorzystania roztworu posorpcyjnego do celów nawozowych w formie testów aplikacyjnych. Konkretnie wykonał testy szalkowe i wazonowe z użyciem tych roztworów w fazie kiełkowania pszenicy i buraka (ćwikłowego). Zastosował fertygację i otoczkowanie nasion. Ponadto dokonał Autor wstępnej analizy ekonomicznej budowy instalacji i obliczeń kosztów produkcji wzbogaconych dodatków paszowych w skali ćwierć technicznej i półtechnicznej - jako elementu i przykładu gospodarki o obiegu zamkniętym.

W dalszej części recenzji będzie przedstawiona szczegółowa ocena rozprawy w układzie poszczególnych rozdziałów.

W pierwszej części pracy (Wstęp) (3 strony komputeropisu) Doktorant przedstawił lakonicznie problematykę wykorzystania odpadów poekstrakcyjnych (nadkrytyczne CO₂) do wzbogacania diety ptaków oraz dodatków nawozowych w takie mikroelementy jak miedź, cynk i mangan. Scharakteryzował krótko surowce roślinne: nawłóć europejską (*Solidago virgaurea*) oraz lucerna siewną (*Medicago sativa*) - użyte do badań biomasy i dodatków paszowych oraz nawozowych.

Obszerny rozdział Przegląd piśmiennictwa (30 stron) składa się z następujących podrozdziałów:

- Mikroelementy w żywieniu zwierząt
 - Rola mikroelementów w zachowaniu homeostazy u zwierząt (bydło, drób, trzoda chlewna)
- Suplementacja mikroelementowa
 - Rodzaje mikroelementowych dodatków paszowych
 - Dodatki paszowe uzyskane metoda biosorpcji
 - Analiza rynku mineralnych dodatków paszowych w Polsce
- Biomasa pochodzenia roślinnego

- Podział biomasy i źródła pozyskiwania (przemysł rolniczy i ogrodniczy, przetwórstwo żywności, przemysł farmaceutyczny i kosmetyczny)
- Wzbogacanie biomasy w mikroelementy (biosorpcja, bioakumulacja)
- Podsumowanie części teoretycznej

Generalnie rozdział ten jest dobrze opracowany, wprowadzając czytelnika w zagadnienia będące przedmiotem zaawansowanych, interdyscyplinarnych badań. Doktorant wykorzystał w tym rozdziale wiele pozycji przedmiotowej literatury krajowej i zagranicznej, w tym z ostatnich kilku lat, co świadczy o dobrej znajomości podjętej problematyki. Drobne uwagi (głównie dot. nazewnictwa fachowego) zamieszczono na str. 6-8.

W następnym rozdziale *Cel pracy* (2 strony) Autor rozprawy przedstawił szczegółowy cel badań zrealizowany w siedmiu etapach. Cele szczegółowe obejmowały:

- Aspekt teoretyczny (ocena przydatności wybranych materiałów roślinnych jako nośnika niektórych mikroelementów)
- Aspekt metodologiczny (opracowanie metody zagospodarowania roztworu posorpcyjnego)
- Aspekt praktyczny (optymalizacja warunków procesowych wytwarzania dodatków paszowych mikroelementowych i ich wpływ na parametry produkcyjne kur niosek i transfer mikroelementów do jadalnych części jaja kurzego)

Następnie Doktorant przedstawił w rozbudowanej formie zakres zaplanowanych badań i analiz, które szczegółowo omawia w rozdz. *Materiał i metody* (16 stron). W rozdziale tym wyróżnić można podrozdziały:

- Materiały i aparatura
- Pojemność sorpcyjna biomasy roślinnej – testy przesiewowe
- Charakterystyka wybranych biosorbentów
- Biosorpcja
- Wzbogacanie materiału do badań aplikacyjnych
- Badania żywieniowe na kurach nioskach
- Zagospodarowanie roztworu posorpcyjnego
- Wstępna analiza ekonomiczna

Nie wnoszę uwag do części metodycznej, zastosowane procedury i techniki analiz laboratoryjnych (ICP-OES, FT-IR, SEM-EDX, BET), modele badań aplikacyjnych na zwierzętach (kury nieśne) i roślinach (pszenica, burak) są odpowiednie dla tego typu badań naukowych. Wykonane obliczenia statystyczne (program Statistica 13.1 TIBCO/StatSoft) są znacznie zaawansowane, z pewnością konsultował je Doktorant z profesjonalnymi statystykami. Drobne uwagi (głównie dot. fachowego nazewnictwa) zamieszczono na str. 6-8.

W następnym, obszernym rozdziale Doktorant przedstawił *Wyniki i dyskusję* (55 stron), które dotyczą wszystkich analizowanych elementów pracy:

- Wybór biomasy do badań
- Analiza instrumentalna wybranych biomas
- Badanie procesu biosorpcji
- Wzbogacanie biomasy do badań aplikacyjnych
- Badania aplikacyjne na kurach
- Zagospodarowanie roztworu posorpcyjnego
- Wstępna analiza ekonomiczna

Nie wnoszę uwag merytorycznych do treści tego rozdziału. Profesjonalnie przedstawił wyniki, odniósł się do licznych rysunków i tabel, a także do wyników innych badań, cytując odpowiednią literaturę. Powiązanie wyników wszystkich elementów pracy (badania chemiczne, testy na zwierzętach i roślinach, analiza ekonomiczna) nie było łatwym zdaniem, jednak Doktorant poradził sobie doskonale, co świadczy o Jego talencie, interdyscyplinarnej wiedzy i „holistycznym” podejściu do problemu rolniczego (pasza, nawozy) wykorzystania odpadowej biomasy roślinnej (po SFE-CO₂). Drobne uwagi zamieszczono na str. 6-8.

W ostatnim następnym rozdziale *Podsumowanie* (4 strony) Autor ocenił uzyskane wyniki badań w układzie przedstawionym w metodyce oraz w rozdziale *Wyniki i dyskusja*.

W ostatnim rozdziale *Wnioski* (2 strony) Autor przedstawił 8 wniosków, które są logiczne i wynikają z treści pracy. Pewne zastrzeżenia można mieć do wniosku nr 5 i 7.

Rozdział *Bibliografia* obejmuje wykaz aż 287 pozycji krajowych i zagranicznych, w tym także są raporty, akty prawne, wydawnictwa książkowe. Dobór literatury jest właściwy, jest ona wykorzystana w tekście rozprawy. Jedynie w ostatniej poz. w wykazie (nr 287) brak jest numeru (Dziennik Ustaw).

Z obowiązku recenzenta wskazuję na pewne nieścisłości i drobne błędy, które zauważyłem w tekście pracy:

- **Tytuł pracy:** nawiązuje do głównego celu pracy (wytwarzanie dodatków paszowych), ale nie zawiera informacji o nawozowym wykorzystaniu roztworu posorpcyjnego (jako elementu gospodarki o obiegu zamkniętym). Osobiście uważam, że tytuł tej pracy mógłby być rozszerzony, ale widocznie Autor, Promotor i Rada Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej podjęli decyzję o skróconej wersji tytułu rozprawy
- **Str. 6:** *wiersz 4-6-ty od góry:* wprawdzie Cu, Zn i Mn są zaliczane do metali ciężkich, ale jony te (CuII, ZnII, MnII) są w paszach i nawozach traktowane jako mikroelementy – pierwiastki niezbędne do życia zwierząt i roślin. Nie należy stosować terminu „suplementy diety zwierząt hodowlanych”, tylko dodatki paszowe dla zwierząt. Pojęcie suplement diety jest „zarezerwowany” dla ludzi (żywność)
- **Str. 6:** *w. 6-ty od dołu:* błąd: lucerna nie zawiera choliny (wit. B₄), jest ona obecna głównie w surowcach i produktach zwierzęcego pochodzenia
- **Str. 8:** *w. 11. od dołu:* nieścisłość: pasza zawiera znacznie więcej niż 21 pierwiastków, np. Trziszka i wsp. (*Agriculture MDPI, 2021*) wymieniają w mieszance pełnoporcjowej dla drobiu aż 56 pierwiastków (makro-, mikroelementy, pierwiastki śladowe) i to nie są wszystkie
- **Str. 9-11:** *tabele:* nieścisłość: Autor na poprzedniej stronie wymienia 8 mikroelementów (normowanych w paszach), ale w tab.1 opisuje ich funkcje

w odniesieniu do 5 (brakuje molibdenu, jodu i selenu). Podobnie w tab. 2 podaje zlecane dawki mikroelementów paszach dla trzech gatunków zwierząt gospodarskich, ale tylko dla Co, Cr, Cu, Fe, Mn i Zn. Brakuje molibdenu, jodu i selenu. Ponadto uważa się obecnie, że chrom (III) nie powinien być traktowany jako niezbędny mikroelement, nie jest już normowany w paszach i żywności

- **Str. 11:** *w. 4 od dołu:* nazewnictwo: nie używa się pojęcia „hodowla brojlerów”, poprawnie: chów, odchów (brojlerów lub kurcząt rzeźnych) lub produkcja drobiu mięsnego
- **Str. 17:** *koniec strony:* powinna być informacja, że w paszach dla zwierząt ustalono dopuszczalne zawartości najważniejszych metali (i niemetałów) toksycznych jak As, Cd, F, Hg Pb i określa je *rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 6 lutego 2012 r. w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach (Dz. U. z 2014 r. poz. 206 i 1213) ze zm. w 2014, 2015 i 2018 r.* Ponadto uważam, że należy wspomnieć o Wspólnotowym Rejestrze Dodatków Paszowych, w którym figuruje wykaz dopuszczonych przez Komisję Europejską dodatków (w tym mineralnych) do pasz i premiksów, obowiązujących w 27 krajach UE
- **Str. 26:** *w. 5 pod rysunkiem 10:* błąd: do zbóż (jako grupy roślin uprawnych) nie należy trzcina cukrowa
- **Str. 28:** *w. 2 pod tabelą 9:* nieaktualne dane dot. przemysłu cukrowniczego (z 2004 r.), należy cytować dane z EUROSTAT-u (dot. krajów UE) lub OECD/FAO (dot. całego świata)
- **Str. 13, 30 i 50 i inne:** pojęcie: suplementacja czy dieta odnoszą się do żywności (ludzi), a nie zwierząt; dla nich odpowiedni termin to: wzbogacanie paszy oraz dawka pokarmowa
- **Str. 42:** nazewnictwo: nie używać nazwy „skorupki jaj”, powinno być: skorupa jaja, podobnie w tabeli 34 (str. 89) powinno być grubość, wytrzymałość skorupy
- **Str. 50:** *w. 2 od dołu:* nieścisłość: nie ma europejskich norm hodowli drobiu, powinno być wg: **Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla drobiu.** Praca zbiorowa. **Wyd.** Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna 2019.
- **Str. 85:** *w. 2 od dołu:* ma być burak cukrowy (jest burak „spichrzowy” – nie ma takiej nazwy)

- **Str. 86:** *Rysunek 31:* należy używać liczby pojedynczej: kinetyka desorpcji (a nie kinetyk)
- **Str. 99:** brakuje informacji, czy zastosowany roztwór posorpcyjny do nawożenia roślin można uznać za czynnik stymulacji procesu kiełkowania nasion
- **Str. 101/102:** cytowane zgłoszenia patentowe powinny mieć numery UP RP, tym bardziej, że nie figurują w wykazie literatury
- **Str. 113:** *wniosek 5:* nieścistość: warunki układu pokarmowego, oprócz pH środowiska, powinny uwzględnić też mikroflorę jelitową, stężenie enzymów trawiennych, temperaturę itp.
- **Str. 113:** *wniosek 7:* nazewnictwo: nie używa się terminu kultywacja do roślin (pszenicy, buraka); odnosi się ona do gleby (stąd kultywator, rekultywacja).

Podsumowanie

Wymienione z obowiązku recenzenta uwagi i usterki powinny być uwzględnione przy przygotowywaniu pracy do publikacji. Nie umniejszają one merytorycznej wartości pracy, którą generalnie oceniam wysoko. Rozprawa wnosi do nauki - inżynieria chemiczna- istotne elementy poznawcze (technologia przetwarzania odpadowej biomasy roślinnej po procesach SFE-CO₂), a wyniki mają znaczenie aplikacyjne, mogą być wykorzystane w praktyce zootechnicznej (dodatki paszowe - chów drobiu) i agrotechnicznej (dodatki nawozowe w pierwszej fazie uprawy roślin). Praca była trudna do realizacji z uwagi na kompleksowość badań, szeroki zakres realizowanych analiz chemicznych, testów na zwierzętach i roślinach, obliczeń i analiz ekonomicznych. Doktorant wykazał się dobrym teoretycznym i praktycznym przygotowaniem, dobrą organizacją warsztatu badawczego, zastosował odpowiednie techniki laboratoryjne, prawidłowe modele badań na zwierzętach i roślinach oraz metody analizy ogromnej ilości wyników.

Oceniana praca rozszerza interdyscyplinarne obszary wiedzy z zakresu inżynierii chemicznej, chemii pasz i nawozów, ma znaczenie aplikacyjne. Stanowi swego rodzaju studium nt. przetwarzania i rolniczego wykorzystania

a

produktów ubocznych po SFE-CO₂, zgodnie z nowymi trendami tzw. gospodarki o obiegu zamkniętym.

Wniosek końcowy

Mimo pewnych uwag natury porządkującej i redakcyjnej (nazewnictwo) w mojej opinii spełnia ona w zupełności kryteria dla dysertacji doktorskich określonych w *Ustawie z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz.U. z 2014, poz. 1852 ze zmianami w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 roku - *Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* – Dz.U z 2018 poz. 1669).

Wnoszę więc do **Wysokiej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej** o dopuszczenie mgr inż. Bartosza Ligasa do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę aktualność podjętej tematyki badawczej, kompleksowość rozwiązań technologicznych (gospodarka o obiegu zamkniętym), dużą wartość naukową pracy, jej walory aplikacyjne, wysoki poziom merytoryczny i estetyczny, wręcz doskonałą redakcję tekstu pracy, wnioskuję o wyróżnienie tej rozprawy.

Wrocław, 18 września 2021 r.

Prof. dr hab. Zbigniew Dobrzański

