

Poznań 16.6.2025 r.

RECENZJA

pracy doktorskiej Pani **mgr inż. Weroniki Majchrzak**
p.t.: „Biofermenty z produktów naturalnych w technologii kosmetyków”
przygotowanej na **Politechnice Łódzkiej**
pod kierunkiem Promotora pracy: **prof. dr. hab. Krzysztofa Śmigielskiego**;
oraz Promotora pomocniczego: dr inż. Ilony Motyl

Kosmetyki towarzyszą człowiekowi od najdawniejszych czasów, pełniąc zarówno funkcję środków higienicznych, jak i upiększających, co z kolei przyczynia się do wzrostu poczucia własnej wartości i pewności siebie. Wraz z rozwojem technologii oraz poszerzaniem wiedzy naukowej zmieniają się oczekiwania konsumentów i stosowane formuły. Sukces produktów kosmetycznych – od fazy badań laboratoryjnych, przez opracowywanie receptur, aż po dostarczenie ich na rynek – zależy od interdyscyplinarnej współpracy wielu dyscyplin, takich jak chemia, biotechnologia, farmacja czy inżynieria materiałowa. Z kolei *superfoods* to grupa produktów spożywczych o wyjątkowo wysokiej zawartości składników odżywczych i bioaktywnych, takich jak witaminy, minerały, przeciwutleniacze czy kwasy tłuszczowe omega-3. Dzięki swoim prozdrowotnym właściwościom wspierają funkcje immunologiczne, przeciwdziałają stanom zapalnym i mogą przyczyniać się do poprawy ogólnego samopoczucia.

W ciągu ostatnich pięciu lat liczba publikacji na temat zagospodarowania odpadów rolno-spożywczych wzrosła niemal dwukrotnie – z 655 w 2019 roku do 1 066 w 2024 roku, co wskazuje na rosnące zainteresowanie tym obszarem. Substancje uboczne pochodzenia rolno-spożywczego charakteryzują się wysoką aktywnością biologiczną, co otwiera im szerokie możliwości zastosowań w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym. Jednak analiza literatury dostępnej w bazie Scopus przez Doktorantkę ujawnia, że wytloki jagody kamczackiej oraz młoto browarniane są nadal słabo zbadane pod kątem kosmetycznym – w latach 2019–2024 ukazało się zaledwie pięć prac dotyczących wykorzystania wytlóków jagody kamczackiej i siedem badań nad młotem browarnianym w kosmetyce. Ta luka badawcza uzasadnia potrzebę dalszych badań nad potencjałem tych surowców.

W ramach projektu doktorskiego przeprowadzono fermentację obu odpadów, co pozwoliło uzyskać biofermenty o zastosowaniu w produkcji kosmetyków oraz jako koprodukty

wytwarzania żywności funkcjonalnej typu superfood. Osiągnięte wyniki stanowią istotny wkład w rozwój innowacyjnych, zrównoważonych rozwiązań w przemyśle kosmetycznym i spożywczym, wspierając ideę gospodarki o obiegu zamkniętym.

Recenzowana praca doktorska leży w zakresie badań prowadzonych przez Pana Prof. dr. hab. inż. Krzysztofa Śmigielskiego – Promotora przedkładanej rozprawy doktorskiej, tj. zielona chemia i biotechnologia środowiskowa - rozwój biofermentów z odpadów rolno-spożywczych oraz procesów fermentacyjnych przyjaznych, czy chemia produktów naturalnych i badania olejków eterycznych.

Przedstawiona. do recenzji rozprawa doktorska ma strukturę klasyczną, napisana została w języku polskim, liczy 160 stron (plus dodatkowo ponad 50 stron załączników) i została podzielona na kilka głównych rozdziałów, w tym bibliografia, która liczy 185 pozycji obejmujących głównie literaturę z ostatnich 30 lat. Zwyczajowo w tego typu pracach spis akronimów i skrótów jest na początku pracy, zaś dopełnieniem całości rozprawy jest dorobek naukowy Doktorantki. W tym przypadku jest odwrotnie, co zapewne jest zaleceniem Rady Dyscypliny ze względu na konieczność podania informacji o przebiegu kariery naukowej, jednak nie znalazłam tam informacji (str. 9-14) o dacie uzyskania tytułu zawodowego magistra i jednostki organizacyjnej, gdzie wykonywano pracę. Zgodnie informacją ze strony LINKEDIN był to lipiec 2021 a tytuł pracy „The use of thermal water as a base ingredient in a hair care product”. Praca została napisana w ramach stażu w firmie Biogened S.A.

Rozdział otwierający część literaturową przedstawia skalę problemu marnowania żywności na poziomie globalnym i lokalnym, wskazując na jego konsekwencje społeczne, ekonomiczne i środowiskowe. Następnie omówiona została koncepcja zrównoważonego rozwoju oraz perspektywy wykorzystania polskich odpadów rolno-spożywczych — w szczególności wytlóków jagody kamczackiej i młóta browarnianego — jako surowców o wysokim potencjale aplikacyjnym w przemyśle kosmetycznym i spożywczym. Kolejno zaprezentowano specyfikę sektora kosmetycznego w świetle zasad zrównoważonego rozwoju, rolę produktów naturalnych oraz innowacyjne podejście oparte na biofermentach. Rozdział kończy się omówieniem koncepcji zrównoważonej żywności funkcjonalnej.

Druga część pracy precyzuje użyte surowce i materiały biologiczne oraz kosmetyczne komponenty i odczynniki. Do badań wyselekcjonowano:

- surowce roślinne (wytlóki jagody kamczackiej, młóto browarniane, koncentrat białek serwatkowych WPC 80),
- mikroorganizmy (bakterie kwasu mlekowego, drożdże, szczepy patogenne),
- ekologiczne bazy kosmetyczne (kremową i szamponową), wodę technologiczną i termalną,
- niezbędne podłoża, odczynniki i zestawy testowe do hodowli i analiz biologiczno-chemicznych.

Taki dobór materiałów stanowi fundament dla dalszych badań, w tym wytworzenia formułacji produktów o charakterze kosmetycznym oraz spożywczym.

Główne osiągnięcia i nowatorskie aspekty rozprawy doktorskiej:

1. Badania wykazały, że odpady rolno-spożywcze – wytloki jagody kamczackiej (odmiany Indigo Gem i Aurora) oraz młoto browarniane – stanowią wartościowy, czysty surowiec o wysokiej jakości fizykochemicznej i mikrobiologicznej. Z tych odpadów wyizolowano 6 szczepów drożdży (*Pichia*, *Saccharomyces*) oraz 8 szczepów bakterii kwasu mlekowego (*Oenococcus*, *Levilactobacillus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*), na podstawie testów antagonistycznych i biochemicznych skonstruowano konsorcja do wytwarzania biofermentów.
2. Biofermenty charakteryzowały się bogatym składem związków bioaktywnych (antocyjany, kwercetyna, kwasy fenolowe, loganina) oraz istotną aktywnością antyoksydacyjną (55–88 % hamowania DPPH). Po weryfikacji cytotoksyczności ($IC_{50} \leq 30$) sześć preparatów uznano za bezpieczne dla kosmetyków.
3. Na podstawie ankiet konsumenckich opracowano formuły kremów i żeli z 5 i 10 % wag. biofermentu, które wykazały mikrobiologiczną czystość, stabilność w testach przyspieszonego starzenia oraz, w badaniach na ochotnikach, najlepsze właściwości pielęgnacyjne i korzystny wpływ na mikrobiom skóry (krem z 5 % wag. biofermentu z konsorcjum szczepów *L. brevis* i *S. cerevisiae*).
4. Z fazy stałej biofermentów uzyskano liofilizaty o wysokiej wartości odżywczej – zawierające witaminę C, witaminy z grupy B oraz kwasy organiczne (mlekowy, propionowy, masłowy) – stanowiące wszechstronny, stabilny produkt do dalszych zastosowań kosmetycznych i spożywczych.

Należy wskazać równocześnie, że Pani mgr inż. Majchrzak jest współautorką dwóch patentów oraz jednej publikacji przeglądowej i jednej pracy z wyników badań dot. produktów kosmetycznych.

Rozpoczynając w tym miejscu swoją opinię o pracy chciałbym wyraźnie stwierdzić, że jest ona bardzo pozytywna. Rozprawa zawiera dużo oryginalnych wyników, stanowi zamkniętą całość, a sama praca została napisana dość starannie pod względem językowym. Doktorantka nie ustrzegła się jednak niedociągnięć językowych i typograficznych, m.in. nie podała pełnych określeń fizycznych – np. procent masowy, molowy, czy też nie przedstawiła pełnych nazw norm (zmian w ostatnich latach, np. na str. 33 powinno być PN-EN ISO 22718:2016-01/A1:2023-01 a nie PN-EN ISO 22718:2016-01).

Otrzymane wyniki są niezwykle aktualne, i to w wymiarze ogólnoswiatowym i aplikacyjnym, a Doktorantka wykazała się dużą umiejętnością prowadzenia złożonych i wielokierunkowych badań, co w efekcie pozwoliło na uzyskanie ważnych, z naukowego punktu widzenia, korelacji, a także ważnych uogólnień. Miała także okazję zapoznać się z technikami analitycznymi, których wyniki dostarczają co najmniej kilku jakościowych parametrów badanych biofermentów. W mojej opinii Kandydatka wykazała się także bogatą wiedzą teoretyczną, dzięki czemu potrafiła poprawnie zaprojektować i przeprowadzić badania eksperymentalne uzyskując przy tym założony cel badań. Nie mam żadnej wątpliwości, że jest to wystarczająca podstawa merytoryczna do uznania tej dysertacji doktorskiej za spełniającą kryteria osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę do nadania stopnia doktora. W mojej opinii dysertacja doktorska autorstwa Pani mgr inż. Weroniki Majchrzak stanowi nowatorskie rozwiązanie problemu badawczego.

Jednakże czytając tę bardzo interesującą rozprawę doktorską, nasunęły mi się pytania, sugestie i uwagi, a o ustosunkowanie się do których proszę Panią mgr inż. Weronikę Majchrzak podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

1. Do zastosowania wybrano dwa biofermenty TK2MD4 i SK2MD4. Proszę o komentarz czy był to słuszny wybór w aspekcie uzyskanych wyników.
2. Proszę o komentarz na temat wartości zawartości wody w skórze u niektórych probantów powyżej 45 %. Ponadto, czy probanci stosowali kremy bez substancji aktywnej (samą bazę kremową)?
3. W pracy wskazano, że najlepszym liofilizatem pod względem „wartości odżywczej” był LSK2MD4. W paragrafie 4.6 nie znalazłam jednak danych (oprócz badań mikrobiologicznych) dla preparatów z dodatkiem białek serwatkowych WPC 80 (LWPC80K2MD4). Na jakiej podstawie sformułowano zatem taki wniosek?

Podsumowując, analiza danych przeprowadzonych doświadczeń dostarcza nowych informacji, wskazując równocześnie na integralność metodologii nauk biotechnologicznych i chemicznych w zakresie realizowanych zadań badawczych. Ponadto logiczny tok narracji dysertacji sprzyja śledzeniu poszczególnych wątków opisywanych przez Autorkę. Pani mgr inż. Weronika Majchrzak napisała pracę w bardzo dobrym stylu. Pragnę też zaznaczyć, że komentowane kwestie i prośby o dostarczenie dodatkowej informacji nie rzutują na moją jednoznacznie pozytywną i wysoką ocenę rozprawy doktorskiej.

Uznając walory merytoryczne ocenianej rozprawy, jako spełniające formalne i zwyczajowe wymagania stawiane dysertacjom doktorskim stwierdzam, że w moim przekonaniu niniejsza rozprawa spełnia warunki ujęte w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018r. poz. 1668). Wnoszę zatem o dopuszczenie Pani mgr inż. Weroniki Majchrzak



do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim. Doceniając wartości złożonego toku prac potwierdzam, że dysertacja Pani mgr inż. Weroniki Majchrzak zawiera wiele oryginalnych, wartościowych naukowo informacji, a zastosowaną przez nią metodologię i uzyskane wyniki cechuje wyraźny wydźwięk aplikacyjny.

Prof. dr hab. Izabela Nowak