Dr hab. inż. Paweł Kiełbasa, prof. URK
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Kraków dn. 24.08.2022 r.

Opinia rozprawy doktorskiej
mgr inż. Ernesta Popardowskiego pt.: „System techniczny do różnicowania aktywności biologicznej substancji organicznej polem elektromagnetycznym”

1. Wprowadzenie

Opiniowana praca doktorska została wykonana w 2022 r. w ramach przewodu doktorskiego realizowanego na Wydziale Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, pod promotorskim kierownictwem autora niniejszej opinii. Rozprawa obejmuje 124 strony maszynopisu A4 zawierające spis treści, wykaz oznaczeń, 15 tabel, 49 rysunków i 183 pozycje trafnie dobranej literatury przedmiotu. W zebranej literaturze dominują publikacje z ostatniej dekady w tym **52** opublikowanych po 2017 roku. Publikacje, które pochodzą sprzed 2005 roku odnoszą się głównie do rzeczy fundamentalnych przedmiotowego zagadnienia.. Należy to uznać za wystarczające dla poprawności opracowania. W wykazie bibliograficznym znajdują się również 2 publikacje współautorskie Doktoranta, co pozytywnie świadczy o ciągłości dorobku publikacyjnego z zakresu przedmiotowej problematyki.

Pracę podzielono na 6 zasadniczych rozdziałów: *wstęp, przegląd literatury dotyczący współczesnej wiedzy związanej z konstrukcjami systemów technicznych do oddziaływania polem elektromagnetycznym na substancje biologiczne oraz efektami przedmiotowego oddziaływania, zakończone uzasadnieniem przeprowadzonych badań, gdzie wskazał stan niewiedzy w przedmiotowym zakresie, cel pracy w którym uszczegółowił problem naukowy oraz określił hipotezy badawcze, metodyka badań gdzie precyzyjnie opisał przedmiot badań uszczegóławiając założenia i sposób prowadzenia badań oraz obliczeń prowadzących do określenia wybranych wskaźników skuteczności działania skonstruowanego stanowiska, opis systemu technicznego, w którym przedstawił kolejne etapy konstrukcji i modyfikacji prototypu stanowiska technicznego oraz dyskusje wyników i wnioski z badań gdzie przedstawił stosowne wyniki i ich interpretację oraz analizę zgodnie z przyjętą metodyką,*

Cała rozprawa została napisana poprawnym i zwięzłym językiem, stosując zrozumiałe definicje stosowane w inżynierii mechanicznej i innych naukach technicznych.

2. Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Wykorzystanie pola elektromagnetycznego w modyfikacji substancji organicznych jest szeroko wykorzystywane w praktyce i ciągle stanowi przyszłościowy kierunku badań, szczególnie w obszarze wysoko przetworzonej żywności metodami fizycznymi. Ponadto rozwój technologii pozwala stosować bardziej skomplikowane i precyzyjne systemy wykorzystujące nowoczesne rozwiązania techniczne.

Doktorant po szczegółowym rozpoznaniu istniejącego stanu wiedzy dotyczącego zagadnień dotyczących konstrukcji obecnych systemów do stymulacji polem elektromagnetycznym materii organicznej oraz analizie możliwości identyfikacji aktywności biologicznej substancji poddanej oddziaływaniu takiego pola elektromagnetycznego zaproponował własne rozwiązanie techniczne oraz metodę oceny aktywności biologicznej stymulowanej materii organicznej.

Problem naukowy dotyczy określenia wpływu wybranych charakterystyk pola elektromagnetycznego, które uzyskano poprzez konstrukcję systemu cewek elektromagnetycznych stanowiących oryginalne rozwiązanie techniczne autora, na zróżnicowanie stopnia aktywności biologicznej substancji organicznych. Celem pracy była konstrukcja i walidacja systemu technicznego umożliwiającego stymulację elektromagnetyczną substancji organicznej pozwalający modyfikować ilościowo jej aktywność biologiczną. Ponadto, sporządzenie charakterystyk aktywności biologicznej substancji w zależności od parametrów pola elektromagnetycznego oraz struktury jego oddziaływania.

Pan mgr inż. Ernest Popardowski skonstruował systemu techniczny, który pozwalał na stymulację aktywności biologicznej substancji organicznej polem elektromagnetycznym wykorzystując do tego układ cewek wyposażonych w system sterowanego chłodzenia i zasilania a także manipulatora. Należy zaznaczyć, że zakres generowanych częstotliwości pola elektromagnetycznego wynosił od 10 Hz do 100 Hz i mógł być zmieniany płynnie w czasie stymulacji materii organicznej, co w literaturze przedmiotu jest mało rozpoznane. Autor do identyfikacji zmian substancji czynnej w konsekwencji oddziaływania polem elektromagnetycznym wybrał miód pszczeli, który charakteryzuje się unikatową stabilnością biologiczną dającą gwarancję eliminacji zakłóceń. Aktywność biologiczną miodu pszczelego określił dwoma metodami tj., metodą fotometryczną polegającą na zliczaniu pojedynczych fotonów z próbki substancji umieszczonej w komorze światłoszczelnej (procedura pomiaru stanowi metodę akredytowaną PCA o numerze AB1698) oraz metodą horyzontalną oznaczania liczby drobnoustrojów za pomocą posiewu wgłębnego a także metodę melisopalinologiczną do identyfikacji gatunku miodu. Chciałbym w tym miejscu podkreślić rozbudowane spektrum badawcze, które Doktorant opanował w trakcie realizacji pracy doktorskiej. W dalszej części

pracy Doktorant zidentyfikował warunki brzegowe sytemu technicznego oraz opisał szczegółowo budowany system techniczny z analizą poszczególnych jego elementów a także dokonał weryfikacji poprawności jego działania. Następnie Autor przeprowadził eksperyment, stymulując miód pszczeli polem elektromagnetycznym o stałej indukcji magnetycznej i stałym czasie trwania oddziaływania oraz zmienną częstotliwości pola elektromagnetycznego uzyskując dotąd nieznane charakterystyki. Kolejny etap badań obejmował stymulację materiału polem elektromagnetycznym charakteryzującym się maksymalną indukcją magnetyczną oraz maksymalnym czasem stymulacji dla każdej analizowanej częstotliwości uzyskując charakterystyki aktywności biologicznej substancji dające podstawę do dalszych badań. Następnie zastosowano zmianę częstotliwości pola elektromagnetycznego w czasie jednego cyklu stymulacji określając wpływ tej zmiany na zawartość substancji biologicznej. Należy jednoznacznie stwierdzić, że konstruowany system do elektromagnetycznej stymulacji materii organicznej pozwala z akceptowalną niepewnością generować wymuszenia o specyficznej charakterystyce pod względem dawki indukcji oraz częstotliwości, a także temperatury stymulowanej materii organicznej, umożliwiając prowadzenie wielowariantowych eksperymentów bez ryzyka denaturacji białka i jest systemem rozwojowym, który może osiągnąć pełną autonomiczność działania z uwzględnieniem zmiany parametrów stymulacji materii organicznej w czasie jej trwania. Dzięki zastosowaniu systemu technicznego i miar aktywności biologicznej sporządzono szereg charakterystyk pozwalających na modyfikację materii organicznej stosując odpowiednie parametry pola elektromagnetycznego. Ponadto zaobserwował, że zmiana częstotliwości pola elektromagnetycznego w trakcie trwania stymulacji powinna mieć określony trend, ponieważ wywołany nią wpływ na aktywność biologiczną substancji organicznej ma charakter nieodwracalny, co ma istotne znaczenie w modyfikacji aktywności biologicznej substancji organicznej polem elektromagnetycznym.

3. Opinia o merytorycznej pracy

Reasumując stwierdzam, że tekst pracy zawiera opis merytorycznie i metodycznie poprawnie rozwiązanego problemu naukowego, który wyartykułowano w metodycznie poprawnej formie. Wartość logiczną pracy oceniam pozytywnie, gdyż treści zawarte w poszczególnych rozdziałach są spójne, a Autor konsekwentnie stosuje pojęcia, charakterystyczne dla dyscypliny inżynieria mechaniczna, zaś wyniki badań podaje z dokładnością, mającą odzwierciedlenie w dokładności zastosowanych przyrządów pomiarowych. Opiniując wartość metodologiczną pracy należy stwierdzić, że sformułowany problem badawczy przedstawiono poprawnie. Przyjęte założenia można uznać za spełniające wymagania formalne i merytoryczne. Sformułowanie zarówno problemu badawczego było

możliwe po dość wnikliwie i wystarczająco krytycznie przeprowadzonej analizie stanu zagadnienia w przedmiotowym zakresie. Cel pracy przedstawiono poprawnie, prezentując czytelnie dla nauki wartości poznawcze i praktyczne. Metodyka badań oraz ich przebieg są prawidłowe, gdyż wykonano je zgodnie z obowiązującymi normami lub zastosowano własne, które wynikają z doświadczenia prowadzenia tego typu badań przez Doktoranta. Wyniki odnoszące się do części eksperymentalnej są prawidłowe, a wnioski końcowe są konsekwencją własnych badań i analiz ich wyników. Wnioski odnoszą się do postawionego problemu badawczego i celu pracy, który został osiągnięty.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Moja końcowa opinia rozprawy doktorskiej mgr inż. Ernesta Popardowskiego pt. „*System techniczny do różnicowania aktywności biologicznej substancji organicznej polem elektromagnetycznym”* jest *pozytywna*. Praca stanowi duży interesujący naukowy i wdrożeniowy materiał świadczący o sporych interdyscyplinarnych możliwościach badawczych Doktoranta. Praca wnosi niewątpliwie wkład w rozwój dyscypliny naukowej - inżynieria mechaniczna przez zaproponowanie rozwiązania technicznego oraz nieznanych charakterystyk i relacji odnoszących się do procesu oddziaływania polem elektromagnetycznym na substancje organiczną.

Z wyrazami szacunku



/Paweł Kiełbasa/