

Prof. dr hab. inż. Piotr Przybyłowski, prof. zw. UMG
Katedra Zarządzania Jakością
Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości
Uniwersytet Morski w Gdyni

Recenzja
**pracy doktorskiej pt. „Ocena przydatności mleka mikrofiltrowanego
do produkcji twarogu kwasowego”**

Autor pracy: mgr inż. Krzysztof Siemianowski

Promotor pracy: Prof. dr hab. inż. Jerzy Szpendowski

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny „Technologia Żywności i Żywienia” Prof. dr hab. Anny Iwaniak z dnia 23.03.2023 r. (Znak: WNoŻ-DZ. 6350/87/2023).

Recenzowana praca doktorska została oceniona z uwzględnieniem wymogów zapisanych w odpowiednich uregulowaniach prawnych dotyczących szkolnictwa wyższego i nauki. Zgodnie z nimi rozprawa doktorska ma prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Ponadto, przedmiotem rozprawy doktorskiej ma być oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej. Dodatkowo oceniono aktualność i ważkość tematyki badawczej, formalną i językową kompozycję rozprawy, jednoznaczność celów pracy i adekwatność hipotez, metody badawcze oraz poprawność wnioskowania.

Recenzowana praca dotyczy ciekawego i aktualnego problemu, który ma aspekt teoretyczny i praktyczny. Techniki membranowe są szeroko stosowane w mleczarstwie do realizacji coraz to większej liczby procesów jednostkowych, m.in.: zagęszczania, odsalania, rozdziału, usuwania bakterii, komórek somatycznych, oczyszczania solanki, recyklingu ścieków mleczarskich.

O powodzeniu wykorzystania technik membranowych zdecydowała chęć zaadaptowania membran do odwróconej osmozy (RO) oraz ultrafiltracji (UF) w przetwórstwie serwatki. Włączenie technik membranowych do technologii mleczarskiej umożliwiło udoskonalenie

procesów produkcyjnych, poprawę jakości tradycyjnych produktów, produkcję nowych wyrobów, np. koncentratów białek serwatkowych, odżywek dla niemowląt.

Zastosowanie technik membranowych w technologii produktów sypkich w celu wstępnego zagęszczania skraca czas zagęszczania z użyciem wyparki, co pozytywnie wpływa zarówno na energochłonność procesu, jak i właściwości (funkcjonalne) gotowych produktów. Wzrost zainteresowania przemysłu mleczarskiego procesami membranowymi wynika również z zaostrzenia przepisów regulujących kwestie wpływu przemysłu na środowisko naturalne.

Do zalet procesów membranowych należą: fizyczny charakter procesu (w niskich temperaturach bez przemiany fazowej) minimalizujący degradację składników wrażliwych na temperaturę, np. białek, witamin oraz straty lotnych składników; stosunkowo niska energochłonność; wysoka wydajność i stabilność pracy; prosta, modułowa i zwarta budowa instalacji, a w konsekwencji łatwość włączenia jej do ciągu technologicznego i rozbudowy; wysoki stopień zautomatyzowania; niski koszt inwestycyjny; stabilna i wysoka jakość produktów; możliwość wytwarzania zupełnie nowych produktów o udoskonalonych właściwościach funkcjonalnych, odżywczych; możliwość redukcji objętości ścieków procesowych, a więc i kosztów utylizacji.

W świetle powyższego wybór tematu pracy doktorskiej uważam za trafny, wykonane badania wpisują się merytorycznie w treść dyscypliny technologia żywności i żywienia.

Objętość ocenianej pracy jest skromna. Dysertacja liczy 67 stron, a jej strukturę stanowią następujące rozdziały: streszczenie w języku polskim i angielskim, wstęp, przegląd piśmiennictwa, cel pracy, przebieg doświadczenia i metody badań, omówienie i dyskusja wyników, wnioski i stwierdzenia końcowe, piśmiennictwo, spis rysunków (8) i tabel (10). Struktura pracy jest prawidłowa, poszczególne rozdziały i podrozdziały stanowią logiczny układ treści. Praca jest napisana zrozumiale i poprawną polszczyzną, zastosowana terminologia naukowa nie budzi uwag.

W teoretycznej części pracy na 12 stronach dokonano syntetycznego przedstawienia zagadnienia w świetle literatury. Wykorzystane w dysertacji piśmiennictwo w liczbie 122 pozycji należy uznać jako dobrze dobrane merytorycznie i aktualne, choć dwie pozycje są z tzw. „wąsem” (Block R.J., Mitchell H.H., 1946. The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. Nutrition Abstracts and Reviews, 16(2): 249-278; Oser B.L., 1951. Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. Journal of the American Dietetic Association, 27(5): 396-

402. Połowa zastosowanych źródeł literaturowych (61) to pozycje obcojęzyczne, 92 pozycje ukazały się po roku 2000.

Autor we wstępie przekonywująco uzasadnia cel podjętych badań, wskazując na potrzebę stosowania łagodnych parametrów przetwarzania surowców w przemyśle spożywczym. Koncepcja ta polega na takim dobraniu parametrów operacji jednostkowych, by warunki produkcji przemysłowej jak najlepiej sprzyjały największemu zachowaniu naturalności surowca, przy jednoczesnym zapewnieniu trwałości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktu. W przypadku technologii twarogu kwasowego mleko na etapie przygotowania do przerobu poddawane jest operacji jednostkowej pasteryzacji, której zasadniczym celem jest redukcja liczebności głównie bakterii wegetatywnych i chorobotwórczych. Temperatura pasteryzacji niskiej i wysokiej powoduje jednak w mleku niekorzystne zmiany, tzn. straty niektórych składników odżywczych, szczególnie biologicznie czynnych, zmienia jego naturalny smak, zapach i barwę oraz pogarsza jego przydatność technologiczną. Stąd też poszukuje się nietermicznych metod mogących zapewnić odpowiednią jakość mikrobiologiczną mleka, przy zachowaniu jego właściwości odżywczych, biologicznych i sensorycznych. Autor dysertacji założył, że w przypadku twarogu kwasowego odpowiednim surowcem do jego produkcji będzie mleko odtłuszczone poddane operacji jednostkowej mikrofiltracji.

W przeglądzie piśmiennictwa opisano proces produkcji twarogu kwasowego metodą tradycyjną, zwracając szczególną uwagę na rolę pasteryzacji w procesie produkcji twarogu kwasowego oraz wpływ tego zabiegu termicznego na składniki odżywcze mleka i kształtowanie jego przydatności do produkcji twarogów i serów. W dalszej części scharakteryzowano dość syntetycznie proces mikrofiltracji oraz możliwości jej zastosowania w przemyśle mleczarskim. Odniesienia literaturowe nie budzą uwag.

Cel pracy Autor dysertacji zdefiniował następująco: ocena przydatności mleka odtłuszczonego poddanego mikrofiltracji z użyciem membrany o wielkości porów 1,4 μm do produkcji twarogu kwasowego. By ten cel zrealizować, zakres badań obejmował:

- określenie wpływu pasteryzacji oraz mikrofiltracji na jakość mikrobiologiczną i cytologiczną, skład chemiczny, kwasowość i przebieg ukwaszania mleka;
- porównanie twarogu kwasowego otrzymanego z mleka mikrofiltrowanego z twarogiem kwasowym otrzymanym z mleka pasteryzowanego pod względem jakości mikrobiologicznej, wydatku, składu chemicznego, kwasowości, składu frakcyjnego i aminokwasowego białka oraz jego wartości odżywczej, składu mineralnego, mikrostruktury i cech sensorycznych;

- porównanie serwatki kwasowej z produkcji twarogu kwasowego z mleka mikrofiltrowanego z serwatką kwasową z produkcji twarogu kwasowego z mleka pasteryzowanego pod względem składu chemicznego i kwasowości.

Postawiony cel badań oraz przyjęty ich zakres, według mojej oceny, nie budzą uwag. Natomiast brakuje sformułowania hipotez badawczych, które powinny mieć odniesienie do celu podejmowanych badań.

Organizacja badań była prawidłowa. Należy podkreślić, że doświadczenie zostało wykonane w skali ćwierćtechnicznej w kontrolowanych warunkach technicznych, w Hali Technologicznej Katedry Mleczarstwa i Zarządzania Jakością Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń i aparatury. Proces pasteryzacji przeprowadzono w wielosekcyjnym płytowym wymienniku ciepła (GEA Ecoflex), natomiast mikrofiltrację w module wyposażonym w ceramiczną membranę Isoflux (Tami Industries) o średnicy porów $1,4 \mu\text{m}$ i powierzchni filtracyjnej $0,35 \text{ m}^2$. Autor nie podał jednak, w ilu powtórzeniach wykonał eksperyment badawczy.

Uważam, że dobór zastosowanej metodyki badań był właściwy, pozwalający zrealizować postawiony cel badań. Zakres wykorzystanych metod jest szeroki i obejmował:

- Dla mleka (**13 rodzajów analiz**): oznaczenia mikrobiologiczne (ogólna liczba drobnoustrojów, liczba bakterii psychrotrofowych, liczba pałeczek Enterobacteriaceae), liczba komórek somatycznych, obecności aktywnej fosfatazy alkalicznej; oznaczenia fizykochemiczne: zawartość suchej masy, białko ogółem, laktoza, tłuszcz, popiół, kwasowość czynna i potencjalna, pomiar przebiegu ukwaszania.
- Dla twarogu kwasowego (**17 rodzajów analiz**): oznaczenia mikrobiologiczne (ogólna liczba drobnoustrojów, liczba drożdży i pleśni, liczba bakterii Escherichia coli, liczba gronkowców koagulazo-dodatnich), wydatek twarogu kwasowego; oznaczenia fizykochemiczne: sucha masa, białko ogółem, laktoza, tłuszcz, popiół, kwasowość czynna i potencjalna, rozdział elektroforetyczny białek i analiza densytometryczna, zawartość aminokwasów, ocena wartości odżywczej białka, zawartość składników mineralnych, badanie mikrostruktury, ocena sensoryczna.
- Dla serwatki kwasowej (**7 rodzajów analiz**): oznaczenia fizykochemiczne (sucha masa, białko ogółem, laktoza, tłuszcz, popiół, kwasowość czynna i potencjalna).

Wyniki badań opracowano statystycznie przy użyciu programu Statistica 12 (StatSoft Inc., USA). Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic badano stosując test Tukeya (HSD) przy $\alpha = 0,05$.

Omówienie i dyskusję wyników przedstawiono na 22 stronach tekstu w sposób przejrzysty i komunikatywny, dokumentując otrzymane wyniki w formie tabel i rysunków. Autor dość szczegółowo omówił uzyskane wyniki i porównał je z danymi autorów krajowych i zagranicznych. Uważam jednak, że w tej części pracy za mały jest akcent dyskusyjny, dominuje akcent porównywania wyników. Np., jak można skomentować dość duże różnice w składzie mineralnym twarogów kwasowych wyprodukowanych z mleka pasteryzowanego i poddanego procesowi ultrafiltracji (prawie dwukrotna różnica dla żelaza)?

W wyniku przeprowadzonych badań Autor osiągnął kilka efektów naukowych i aplikacyjnych. W mojej ocenie są to:

- Wykazanie, że mikrofiltracja zapewnia porównywalną jakość mikrobiologiczną mleka odtłuszczonego w porównaniu do mleka pasteryzowanego. Ponadto proces mikrofiltracji dodatkowo pozwala na niemal całkowite usunięcie komórek somatycznych i nie inaktywuje enzymu fosfataza alkaliczna.
- Stwierdzenie, że zmiany składu chemicznego i kwasowości mleka odtłuszczonego po mikrofiltracji nie ograniczały jego przydatności do produkcji twarogu kwasowego.
- Wykazanie, że jakość mikrobiologiczna twarogów kwasowych z mleka mikrofiltrowanego oraz z mleka pasteryzowanego nie różniła się.
- Wykazanie, że wydatek, skład chemiczny i kwasowość twarogu kwasowego z mleka mikrofiltrowanego były właściwe dla tego rodzaju sera.
- Istotną wartość poznawczą mają wyniki dotyczące składu frakcji białkowych. Autor stwierdził, że niezależnie od sposobu przygotowania mleka, białko otrzymanych twarogów kwasowych zawierało wszystkie aminokwasy niezbędne w ilościach pokrywających wartości przewidziane w białku wzorcowym FAO/WHO/UNC (2007).
- Kolejna ważna wartość poznawcza to określenie wpływu mikrofiltracji na profil składu mineralnego twarogów. Twaróg kwasowy z mleka mikrofiltrowanego, w porównaniu z twarogiem kwasowym z mleka pasteryzowanego, zawierał więcej cynku i miedzi, natomiast mniej wapnia, fosforu, magnezu, sodu, potasu, żelaza i manganu.
- W pracy wykazano, że twarogi kwasowe charakteryzowały się amorficzną mikrostrukturą. Matryca białkowa twarogu kwasowego z mleka mikrofiltrowanego była zbudowana z większych agregatów kazeinowych i charakteryzowała się mniejszą porowatością w stosunku do twarogu kwasowego z mleka pasteryzowanego.
- Badania wykazały, że twarogi kwasowe z mleka mikrofiltrowanego oraz z mleka pasteryzowanego nie różniły się pod względem ocenianych cech sensorycznych i były typowe dla twarogu kwasowego.

Na koniec recenzji chciałbym przedstawić następujące pytania i uwagi:

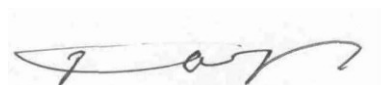
- Dlaczego w pracy nie sformułowano hipotez badawczych? Ich brak utrudnił Autorowi poprawne sformułowanie wniosków. Przedstawiona w pracy treść wniosków ma charakter stwierdzeń, a nie jest odpowiedzią na postawione hipotezy badawcze. Weryfikacja hipotez badawczych pozwoliłaby Autorowi bardziej wyeksponować i podkreślić walory naukowe i aplikacyjne pracy. Oczekuję, że nastąpi to w czasie publicznej obrony.
- Dokumentacja pracy budzi pewien niedosyt. W tabelach zawierających wyniki obliczeń statystycznych nie podano jakie było „n” wyników, które poddano obróbce matematycznej. Jest to niezbędne dla uwiarygodnienia obliczonych wartości średnich, odchylenia standardowego i istotności różnic. Oczekuję wyjaśnienia w czasie publicznej obrony.
- Pod tytułami rys. 3-4 na str. 36 powinien być zapis, jakie jest ich źródło.

Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska stanowi samodzielne i wartościowe opracowanie naukowe. Autor dowiódł, iż posiada odpowiednią wiedzę teoretyczną i nabył niezbędne kompetencje do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Przedstawione w recenzji uwagi dotyczące interpretacji wyników oraz brak postawienia hipotez badawczych nie obniżają istotnie wartości naukowej ocenianej pracy doktorskiej. Uzyskane wyniki badań mają znaczenie poznawcze, jak również istnieje możliwość ich praktycznego zastosowania.

Zatem na podstawie ustawy z dnia 14 marca 2003 r. "O stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki " (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789 ze zm.) oraz art. 179 ust 1. ustawy Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669), stwierdzam, że przedstawiona do oceny dysertacja autorstwa mgr. inż. Krzysztofa Siemianowskiego spełnia w stopniu wystarczającym wymogi stawiane rozprawom doktorskim i przedkładam Wysokiej Radzie Naukowej Dyscypliny technologia żywności i żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie wniosek o przyjęcie pracy i dopuszczenie mgr. inż. Krzysztofa Siemianowskiego do publicznej obrony.



Gdynia, 22.05. 2023

Prof. dr hab. inż. Piotr Przybyłowski