

UNIwersytet PRZYRODniczy w LUBLINIE  
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii  
KATEDRA TECHNOLOGII ŻYwnOŚCI POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO  
Zakład Technologii Mleczarstwa i Żywności Funkcjonalnej  
20-074 Lublin, ul. Skromna 8  
tel. 81-462-33-46

Prof. dr hab. inż. Stanisław Mleko  
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego  
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

27 kwietnia 2023 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Krzysztofa Siemianowskiego  
pt.: "Ocena przydatności mleka mikrofiltrowanego do produkcji twarogu kwasowego"  
wykonanej pod kierunkiem Pana prof. dr. hab. inż. Jerzego Szpendowskiego

Podstawa prawna: pismo Pani prof. dr hab. Anny Iwaniak, Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny  
Technologia Żywności i Żywnienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie  
(WNoŻ-DZ.6350.86.2023)

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Krzysztofa Siemianowskiego pt.: "Ocena przydatności mleka mikrofiltrowanego do produkcji twarogu kwasowego" została przedstawiona w postaci monografii liczącej 56 stron tekstu, w tym 9 tabel i 8 rysunków. W pracy zacytowano 122 pozycje literaturowe, w tym 60 publikacji anglojęzycznych.

### **Tytuł i tematyka pracy**

Tytuł pracy wydaje się nie do końca trafny. Sugeruje on, iż mleko mikrofiltrowane może nie być przydatne do produkcji twarogu kwasowego. Praktyka produkcyjna pokazuje, iż mleko mikrofiltrowane jest stosowane do produkcji serów, zarówno twarogów jak i serów kwasowo-enzymatycznych lub enzymatycznych. Praca zasadniczo dotyczy porównania

procesu produkcji twarogów kwasowych z mleka pasteryzowanego oraz z mleka mikrofiltrowanego.

Zagadnienie produkcji twarogu z mleka mikrofiltrowanego było poruszane w literaturze naukowej. Publikacji tych nie jest wiele z uwagi na regionalny w skali światowej zasięg produkcji twarogu. Jednakże prowadzenie badań w tym zakresie jest w pełni uzasadnione z uwagi na złożoność procesu. Zwłaszcza dotyczy to badań prowadzonych w skali półtechnicznej. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski dysponuje najlepszą w skali kraju bazą do prowadzenia tego typu badań. Badania takie mają mniejsze znaczenie w zakresie badań podstawowych, jednakże wyniki mają istotne znaczenie dla przemysłu, przyczyniając się do lepszego wykorzystania surowców, zwiększenia wydajności procesów, zmniejszenia ilości substancji odpadowych i obciążenia środowiska.

### **Przegląd literatury**

Autor charakteryzuje proces produkcji twarogu metodą tradycyjną, rolę pasteryzacji w procesie produkcji twarogu, wpływ pasteryzacji na składniki odżywcze i właściwości serowarskie mleka, mikrofiltrację i jej zastosowanie w procesie produkcji serów. Uważam, że te dwa ostatnie zagadnienia nie zostały w pełni opisane. Należało zwrócić uwagę na literaturę opisującą produkcję różnych serów z mleka mikrofiltrowanego. Opisując zjawisko mikrofiltracji mleka Autor nie zajął się zagadnieniem wpływu różnej wielkości porów na proces otrzymywania sera. Opisując zastosowanie tej metody do produkcji twarogu powołuje się na pracę Skrzypka i Burgera (Desalination, 250(3), 2010). Tymczasem ta praca dotyczy produkcji kazeiny micelarnej. Autor wybrał do swoich badań membrany o wielkości porów 1,4  $\mu\text{m}$ , jednakże nie uzasadnił tego wyboru. Są one oczywiście najpowszechniej stosowane w polskim przemyśle mleczarskim, jednakże należało podać dlaczego.

### **Material i metodyka**

Autor opisując wykonane analizy podaje, iż były one wykonane w kilku powtórzeniach. Nie podaje jednakże ilokrotnie był przeprowadzony proces technologiczny. Innymi słowy czy analizy były wykonywane na tej próbkach pochodzących z tego samego procesu, czy też z jego powtórzeń. Pomiar przebiegu ukwaszania przeprowadzono w dwóch powtórzeniach. Czy przedstawione wykresy są uśrednione, czy wybrano jeden?

## Omówienie i dyskusja wyników

Rozdział ten został zaprezentowany na 21 stronach pracy. Omówiono analizy dotyczące mleka, twarogu oraz serwatki. Wyniki są interesujące i pokazują różnice wynikające z zastosowania mikrofiltracji w porównaniu do pasteryzacji. Godne podkreślenia są wyniki pokazujące, iż proces mikrofiltracji spowodował prawie całkowite usunięcie komórek somatycznych i przy tym nie nastąpiła inaktywacja fosfatazy alkalicznej. W twarogu otrzymanym z mleka mikrofiltrowanego stwierdzono statystycznie istotny wzrost udziału białek serwatkowych, w tym albuminy surowicy krwi bydlęcej oraz immunoglobulin. Zwłaszcza zawartość tych ostatnich może mieć wpływ na wartość odżywczą otrzymanego twarogu. Zmiany w składzie białkowym twarogu spowodowały zmiany zawartości poszczególnych aminokwasów. Białko twarogu z mleka mikrofiltrowanego zawierało więcej tryptofanu i metioniny. Niezależnie od sposobu obróbki mleka białko twarogów zawierało wszystkie niezbędne aminokwasy w ilościach zbliżonych do białka wzorcowego.

Ciekawe pod względem naukowym są badania określające mikrostrukturę otrzymywanych twarogów. Twarogi otrzymywane z mleka pasteryzowanego charakteryzowały się mikrostrukturą złożoną z drobnych agregatów kazeinowych i dużą porowatością. Większe agregaty kazeinowe oraz mniejszą porowatość stwierdzono w przypadku twarogu otrzymanego z mikrofiltrowanego mleka. W celu dokładnego określenia chropowatości powierzchni sera można było użyć profilometru optycznego.

Badane twarogi niezależnie od sposobu przygotowania mleka charakteryzowały się pożądanymi cechami sensorycznymi: niskim poziomem synerozy, dużą jednorodnością, właściwą teksturą, dużą intensywnością i jednolitością białego koloru, umiarkowanym kwaśnym smakiem i brakiem obcych zapachów. Wszystkie cechy sensoryczne otrzymanych produktów odpowiadały wymaganiom dla serów twarogowych zawartym w odpowiedniej Polskiej Normie.

Serwatka otrzymana podczas procesu produkcji twarogu z mleka mikrofiltrowanego charakteryzowała się mniejszą zawartością suchej masy, laktozy, składników mineralnych oraz wykazywała mniejszą kwasowość czynną i potencjalną. Nie różniła się statystycznie pod względem zawartości białka od serwatki otrzymanej podczas procesu produkcji twarogu z mleka pasteryzowanego.

Podsumowując otrzymane wyniki badań należy stwierdzić, iż stanowią one cenne źródło dla przemysłu mleczarskiego. Tak dokładna charakterystyka procesu oraz właściwości

mleka, twarogu i serwatki pozwala na aplikację procesu otrzymywania twarogu z mleka mikrofiltrowanego w praktyce produkcyjnej.

### **Wniosek końcowy**

Biorąc pod uwagę aspekt technologiczno-aplikacyjny i wartość otrzymanych analiz stwierdzam, iż rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Krzysztofa Siemianowskiego pt.: "Ocena przydatności mleka mikrofiltrowanego do produkcji twarogu kwasowego" wnosi nowe elementy poznawcze i rozszerza wiedzę w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Rozprawa ta spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 roku, poz. 1789).

Na podstawie art. 179 ust 1. ustawy Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669) wnoszę zatem do Wysokiej Rady Naukowej Dyscypliny technologia żywności i żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o dopuszczenie Pana mgr. inż. Krzysztofa Siemianowskiego do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Kierownik Zakładu  
*Stanisław Mleko*  
Prof. dr hab. Stanisław Mleko

Prof. dr hab. inż. Stanisław Mleko