Warszawa dn., 23.04.2020 r.

Dr hab. Ewa Ostrowska-Ligęza prof. SGGW
Katedra Chemii
Instytut Nauk o Żywności
SGGW w Warszawie

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Pauliny Bierzuńskiej pt. „Projektowanie cech jakościowych produktów mleczarskich o zwiększonej zawartości białek serwatkowych"

wykonanej pod kierunkiem
Pani prof. UPP dr hab. inż. Doroty Cais-Sokolińskiej
W Katedrze Jakości Produktów Mleczarskich Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Produkty mleczarskie, do których należą jogurty i sery twarogowe zaliczane są do nabiału. Spożywanie tych produktów jest zalecane przez dietetyków. Konsumenci oczekują pojawienia się nowych produktów, które będą spełniać ich potrzeby. Udoskonalanie wcześniejszych receptur i projektowanie nowych produktów jest jak najbardziej zasadne. Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Pauliny Bierzuńskiej doskonale odpowiada na zapotrzebowanie rynku na produkty mleczarskie o zwiększonej zawartości białka. Pomimo tego, że badania naukowe dotyczące produkcji, udoskonalenia receptur czy projektowania innowacyjnych produktów, do których należą sery twarogowe i jogurty są udokumentowane wieloma publikacjami to nadal istnieje wiele zagadnień związanych z tą tematyką, które wymagają dalszych opracowań. Wzbogacanie produktów mleczarskich w dodatkowe ilości białek serwatkowych ma wpływ na strukturę jogurtów i serów twarogowych. Ograniczenie wystąpienia synerezy w jogurtach jest przedmiotem wielu badań i publikacji naukowych. Dodatek białek serwatkowych do mleka przerobowego powoduje ograniczenie wycieku serwatki, co jest spowodowane zmianą proporcji w układzie białek. Dodatek białek serwatkowych wpływa na wartość prozdrowotną produktów finalnych powodując zwiększenie zawartości cennych aminokwasów a co za tym idzie potencjału antyoksydacyjnego. W

publikacjach zostały zawarte badania, które potwierdzają koncepcję nowoczesnej strategii potwierdzenia jakości.

Rozprawa doktorska jaką przedstawiono do oceny składa się z cyklu siedmiu publikacji, dołączone również zostały streszczenie, cele i hipotezy badawcze, szczegółowy zakres badań i metody badawcze, a także omówienie wyników i ich dyskusję. Doktorantka na podstawie przeprowadzonych obszernych badań sformułowała 10 wniosków, dzieląc je według założonych celów. W pracy umieszczono również spis wszystkich publikacji naukowych (7), popularno-naukowych (9) oraz komunikatów naukowych (12) Autorki rozprawy doktorskiej.
W recenzowanej rozprawie doktorskiej Pani mgr inż. Paulina Bierzuńska postawiła hipotezę główną, że dodatek białek serwatkowych poprawia jakość i zwiększa właściwości prozdrowotne wybranych produktów mleczarskich.

Hipoteza główna została zweryfikowana w oparciu o dwie hipotezy robocze i cele szczegółowe:

H.1. Wprowadzenie białek serwatkowych do mleka przerobowego wpływa na liczbę mikroflory charakterystycznej i dodatkowej, parametry tekstury i profil smakowo-zapachowy jogurtu probiotycznego

Cele szczegółowe

- stymulacja matrycy kazeinowo-albuminowo-globulinowej w wyniku wprowadzenia koncentratów białek serwatkowych o różnej zawartości białka
- przeprowadzenie procesu polimeryzacji białek serwatkowych
- ustalenie kinetyki koagulacji mleka z dodatkiem polimeryzowanych białek serwatkowych modulowanej rozwojem mikroflory charakterystycznej i probiotycznej oraz ocena jej stabilności podczas przechowywania jogurtu
- analiza parametrów tekstury i cech sensorycznych modelowanego jogurtu z udziałem białek serwatkowych, w tym po procesie ich polimeryzacji

H.2. Zintegrowanie białek serwatkowych z matrycą kazeiny zwiększa potencjał antyoksydacyjny produktów mleczarskich

Cele szczegółowe

- wprowadzenie koncentratu białek serwatkowych do mleka przerobowego i do maślanki w celu zwiększenia potencjału antyoksydacyjnego wytworzonych produktów mleczarskich, odpowiednio: jogurtu probiotycznego i sera twarogowego
- wpływ dodatku białek serwatkowych na przebieg i zakres utleniania cholesterolu zawartego w serze twarogowym z maślanki.

Doktorantka przedstawiła wyniki badań w cyklu siedmiu artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych (cztery z nich zostały wydane w czasopismach posiadających indeks cytowań w bazie JRC – IF):

A.1. Bierzuńska P.,Cais-Sokolińska D., Yiğit A. (2019): Storage stability of texture and sensory properties of yogurt with the addition of polymerized whey proteins. Foods, 8 (11), 584.

A.2. Bierzuńska P.,Cais-Sokolińska D. (2018): Determination of antioxidant activity of yoghurt enriched with polymerized whey protein. Mljekarstvo, 68 (4), 272-281.

A.3. Cais-Sokolińska D., Stachowiak B.,Kaczyński Ł.K., Bierzuńska P., Górna B. (2018): The stability of the casein-gluconate matrix in reduced-lactose kefir with soluble fraction polysaccharides containing β-glucan from *Pleurotus ostreatus*. International Journal of Dairy Technology, 71 (1), 122-130.

A.4. Bierzuńska P.,Cais-Sokolińska D., Rudzińska M., Gramza-Michałowska A. (2017): Evaluation of antioxidant activity of whey protein to improve cholesterol oxidation stability in fresh white cheese from buttermilk. Journal of Food and Nutrition Research, 56 (2), 101-108.

B.1. Bierzuńska P., Kaczyński Ł.K., Cais-Sokolińska D., Kulczyński B. (2017): Texture profile of kefir and yogurt with modified configuration of proteins. Nauka Przyroda Technologie, 11 (1), 107-114.

B.2. Bierzuńska P., Kaczyński Ł.K., Cais-Sokolińska D. (2016): Rynek innowacyjnych produktów mlecznych a zachowania młodych mieszkańców gmin wiejskich. Gospodarka Rynek Edukacja, 17 (2), 19-24.

B.3. Bierzuńska P., Kaczyński Ł.K., Cais-Sokolińska D. (2016): Cohesiveness and firmness of fermented milk with an increased proportion of whey proteins. Aparatura Badawcza i Dydaktyczna, 21 (2), 106-109.

Doktorantka była pierwszym autorem w 6 artykułach, w 3 pełniła funkcję autora korespondencyjnego, w 2 publikacjach nie podano informacji na ten temat. Treść rozprawy doktorskiej (7 publikacji) stanowi obszerną dokumentację pracy Doktorantki. Opanowanie przez Panią mgr inż. Paulinę Bierzuńską tak szerokiego warsztatu pracy zasługuje na szczególną uwagę, przyczyniło się to do zapewnienia wysokiej jakości i rzetelności badań naukowych. Pozwala to na wysoką ocenę wiedzy, doświadczenia, umiejętności rozwiązywania problemów badawczych, korzystania z pozycji literaturowych oraz interpretacji wyników przez Doktorantkę.

W pierwszym etapie badań ustalono preferencje konsumentów w młodym wieku (20-34 lata) z obszarów gmin wiejskich w ocenie produktów mleczarskich. Respondenci wykazywali postawę proinnowacyjną i cenili takie cechy jak wartość odżywcza, wygoda oraz przyjemność

spożywania. W tym samym etapie ocenie poddano wygląd i konsystencję produktów mleczarskich co wiąże się z teksturą. Zastosowanie białek serwatkowych o różnej zawartości białka WPC35, WPC60 i WPC80 spowodowało zmianę proporcji kazeiny do białek serwatkowych w mleku przerobowym. Jogurt z dodatkiem białek serwatkowych WPC80 charakteryzował się mniejszą zwięzłością, spoistością oraz luźniejszą konsystencją i mniejszym indeksem lepkości, co określiło przydatność tego preparatu do dalszych eksperymentów. Następnie przeprowadzono proces polimeryzacji białek serwatkowych, które wprowadzono do mleka przerobowego i otrzymano z niego jogurt modelowy. Do produkcji jogurtu kontrolnego, z białkami WPC80 i białkami poddanymi polimeryzacji użyto do inkulowania odpowiedniego mleka przerobowego kultury starterowej zawierającej *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium animalis*. Jogurty z dodatkiem białka charakteryzowały się większą zawartością białka i większą suchą masą beztłuszczową. Po dodaniu białek serwatkowych WPC80 i polimeryzowanych białek serwatkowych do mleka przerobowego otrzymano jogurty przeprowadzając procesy fermentacji w trzech temperaturach: 37, 41 i 45 °C. Dodatek białek polimeryzowanych spowodował namnożenie większej ilości bakterii *Lactobacillus acidophilus*, zwiększenie szybkości fermentacji i skrócenie czasu osiągnięcia pH wynoszącego 4,45 o 21%.

Dlaczego nastąpiło skrócenie czasu fermentacji i dlaczego nastąpił wzrost liczby bakterii *Lactobacillus acidophilus* w jogurtach z dodatkiem białek serwatkowych WPC80 i polimeryzowanych, szczególnie w okresie przechowywania?

Ocenie poddano właściwości teksturalne, sensoryczne oraz barwę jogurtów. W trakcie przechowywania chłodniczego jogurt z białkami polimeryzowanymi charakteryzował się brakiem synerezy i wykazywał większą zdolność o 5,3% do zatrzymywania wody niż jogurt z białkami WPC80. Co spowodowało to zjawisko? Jogurt z polimeryzowanymi białkami charakteryzował się zwiększeniem indeksu lepkości i spoistości w stosunku do jogurtu z białkami WPC80. Polimeryzacja białek spowodowała nasilenie w jogurcie zapachu maślanego oraz wyczuwalność zapachu budyniu waniliowego.

Zwiększenie aktywności antyoksydacyjnej i wartości prozdrowotnej jogurtów i sera twarogowego zostało spowodowane przez dodanie do mleka przerobowego i maślanki białek serwatkowych WPC80 i białek polimeryzowanych (tylko mleko przerobowe). Dodatek białek WPC80 do maślanki spowodował 3-krotnie większą aktywność antyoksydacyjną sera twarogowego.

W trakcie 30-dniowego chłodniczego przechowywania sera twarogowego z maślanki z dodatkiem białek serwatkowych WPC80 ilość oksysteroli uległa zmniejszeniu w gotowym

produkcie nawet o 80%. Dodatek białek serwatkowych WPC80 i ich aktywność antyoksydacyjna ma wpływ na stabilność utleniania cholesterolu w serze twarogowym z maślanki. Mam nadzieję, że Pani mgr inż. Paulina Bierzuńska spróbuje otrzymać ser twarogowy z białkami polimeryzowanymi. W rozprawie doktorskiej zdarzyły się drobne błędy edytorskie np. podanie nazw chemicznych składników miceli kazeinowych, ale nie umniejsza to wartości całej pracy.

WNIOSEK KOŃCOWY

Uzyskane przez Panią mgr inż. Paulinę Bierzuńską rezultaty badań stanowią duży wkład w dziedzinę nauk o żywności i żywieniu. Informacje, które zostały przez nią pozyskane są bardzo cenne i znacznie poszerzają wiedzę o możliwościach projektowania wyrobów mleczarskich. Uzyskane informacje oprócz wartości poznawczej mają także wartość aplikacyjną. Rozprawa doktorska została przygotowana poprawnie i bardzo starannie warsztatowo z wykorzystaniem wielu metod analitycznych, narzędzi chemometrycznych i analiz statystycznych.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska w pełni odpowiada wymaganiom stawianym pracom doktorskim i wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Pauliny Bierzuńskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ewa Ostrowska-Ligęza
23.04.2020.
Warszawa