

Opracowanie nowych technologii funkcjonalnych produktów mleczarskich

Jagoda Szafrąńska, Maciej Nastaj
Zakład Technologii Mleczarstwa i Żywności Funkcjonalnej,
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
e-mail: jagoda.szafranska@up.lublin.pl, maciej.nastaj@up.lublin.pl

Mleko i produkty mleczne to prawdziwy skarb dla naszego zdrowia. Dzięki nim możemy mieć mocne kości, zdrowe serce i więcej energii [1, 9]. Dodatkowo stanowi doskonałą bazę do otrzymywania innowacyjnych produktów spożywczych o właściwościach funkcjonalnych. Według Tidona i in. (2009), żywność funkcjonalna jest zaprojektowana w celu poprawy ogólnego zdrowia i samopoczucia człowieka, a w szczególności pomaga utrzymać zdrową wagę (zapobieganie otyłości), wspomaga procesy trawienne (zapobieganie zaburzeniom jelitowym), poprawia funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego (zapobieganie chorobom serca poprzez obniżenie poziomu cholesterolu lub ciśnienia krwi), oraz utrzymanie naturalnej ochrony organizmu przed czynnikami zewnętrznymi (wzmocnienie odporności), zapobiega wapnieniu kości (osteoporozie) oraz występowaniu różnych deficytów mineralnych i witaminowych w organizmie [2].

W kontekście coraz bardziej zglobalizowanego rynku mleczarskiego, innowacje są istotnym narzędziem strategicznym, które pozwala przemysłowi mlecznemu zdobyć przewagę nad konkurencją. Jednakże, różne innowacje wpływają na konsumentów w odmienny sposób. Nowe produkty oraz modyfikacje opakowań są bardziej zauważalne przez konsumentów niż na przykład zmiany w procesach i systemach, które mogą być trudniejsze do zrozumienia, chyba że są wyraźnie związane z określonymi cechami jakości. Ponadto, wprowadzenie innowacji w tradycyjnych sektorach, takich jak mleczarstwo, może powodować dysonans poznawczy, ponieważ konsumenci często odrzucają modyfikacje, które ich zdaniem mogą zmieniać autentyczny charakter tradycyjnych produktów spożywczych [21]. Jednym z takich sektorów jest przemysł mleczarski. Odgrywa on kluczową rolę w rolnictwie. Ze względu na powszechność i znajomość oferowanych przez niego wyrobów wprowadzane modyfikacje do znanych produktów lub upowszechnienie nowych jest dość wymagające. Przykładem mogą być produkty fermentowane. Początkowo to prywatne gospodarstwa zajmowały się wytwarzaniem tego typu asortymentu [11]. Jednak z czasem, ze względu na rosnące zapotrzebowanie, konieczne stało się przejście od produkcji na małą skalę do przemysłowej. Producenci, chcąc przyciągnąć klientów, nieustannie rozwijają swoje oferty. Dzięki nowoczesnym technologiom, jogurty i inne fermentowane produkty mleczne są wzbogacane o naturalne, dobre bakterie zwane probiotykami. Te mikroorganizmy pomagają nam lepiej trawić pokarm i wzmacniają naszą odporność, dlatego tego typu asortyment jest coraz chętniej wybierany [10]. Prawdopodobnie pierwszym produktem zawierającym probiotyki było fermentowane mleko, jednak obecnie bakterie te znajdują się w setkach różnych artykułach spożywczych. W przeszłości wybór odpowiednich szczepów mikroorganizmów do fermentacji opierał się głównie na trwałości, smaku i aromacie. Obecnie sektor mleczarski,



jest sektorem żywnościowym w którym stosuje się największą liczbę oraz różnorodność bakterii w celu poprawy jakości produktów. Ostatnie lata przyniosły dwa istotne trendy dotyczące wprowadzania probiotyków do produktów mlecznych: fermentacja wyłącznie z użyciem wyselekcjonowanych szczepów lub w połączeniu z tradycyjnymi bakteriami oraz wprowadzanie szczepów probiotycznych do różnych produktów spożywczych. Obecnie tego typu bakterie wykorzystuje się w takich produktach jak jogurty, sery lody, masła, mleko w proszku i formuły dla dzieci [22].

Kolejną ze znaczących modyfikacji wprowadzonych do technologii produkcji mlecznej są specjalne membrany, które działają jak bardzo drobne filtry. Dzięki nim można oddzielić białka, tłuszcze, witaminy i minerały od innych składników mleka. Ten proces nazywamy filtracją membranową i dzieli się na ultrafiltrację (UF), nanofiltrację (NF) i odwróconą osmozę (RO). Każda z tych metod pozwala uzyskać mleko o innych właściwościach. Na przykład, ultrafiltracja pozwala na koncentrację białek mlecznych i redukcję ilości laktozy, co prowadzi do produkcji mleka o wysokiej zawartości białka i niższej zawartości cukru. Takie mleko może mieć nawet 50% mniej cukru i 50% więcej białka w porównaniu do mleka tradycyjnego. Wzrost wykorzystania technologii UF w produkcji mleka pokazuje rosnące zainteresowanie konsumentów zdrowymi, wzbogaconymi produktami mlecznymi. W ostatnich latach zauważono, że technologia membranowa w przemyśle mleczarskim zyskuje coraz większe znaczenie jako sposób na efektywne zarządzanie surowcami i odpadami, a także na wytwarzanie produktów o wysokiej wartości dodanej [7].

Innym rodzajem technologii, która coraz częściej jest wykorzystywana w procesie produkcyjnym są technologie wysokociśnieniowe. Ze względu na to, że konsumenci coraz bardziej zwracają uwagę na zdrowie, zrównoważony rozwój i wygodę to jedną z kluczowych odpowiedzi na te potrzeby stał się trend "clean label", czyli produkcji żywności z minimalną liczbą naturalnych składników, bez sztucznych dodatków. Nowoczesne technologie, jak przetwarzanie wysokociśnieniowe (HPP) pozwalają nam cieszyć się mlekiem, które jest nie tylko bezpieczne, ale też bardzo smaczne. Dzięki specjalnemu procesowi, który polega na wywieraniu bardzo wysokiego ciśnienia na mleko, możemy zniszczyć szkodliwe mikroorganizmy, nie zmieniając jednocześnie smaku i wartości odżywczych tego produktu. Wyzwaniem dla producentów jest połączenie innowacji technologicznych z naturalnym składem produktów. Tradycyjne metody przetwarzania, takie jak pasteryzacja, czyli proces podgrzewania mleka, zabija szkodliwe bakterie. Jednak wysoka temperatura, która jest potrzebna do tego procesu, może niestety uszkodzić niektóre witaminy i minerały, które są ważne dla naszego zdrowia. W przypadku jogurtów, HPP przyczynia się do poprawy tekstury, zmniejszając synerżę (wydzielanie się wody) oraz wydłuża okres przydatności do spożycia. Ponadto, technologia ta może wpływać na profil smakowy produktu, zwiększając ilość kwasów organicznych, co przekłada się na lepszy smak. Z kolei w produkcji lodów, HPP pozwala na zmniejszenie ilości sztucznych emulgatorów i stabilizatorów. Z kolei w produkcji lodów, technologia ta wpływa na ich strukturę, poprawiając teksturę i zapobiegając powstawaniu dużych kryształków lodu [14].

Kolejnym trendem i związanym z nim modyfikacjami procesów produkcyjnych jest żywność specjalnego przeznaczenia. W jej otrzymywaniu często bazuje się na właściwościach funkcjonalnych białek, szczególnie obecnych w mleku - białek serwatkowych. Do wyżej wymienionych można zaliczyć żelowanie, rozpuszczalność w wodzie, czy też właściwości emulgujące. Absolutnie wyjątkową cechą jest również ich zdolność do tworzenia pian. Zdolność ta jest czymś najzupełniej normalnym i wynika ze struktury chemicznej białek serwatkowych. Ich dość złożona budowa, różnorodność grup funkcyjnych, zawartość aminokwasów i aktywność powierzchniowa powoduje, że roztwór białek serwatkowych jest w stanie akumulować powietrze, czyli po prostu pienić się [3,6].

Dodatkowo, gdy mówimy o białkach z punktu widzenia ich wartości biologicznej, należy wspomnieć o aminokwasach, szczególnie najbardziej cenionych - egzogennych tj. fenyloalanina, izoleucyna, lizyna i inne. To właśnie one są odpowiedzialne za zjawisko pienienia się preparatów białek serwatkowych. Proteiny pełnowartościowe, pochodzenia zwierzęcego (mleczne, jajeczne) będą pieniać się zdecydowanie lepiej niż te pochodzenia roślinnego, np. wyizolowane z soi [4,16,15].

Szeroki wachlarz odżywek białkowych oferuje również hydrolizaty białkowe, peptydy o zróżnicowanej budowie i tempie wchłaniania. Zaawansowane metody rozdzielcze, o których wspomniano wcześniej, głównie procesy membranowe oraz techniki enzymatyczne pozwalają uzyskać różne frakcje białkowe o określonej masie cząsteczkowej, a co za tym idzie właściwościach powierzchniowych. Mniejsze konglomeraty białkowe z racji swoich rozmiarów są bardziej aktywne powierzchniowo, co czyni je bardziej podatnymi na ubijanie i pienienie. Zdolność danego preparatu białkowego do pienienia jest zależna również od obecności substancji towarzyszących. Laktoza bowiem ogranicza aktywność powierzchniową białek, dodatkowo jej obecność wpływa na zwiększenie lepkości układu, dzięki czemu proces zachodzi w mniejszym zakresie [4,16,15].

Mówiąc o pianach, które mogą przybierać postać stałą lub płynną, należy podkreślić aplikacyjne znaczenie procesu napowietrzania, bowiem jest jedną z najszybciej rozwijających się operacji w technologii żywności. Niejednokrotnie proces ten był postrzegany jako niepożądany (przemysł mięsny czy mleczarski), jednak należy na niego spojrzeć wielowymiarowo i dostrzec pewne plusy. Proces napowietrzania żywności pozwala na uzyskanie nowych produktów, o unikalnych właściwościach sensorycznych, które dostarczają wyjątkowych wrażeń podczas konsumpcji. Obecność gazu w produkcie pozytywnie wpływa na charakter produktu i jego właściwości mechaniczne. Dodatkowo pęcherzyki powietrza nadają mu homogenny wygląd, jednolity rozkład składników smakowych oraz lekką strukturę. Obecnie wiele kampanii reklamowych łączy pozytywny wizerunek produktów typu „light” właśnie z produktami napowietrzonymi. Oczywiście nie należy zapominać o atrakcyjnych cechach wizualnych i estetycznych.

Jednym ze składników mleka, który w ciągu ostatnich lat cieszy się coraz większym zainteresowaniem zarówno badaczy jak i konsumentów są białka serwatkowe. Dzięki swoim właściwościom dają możliwości rozszerzenia oferty artykułów spożywczych dla osób aktywnych i wprowadzenia na rynek nowych wysokobiałkowych wyrobów. Przykładem może być wytworzenie napowietrzonych ciastek białkowych typu beza. Produkt może stanowić alternatywę dla tak popularnego w kręgu ludzi aktywnych fizycznie szejka białkowego, który posiada wiele zalet, bowiem jest on łatwym w przygotowaniu zamiennikiem posiłku. Jednak z uwagi na podatność na szybko zachodzące zmiany mikrobiologiczne, produkt ten powinien być w zasadzie spożyty niezwłocznie po przygotowaniu. Wspomniane bezy białkowe, w porównaniu do koktajlu, zawierają minimalną ilość wody stąd ich przydatność do spożycia może wynosić długie miesiące. Spożycie kilku ciastek tego typu pozwala na dostarczenie do organizmu niezbędnej porcji wysokowartościowej proteiny. Ważnym aspektem jest również gotowość wspomnianego produktu do bezpośredniego spożycia oraz jego lekkość. Taka przekąska może być nieodzowna ilekroć mamy ograniczone warunki do sporządzenia i przechowania naszego posiłku (podróż, wycieczka górską). Dodatkowo taki produkt wykazujący cechy „nowego produktu spożywczego”, zdecydowanie podnosi jego atrakcyjność dla potencjalnych konsumentów. Wspomniane bezy można wykonać na bazie protein serwatkowych, które w przemyśle spożywczym stanowią obecnie bardzo dobrą alternatywę dla najczęściej stosowanej albuminy jaja kurzego, której zastosowanie nastrocza kilku problemów. Pierwszym zasadniczym, jest problem natury mikrobiologicznej, bowiem przemysł drobiarski w obecnej dobie zmagają się z salmonellozą. Dodatkowo albumina jaja kurzego również cechuje się niepożądanymi walorami smakowo-zapachowymi. Za wykorzystaniem preparatów białek serwatkowych dodatkowo przemawiają fakty związane z ich lepszą wartością biologiczną, oraz aspekt ekologiczny – ich zagospodarowanie pozwala wykorzystać serwatkę, produkt uboczny przemysłu mleczarskiego [19].



Zapewne wielu czytelników będzie mieć wątpliwości, czy bez udziału cukru (stabilizatora bezy tradycyjnej) produkt taki powstanie. Oczywiście. W tym przypadku pomocne będą rozmaite dodatki funkcjonalne do żywności (gumy, karageny). Słodki smak oraz utrwalenie struktury napowietrzanej może być uzyskany poprzez zastosowanie naturalnych zastępników cukru, np. erytrytolu. Erytrytol, znany również jako E 968, może być bardzo skutecznym zamiennikiem konwencjonalnego cukru. W porównaniu do sacharozy, której indeks glikemiczny i wartość kaloryczna wynoszą odpowiednio 65 i 4kcal/g, w erytrytolu jest to odpowiednio 0 i 0,2kcal/g. Przebadano, że dzienna dawka 35-40g tej substancji jest całkowicie bezpieczne dla konsumentów i nie powoduje żadnych negatywnych skutków zdrowotnych. Ponadto, w najnowszym raporcie EFSA (październik 2023 r.) uznano, że dzienne ADI erytrytolu w wysokości 0,5g/kg masy ciała jest całkowicie bezpieczne pod względem działania przeczyszczającego, a także potencjalnych skutków przewlekłych. Ze względu na wyżej wymienione właściwości, stosowanie erytrytolu może być nowatorską strategią w produkcji bezcukrowych wyrobów cukierniczych, takich jak: bezy, czekolady deserowe i białe oraz makaroniki. Uzyskane produkty uzupełniają dość ograniczony katalog żywności funkcjonalnej, która spełnia wymagania różnych niestandardowych diet określonych osób (sportowców, osób aktywnych fizycznie, diabetyków) lub po prostu bardziej świadomych konsumentów poszukujących produktów lepszej jakości [12, 5, 18, 20, 17].

Przemysł mleczarski przechodzi dynamiczne zmiany, napędzane zarówno przez rosnące oczekiwania konsumentów, jak i postęp technologiczny. Nowoczesne technologie pozwalają na łączenie tradycji z innowacjami. Dzięki nim producenci mogą tworzyć produkty, które spełniają oczekiwania zarówno tych, którzy cenią sobie tradycyjny smak i jakość, jak i tych, którzy szukają nowych, funkcjonalnych rozwiązań żywieniowych. W rezultacie, przemysł mleczarski staje się coraz bardziej zróżnicowany i odpowiada na potrzeby szerokiego grona konsumentów, oferując produkty o wysokiej wartości odżywczej i atrakcyjnych właściwościach sensorycznych.

Bibliografia:

1. Bachmann H. P., Spahr U. (1995). The fate of potentially pathogenic bacteria in Swiss hard and semihard cheeses made from raw milk. *Journal of Dairy Science*, 78:476–483.
2. Brilevsky O. A. (2006). *Commodity science of food products*, Mn.: Belarusian state economic university.
3. Campbell G. M., Mougeot E. (1999). Creation and characterization of aerated food products. *Trends in Food Science & Technology*, 10: 283-296.
4. Davis J. P., Foegeding E. A. (2007). Comparisons of the foaming and interfacial properties of whey protein isolate and egg white proteins. *Colloids and Surfaces B, Biointerfaces* 54: 200-210.
5. EFSA, Plain Language Summary on the Re-evaluation of erythritol (E 968) as a food additive, (2023), *EFSA Journal*: 21, 12, 211203.
6. Foegeding E. A., Luck P. J., Davis J. P. (2006). Factors determining the physical properties of protein foams. *Food Hydrocolloids*: 20, 284-292.
7. Gao J., Li X. Zhang G., Sadiq F.A., Gandara-Simal J., Xiao J., Sang Y. (2021). Probiotics in the dairy industry—Advances and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20: 3937–3982.
9. GOST 32923-2014, Fermented milk products enriched with probiotic microorganisms, Technical conditions.
10. Hazell P., Poulton C. Wiggins S. Dorward A. (2010). The future of small farms: trajectories and policy priorities. *World Development*, 38(10): 1349-1361.



11. Naspetti S., Mandolesi S., Buysse J. et al. (2021). Consumer perception of sustainable practices in dairy production. *Agricultural Economics* 9: 1.
12. Regnat K., Mach R.L. Mach-Aigner A.R. (2018). Erythritol as sweetener-wherefrom and where to? *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102: 587–595.
13. Reig M., Xanel V., Cortina J. L. (2021) Use of membrane technologies in dairy industry: an overview. *Foods* 10(11): 2768.
14. Roobab U., Inam-Ur-Raheem M., Khan A. W., Arshad R. N., Zeng X. Aadil R. M. (2021). Innovations in high-pressure Technologies for the development of clean label dairy products: a review. *Food Reviews International*, 39(2): 970–991.
15. Nastaj M., Mleko S., Terpiłowski K., Tomczyńska-Mleko M. (2021). Effect of Sucrose on Physicochemical Properties of High-Protein Meringues Obtained from Whey Protein Isolate. *Applied Sciences* 11: 4764.
16. Nastaj M., Sołowiej B.G., Gustaw W., Perez-Huertas S., Mleko S., Wesołowska-Trojanowska M. (2019). Physicochemical properties of High-Protein-Set Yoghurts obtained with the addition of whey protein preparations. *International Journal of Dairy Technology*, 72(3): 395-402.
17. Nastaj M., Sołowiej B.G, Terpiłowski K., Kucia W., Tomasevic I. B., Peréz-Huertas S. (2023). The Effect of Erythritol on Physicochemical Properties of Reformulated, High-Protein, Sugar-Free Macarons Produced from Whey Protein Isolate Intended for Diabetics, Athletes and Physically Active People. *Foods*, 12: 1547.
18. Nastaj M., Sołowiej B.G, Terpiłowski K., Kucia W., Tomasevic I. B., Podkościelna J. (2024). Effects of whey proteins and erythritol combination on the physical and quality characteristics of untempered, high-protein white chocolates without the saccharose addition. *International Dairy Journal*, 157: 106007.
19. Nastaj M., Sołowiej B.G., Terpiłowski K., Mleko S. (2020). Effect of erythritol on physicochemical properties of reformulated high protein meringues obtained from whey protein isolate. *International Dairy Journal*, 105: 104672.
20. Nastaj M., Sołowiej B.G., Stasiak D.M., Mleko S., Terpiłowski K., Łyszczek R.J., Tomasevic I.B., & Tomczynska-Mleko M. (2022). Development and physicochemical properties of reformulated, high-protein, untempered sugar-free dark chocolates with addition of whey protein isolate and erythritol. *International Dairy Journal*, 134: 105450.
21. Tidona F., Criscione A., Guastella A.M, Zuccaro A., Bordonaro S., Marletta D. (2009) Bioactive peptides in dairy products. *Italian Journal of Animal Science*, 8(3): 315–340.
22. Zinina O.V., Olentsova J.A. (2020). Elements of sustainable development of agricultural enterprises, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 421: 022003.