

Badania sensoryczne i konsumenckie w ocenie jakości mleka spożywczego i jego przetworów

Eliza Kostyra, Anna Piotrowska

Zakład Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, SGGW w Warszawie

eliza_kostyra@sggw.edu.pl; anna_piotrowska@sggw.edu.pl

Wprowadzenie

Mleko i produkty mleczne odgrywają ważną rolę w diecie konsumentów z uwagi na cenne właściwości odżywcze. Rynek mleczarski stale ewoluuje oraz podlega innowacjom, dążąc do wytworzenia produktów o wysokich standardach jakościowych, podwyższonych właściwościach prozdrowotnych oraz gwarantowanym bezpieczeństwie [28].

Na przestrzeni ostatnich lat badania naukowe w odniesieniu do produktów mlecznych dotyczyły różnych aspektów, w tym analizy wpływu dodawania składników funkcjonalnych, określenia parametrów przetwarzania i przechowywania, testowania aplikacyjności nowych technologii produkcji oraz stosowania różnych opakowań [3, 7, 13, 18, 29, 31]. Zasadniczą rolę w rozwiązywaniu różnych problemów badawczych w przemyśle mleczarskim odgrywają badania sensoryczne oraz konsumenckie. Podkreślić należy, że badania sensoryczne były i są istotne w zapewnianiu oraz kształtowaniu jakości stanowiąc ostateczne „narzędzie pomiarowe” w ocenie produktów spożywczych (w tym mleka oraz jego przetworów). Znajomość metodologii sensorycznej i konsumenckiej jest zatem kluczowa w realizacji prac rozwojowych oraz badawczych co znajduje pozytywne odzwierciedlenie w odniesieniu sukcesu na rynku w związku z oferowaniem produktów spełniających oczekiwania konsumentów.

Współcześnie zaobserwować można znaczący postęp w rozwoju metodologii w badaniach sensorycznych i konsumenckich. Związane jest to z powstaniem nowych metod, jak również wykorzystywaniem w projektach różnych technik pomiarowych opierających się na pomiarach biometrycznych (badania mimiki twarzy, tętna, przewodności skóry, temperatury ciała i śledzenia ruchu gałek ocznych), badaniach immersyjnych i wirtualnych (rzeczywistość wirtualna i rozszerzona) oraz stosowaniem sztucznych zmysłów jak elektroniczny nos, elektroniczny język oraz elektroniczne oko [35]. W literaturze tematu podkreśla się, że podejście holistyczne w badaniach sensorycznych i konsumenckich polegające na łączeniu klasycznych metod z nowymi rozwiązaniami i technikami pomiarowymi, przyczynia się do kompleksowego zrozumienia wizerunku sensorycznego produktów w wymiarze kognitywnym, hedonicznym z uwzględnieniem reakcji psychofizjologicznych konsumentów oraz określenia czynników sensorycznych i niesensorycznych determinujących wybór oraz chęć konsumpcji produktów żywnościowych [25].



Poniżej przedstawione zostaną wybrane zagadnienia z zakresu klasycznych metod, nowych technik profilowania sensorycznego oraz wykorzystania sztucznych zmysłów w ocenie jakości produktów.

Sensoryczne i konsumenckie badania klasyczne

W ujęciu klasycznym wyróżnić można badania sensoryczne analityczne oraz badania sensoryczne konsumenckie. W analitycznej ocenie sensorycznej, przedmiotem oceny jest produkt a wyszkolony zespół oceniających (wybrani oceniający lub eksperci) traktuje się jako narzędzie analityczne. Natomiast w badaniach sensorycznych konsumenckich przedmiot oceny stanowi produkt oraz konsumenci i ich afektywne reakcje na testowane produkty z uwzględnieniem charakterystyki socjodemograficznej oceniających, ich przekonań, postaw oraz zwyczajów żywieniowych [4, 9].

Badania analityczne sensoryczne powinny być realizowane wyłącznie w laboratorium analiz sensorycznych spełniającym wymagania normy oraz uwzględniać kryteria ujęte w podręcznikach metodologicznych. Zadania stawiane zespołowi wybranych oceniających i ekspertów (liczebność: 8-15 osób) odnoszą się do obiektywnego pomiaru wrażeń w tym między innymi wykrywania różnic między produktami pod względem cech sensorycznych, porównywania z przyjętym standardem, przeprowadzenia szczegółowej charakterystyki ilościowo-jakościowej produktów oraz pomiaru zmian intensywności wrażeń w czasie [4].

W badaniach sensorycznych konsumenckich odnoszących się do aspektów afektywnych (hedonicznych) zadanie oceny przez nieprzeszkolone osoby (liczebność grupy 100) dotyczy wyrażenia preferencji, akceptacji czy pożądalności w stosunku do ocenianych produktów pod względem ogólnym lub kilku cech jakościowych (barwa, zapach, smak/smakowitość, konsystencja). W ocenach semikonsumenckich może uczestniczyć mniejsza ilość osób np. 50. Wybierając miejsce realizacji badań konsumenckich należy kierować się zaletami oraz wadami w odniesieniu do laboratorium sensorycznego, miejsc publicznych (sklepy, bary, szkoły itd.) oraz warunków domowych [4].

W analitycznych badaniach sensorycznych do rozwiązywania problemów badawczych wykorzystuje się różne klasyczne metody różnicowe (np. metodę parzystą, trójkątową, duo-trio, szeregowania), metody skalowania (z zastosowaniem skal kategorii, liniowych), metody analizy opisowej (np. ilościową analizę opisową, profilowanie różnicowe, profilowanie tekstury) oraz metody dynamiczne pomiaru intensywności wrażeń (np. Time-Intensity, Time-Related-Profiling). Natomiast w sensorycznych badaniach konsumenckich stosuje się wybrane metody różnicowe (metodę parzystą, szeregowania, metody skalowania oraz metody jakościowe (np. „Focus group”) [4].

W ocenie jakości mleka i produktów mlecznych największą aplikacyjność odnotowuje się dla metody profilowej (ilościowej analizy opisowej) z uwagi na uzyskiwanie unikalnych i wszechstronnych informacji o sensorycznych właściwościach w odniesieniu do cech wizualnych, zapachowych, konsystencji, smaku oraz smakowitości (ang. flavour). Jak podkreślają Barytko-Pikielna i Matuszewska [4] są to informacje bardzo dokładne i wysoce pomocne przy opracowywaniu oraz modernizacji produktów, określeniu wpływu czynników surowcowych, technologicznych i przechowalniczych na jakość docelowych produktów. W literaturze tematu zwraca się uwagę na kwestie wyszkolenia zespołu oceniającego jakość mleka i jego przetworów, powtarzalność danych, monitorowanie wyników oraz uczestnictwo panelu w sensorycznych testach biegłości analitycznej [9]. Znaleźć można również artykuły naukowe zawierające zestawienia deskryptorów w odniesieniu między innymi do cech tekstury oraz smakowitości, ich definicje oraz przykłady wykorzystania próbek referencyjnych jak również propozycje kół smakowitości (ang. flavour wheel) dla wybranych produktów, które są bardzo przydatne zarówno w szkoleniu zespołu ekspertów jak również w ocenie produktów [9, 38].



Sensoryczna analiza opisowa (profilowanie) działa jako pomost (ang. „bridge”) między różnymi obszarami badań, rozwojem produktu i naukami konsumenckimi, zapewniając zależności/lub dając możliwość analizowania zależności pomiędzy cechami produktów a percepcją konsumentów [37]. Wśród metodologii sensorycznych w ocenie produktów mleczarskich, konwencjonalna analiza opisowa jest stale stosowana i ma ugruntowaną pozycję [9, 11, 15]. Jest ona uważana za referencyjną metodę w stosunku do nowych metod sensorycznych. Natomiast badania z wykorzystaniem metody profilowej są kosztowne, pracochłonne i czasochłonne z uwagi na proces szkolenia panelu sensorycznego oraz regularne monitorowanie wyników indywidualnych zespołu oceniającego [9, 37].

Należy podkreślić, że wyniki oraz wnioski uzyskane z profilowania są podstawą wyjaśnienia akceptacji tego samego zestawu produktów ocenianych przez konsumentów w niezależnie przeprowadzonych badaniach konsumenckich z zastosowaniem na przykład metody skalowania (9-stopniowej skali hedonicznej). Takie podejście jest szeroko stosowane w badaniach naukowych w odniesieniu do oceny mleka i jego przetworów. Inne prace skupiają się na określeniu korelacji pomiędzy wynikami profilowania sensorycznego a analizami chemicznymi czy badaniami instrumentalnymi [9].

Nowe metody w badaniach sensorycznych i konsumenckich

Na przestrzeni ostatnich lat pojawiły się nowe metody (ang. „Rapid sensory methods”, “Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling”) jako szybkie alternatywy dla profilowania sensorycznego [12, 37]. Badacze podzielili metody na cztery klasy w zależności od charakteru zadania oceny przypisanego oceniającym: 1) metody oparte na ocenie produktów pod względem atrybutów (np. Flash profile, Check-All-That-Apply (CATA); 2) metody uwzględniające podobieństwa lub różnice między produktami (np. Sorting, Projective mapping); 3) metody polegające na porównaniu produktów z próbkami referencyjnymi (ang. Polarized sensory positioning, PSP) oraz 4) metody oparte na globalnej ocenie produktów (ang. Opened-ended questions). Z nieco innej perspektywy, w ramach technik profilowania istnieją metody, które nie tylko umożliwiają określenie charakterystyki sensorycznej produktów pod względem różnych cech (np. zapachowych, smaku/smakowości, konsystencji), ale także mają na celu wyznaczenie idealnego poziomu atrybutów w produktach jak w przypadku metody Ideal profiling. Natomiast w odniesieniu do pomiarów dynamicznych powstały metody: Temporal Dominance of Sensations (TDS) oraz Temporal Check-All-That-Apply (T-CATA). Oceny produktów z wykorzystaniem nowych metod profilowania są z reguły przeprowadzane przez konsumentów, aczkolwiek włącza się w badania wyszkolony zespół (w zależności od rodzaju metody) [12, 37].

Wspólną cechą szybkich metod profilowania sensorycznego jest brak (lub bardzo ograniczone) szkolenie oceniających. W rezultacie, jak podkreślają Varela i Ares [37] metody szybkiego profilowania sensorycznego są obecnie coraz częściej wykorzystywane do określenia percepcji konsumentów. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że konwencjonalna analiza opisowa nie została zastąpiona przez nowe techniki profilowania sensorycznego. Badacze podkreślają, że klasyczne metody działają lepiej w niektórych przypadkach, gdy wymagana jest bardzo szczegółowa charakterystyka ilościowo-jakościowa produktów, a także dlatego, że są bardziej stabilne, niezawodne a wyniki spójne w czasie, gdy istnieje konieczność porównania próbek z różnych partii lub różnych stadiów procesu rozwoju produktu, a także w trakcie określania wpływu przechowywania na zmiany we właściwościach sensorycznych produktów.

Z danych literaturowych wynika, że spośród nowych technik profilowania sensorycznego metoda Check-All-That-Apply jest stosunkowo często wykorzystywana w ocenie produktów mlecznych między innymi jogurtów o różnej



zawartości cukru oraz dodatku substancji słodzących, mleka smakowego z różnymi składnikami, serów o różnym stopniu dojrzałości, lodów z różnymi substancjami słodzącymi oraz porównania komercyjnych produktów mleczarskich w celu określenia cech najbardziej akceptowanych przez konsumentów [6, 20, 22, 23, 26, 34]. Zasada metody CATA polega na przedstawieniu konsumentom listy terminów (atrybutów) sensorycznych i/lub hedonicznych, emocjonalnych, związanych z użytkowaniem produktów. Konsumentom są proszeni o wybranie wszystkich cech postrzeganych podczas oceny produktów. Liczba konsumentów biorących udział w ocenie to 60-80, z zaznaczeniem, że więcej osób jest zalecanych podczas przeprowadzania dodatkowo testu akceptacji [1]. Stosowane terminy powinny być łatwo zrozumiałe dla konsumentów. Można je otrzymać realizując testy jakościowe, przeprowadzając wstępne badania z podobnymi produktami lub uzyskać od przeszkolonego zespołu oceniającego. Metoda CATA nie powinna być stosowana w przypadku produktów reprezentujących zbliżoną jakość sensoryczną.

Do oceny podobieństw i różnic w jakości sensorycznej mleka oraz produktów mlecznych wykorzystuje się również Projective mapping (PM) [26]. Metoda ta pozwoliła na rozróżnienie między innymi komercyjnych próbek mleka, jak również optymalizację procesu wytwarzania jogurtów z dodatkiem substancji słodzących naturalnego pochodzenia. Zasada metody polega na jednoczesnym podaniu produktów do oceny z prośbą o ich pogrupowanie (np. na arkuszu papieru o określonych wymiarach) według postrzeganych różnic w jakości sensorycznej. Konsumentom mogą zostać poproszeni o podanie atrybutów sensorycznych (z wyjątkiem określeń hedonicznych), które zdecydowały o utworzeniu grup produktów. Wskazuje się, że co najmniej 90 konsumentów jest niezbędnych do uzyskania wyników podobnych do konwencjonalnej analizy opisowej dla analogicznych produktów. Liczba osób może być mniejsza, jeśli próbki znacznie się różnią w jakości sensorycznej [21].

W obszarze mleczarskim metoda Sorting, należąca do technik opartych na określeniu różnic i podobieństw, została zastosowana do pogrupowania produktów (serów, jogurtów) przez konsumentów według postrzeganych cech sensorycznych. Badacze podkreślili, że wyniki są ważne dla generowania „wzorców sensorycznych” (ang. „sensory pattern”), stosowanych w procesie certyfikacji i rejestracji geograficznego oznaczenia pochodzenia produktów [30]. Inne badania uwzględniały zdefiniowany temat grupowania, jak postrzeganie opakowania mleka pod kątem zrównoważonego rozwoju oraz koncepcję innowacji napojów serwatkowych [10, 18]. Liczba konsumentów uczestniczących w badaniach mieściła się w zakresie 30-100.

W odniesieniu do pomiarów dynamicznych metoda „Temporal Dominance of Sensations” znalazła zastosowanie w określeniu dominujących atrybutów w trakcie konsumpcji produktów w przypadku deserów mlecznych, serów podpuszczkowych dojrzewających czy napojów mlecznych [37]. TDS jest popularną metodą, w której zadaniem oceniających jest wskazanie oraz ciągłe aktualizowanie postrzeganego dominującego atrybutu. W ocenie uwzględnia się od 6 do 12 atrybutów, które muszą być zdefiniowane. Wysokie wskazania dominacji atrybutów sensorycznych i długi czas ich trwania są uważane za istotne w percepcji oraz stopniu lubienia produktów.

Techniki pomiarowe: sztuczne zmysły

Nowym kierunkiem w badaniach sensorycznych jest wykorzystanie tzw. „sztucznych zmysłów” w celu odwzorowania reakcji człowieka na bodźce obecne w żywności. Zastosowanie elektronicznego języka pozwala na określenie intensywności smaków podstawowych w płynnych matrycach żywnościowych. Elektroniczny nos stanowi układ czujników gazu umożliwiający określenie związków lotnych kształtujących zapach i smakowość (ang. flavour) produktów. Z kolei elektroniczne oko dzięki kamerze o wysokiej rozdzielczości pozwala na otrzymanie cyfrowych obrazów (uzyskanych w kontrolowanych warunkach oświetlenia i w zamkniętej przestrzeni) a następnie wykorzystując technologię przetwarzania obrazu dostarcza informacji dotyczących koloru, kształtu oraz rozmiaru badanego produktu [33, 35]. Sztuczne zmysły są coraz szerzej wykorzystywane w badaniach przetworów mlecznych – zarówno mleka, mlecznych napojów fermentowanych jak i serów. Mają duży potencjał zastosowania podczas



monitorowania jakości żywności, kontrolowania procesów jej przetwarzania, weryfikacji autentyczności produktów rynkowych jak również projektowania innowacyjnych produktów [2, 5, 8, 14, 16, 19, 24, 32, 36]. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu współczesne sztuczne zmysły umożliwiają szybki, stosunkowo prosty, obiektywny i powtarzalny pomiar dostarczając cennych informacji z zakresu jakości sensorycznej produktów a uzyskane wyniki mogą być korelowane z ocenami panelu sensorycznego. Pomimo swoich zalet urządzenia te nie mogą być jednak uważane za idealne symulatory zmysłów człowieka, ponieważ nie są w stanie w pełni odtworzyć ludzkiej percepcji. Ponadto zwraca się uwagę na potrzebę prowadzenia dalszych badań (zwłaszcza w odniesieniu do bardziej złożonych matryc żywnościowych) mających na celu zwiększenie siły korelacji pomiędzy ocenami panelu sensorycznego a wynikami dostarczonymi przez sztuczne zmysły [17, 35].

Podsumowanie

Zarówno klasyczne jak i nowe techniki profilowania sensorycznego są wykorzystywane w ocenie jakości mleka oraz jego przetworów. Wybór metody lub metod w podejściu projektowym zależy od konkretnych potrzeb i wyznaczonych celów. Łącząc różne metody, branża mleczarska może uzyskać bardziej kompleksowe informacje o właściwościach sensorycznych oraz stopniu lubienia produktów co znajduje odzwierciedlenie w podejmowaniu świadomych decyzji dotyczących rozwoju produktu, marketingu i kontroli jakości.

Nowe podejścia metodologiczne różnią się w zależności od zadań stawianych oceniającym. W zależności od rodzaju metody uzyskuje się różny rodzaj informacji dotyczący postrzegania produktów przez konsumentów. W ogólnych założeniach metodologicznych zwraca się uwagę na oszczędność czasu, zredukowanie szkolenia oceniających lub całkowity jego brak oraz skrócenie (w różnym stopniu) etapów dotyczących generowania atrybutów. Podkreśla się, że techniki profilowania sensorycznego z udziałem konsumentów są mniej analityczne oraz bardziej reprezentatywne dla oceny konsumenckiej w odniesieniu do procesów zakupowych oraz konsumpcji produktów. Nie można dokonać uogólnienia dotyczącego wyższości jakiegokolwiek metodologii pod względem jej zdolności dyskryminacyjnej. Należy mieć na uwadze, że aplikacyjność nowych metodologii w badaniach konsumenckich wymaga znajomości ich zalet, jak również ograniczeń. Wybór metody może uwzględniać złożoność produktu mleczarskiego, stopień różnic między produktami oraz oczekiwane rezultaty. W przypadku produktów cechujących się umiarkowanymi i dużymi różnicami oraz niską/średnią kompleksowością metody takie jak CATA, PM/mapping oraz sorting mogą być odpowiednią alternatywą dla konwencjonalnej analizy opisowej [27]. Ich zastosowanie jednocześnie z testami hedonicznymi pozwala zidentyfikować wyznaczniki (ang. „drivers”) stopnia lubienia lub nie lubienia produktów. Bardzo ważne w aplikacyjności nowych metod i technik pomiarowych są wiedza a także doświadczenie merytoryczne osób odpowiedzialnych za planowanie oraz realizację badań sensorycznych i konsumenckich.

W literaturze tematu podkreśla się również kluczową rolę pomiarów biometrycznych, immersyjnych oraz w środowisku wirtualnym na płaszczyźnie badań sensorycznych, które nie zostały omówione w niniejszym artykule. Informacje uzyskane za pomocą nowych metodologii sensorycznych oraz technik pomiarowych w połączeniu z klasycznymi testami hedonicznymi, pozwalają na otrzymanie głębszego zakresu doświadczeń sensorycznych (ang. „sensory experience”) z perspektywy konsumentów oraz dają holistyczny wgląd w ich percepcję, pozwalając wyjaśnić zachowania konsumentów. Zastosowanie nowych technik pomiarowych takich jak e-język, e-nos i e-oko, umożliwia stosunkowo szybką, zautomatyzowaną ocenę jakościową a dodatkową zaletą oprogramowania tych urządzeń jest możliwość korelacji uzyskanych wyników z ocenami panelu sensorycznego. Nowe metody i techniki pomiarowe znajdują coraz szersze zastosowanie w opracowaniu nowych produktów, reformulacji składu recepturowego, kontroli jakości produktów i bardziej precyzyjnym podejmowaniu decyzji przez przemysł. W ten sposób nowe metodologie i techniki pomiarowe stają się wyjątkowymi narzędziami do projektowania żywności oraz identyfikacji czynników warunkujących akceptację i zakup produktów przez konsumentów.



Literatura

- [1] Alexi N., Nanou E., Lazo O., Guerrero L., Grigorakis K., Byrne D.V. 2018. Check-all-that-apply (CATA) with semi-trained assessors: sensory profiles closer to descriptive analysis or consumer elicited data? *Food Qual Prefer* 64, 11-20, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.10.009>
- [2] Balivo A., Cipolletta S., Tudisco R., Iommelli P., Sacchi R., Genovese A. 2023. Electronic Nose Analysis to Detect Milk Obtained from Pasture-Raised Goats. *Applied Sciences* 13(2), 861. <https://doi.org/10.3390/app13020861>
- [3] Barros H.E.A., Soares L.S., Natarelli C.V.L., Oliveira A.L.M., Campos S.A.S., Santos I.A., Carvalho E.E.N., Vilas Boas E.V., Franco M. 2023. Development of the dairy products incorporated with co-product bioactive compounds-rich as an alternative ingredient in the food industry. *J Food Sci Technol* 60, 1981-1991, <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05732-0>
- [4] Barytko-Pikielna N., Matuszewska I. 2014. *Sensoryczne Badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania. Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ Kraków.*
- [5] Bougrini M., Tahri K., Haddi Z., El Bari N., Llobet E., Renault N.J., Bouchikhi B. 2014. Aging time and brand determination of pasteurized milk using a multisensor e-nose combined with a voltammetric e-tongue. *Materials Science and Engineering* 45, 348-358. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.09.030>
- [6] Burgos L., Pece N., Maldonado S. 2020. Textural, rheological and sensory properties of spreadable processed goat cheese. *Int J Food Stud* 9, 162-174, <https://doi.org/10.7455/ijfs/9.S1.2020.a5>
- [7] Canon F., Maillard M.B., Famelart M.H., Thierry A., Gagnaire V. 2022. Mixed dairy and plant-based yogurt alternatives: improving their physical and sensorial properties through formulation and lactic acid bacteria cocultures. *Curr Res Food Sci* 5, 665-676, <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.03.011>
- [8] Chi X., Shao Y., Pan M., Yang O., Yang Y., Zhang X., Ai N., Sun B. 2021. Distinction of volatile flavor profiles in various skim milk products via HS SPME-GC-MS and E nose. *European Food Research and Technology* 247, 1539-1551. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03730-0>
- [9] Clark S., Costello M., MaryAnne Drake MA, Bodyfelt F. 2009. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*, Second edition, Springer Science Business Media, LLC, <https://doi.org/10.1007/978-0-387-77408-4>
- [10] Coimbra L.O., Vidal V.A., Silva R., Rocha R.S., Guimaraes J.T., Balthazar C.F., Pimentel T.C., Silva M.C., Granato D., Freitas M.Q., Pollonio M.A.R., Esmerino E.A., Cruz A.G. 2020. Are ohmic heating-treated whey dairy beverages an innovation? Insights of the Q methodology. *LWT* 134, 110052, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110052>
- [11] Costa G.M., de Paula M.M., Costa G.N., Esmerino E.A., Silva R., de Freitas M.Q., Pimentel T.C. 2020. Preferred attribute elicitation methodology compared to conventional descriptive analysis: a study using probiotic yogurt sweetened with xylitol and added with prebiotic components. *J Sens Stud* 3, 12602, <https://doi.org/10.1111/joss.12602>
- [12] Delarue J., Lawlor J.B. 2023. *Rapid sensory Profiling Techniques*, Second Edition, Elsevier Ltd.
- [13] Faresin L.S., Devos R.J.B., Reinehr C.O., Colla L.M. 2022. Development of ice cream with reduction of sugar and fat by the addition of inulin, Spirulina platensis or phycocyanin. *Int J Gastron Food Sci* 27, 100445, <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100445>
- [14] Fujioka K. 2021. Comparison of Cheese Aroma Intensity Measured Using an Electronic Nose (E-Nose) Non-Destructively with the Aroma Intensity Scores of a Sensory Evaluation: A Pilot Study. *Sensors* 21, 8368, <https://doi.org/10.3390/s21248368>
- [15] Gyawali R., Feng X., Chen Y.P., Lorenzo J.M., Ibrahim S.A. 2022. A review of factors influencing the quality and sensory evaluation techniques applied to Greek yogurt. *J Dairy Res* 89, 213-219, <https://doi.org/10.1017/S0022029922000346>
- [16] Heema R., Gnanalakshmi K.S. 2022. An Overview of Applications of Electronic Nose and Electronic Tongue in Food and Dairy Industry. *Agricultural Reviews* 43(3), 327-333. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2281>
- [17] Jung H.Y., Kwak H.S., Kim M.J., Kim Y., Kim K.O., Kim S.S. 2017. Comparison of a descriptive analysis and instrumental measurements (electronic nose and electronic tongue) for the sensory profiling of Korean fermented soybean paste (doenjang). *Journal of Sensory Studies* 32(5), 1-11, <https://doi.org/10.1111/joss.12282>
- [18] Liem D.G., In't Groen A., Van Kleef E. 2022. Dutch consumers' perception of sustainable packaging for milk products, a qualitative and quantitative study. *Food Qual Pref* 102, 104658, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104658>
- [19] Lipkowitz J.B., Ross C.F., Diako C., Smith D.M. 2018. Discriminating aging and protein-to-fat ratio in Cheddar cheese using sensory analysis and a potentiometric electronic tongue. *Journal of Dairy Science* 101, 1990-2004, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13820>
- [20] Long M., Wei Y., Tao S., Wu Y., Wang J., Zhou D., Cai H., Zhan G. 2023. Ice cream with sucralose, stevioside, and erythritol as sugar substitutes: sensory profile and customer preference. *Food Sci Technol Int* 0, 1-9, <https://doi.org/10.1177/1082013222115053>
- [21] Moss R., McSweeney M.B. 2020. Projective mapping as a versatile sensory profiling tool: a review of recent studies on different food products. *J Sens Stud* 37, 12743, <https://doi.org/10.1111/joss.12743>
- [22] Oliveira D., Deliza R. 2021. Comparison of consumer-based methods for optimizing the development of new products: a case study with probiotic chocolate flavored milk. *Food Sci Technol Int* 27, 539-553, <https://doi.org/10.1177/108201322097380>
- [23] Pereira C.T.M., Pereira D.M., Bolini H.M.A. 2021. Influence of a prebiotic and natural sweeteners on the sensory profile of skyr yogurt with mango pulp. *J Food Sci* 86, 2626-2639, <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15760>
- [24] Peris M., Escuder-Gilabert L. 2013. On-line monitoring of food fermentation processes using electronic noses and electronic tongues: A review. *Analytica Chimica Acta* 804, 29-36, <https://doi.org/10.1016/j.aca.2013.09.048>
- [25] Piotrowska A., Kostyra E. 2023. Nowe techniki pomiarowe stosowane w badaniach sensorycznych i konsumenckich, część 1, *Innowacje w sektorze żywności, red. naukowa Gutkowska K. PARTNERSTWO INSTYTUCJONALNE W KSZTAŁTOWANIU ZACHOWAŃ ŻYWIENIOWYCH W TROSCIE ZDROWIE PUBLICZNE*, s. 101-112, Wydawnictwo SGGW Warszawa.
- [26] Ramos A.L.C.C., da V. Correia V.T., Ortiz P.A.M., D'Angelis D.F., Dutra V.L.M., Fante C.A. 2022. Comparison of quick descriptive sensory methods in the evaluation of dulce de leche. *Sci Electron Arch* 15, 7, <https://doi.org/10.36560/15720221625>
- [27] Ribeiro Ana C.P., Magnani M., Baú T.R., Esmerino E.A., Cruz A.G., Pimentel T.C. 2024. Update on emerging sensory methodologies applied to investigating dairy products, *Current Opinion in Food Science* 56, 101135



- [28] Ribeiro N.G., Xavier-Santos D., Campelo P.H., Guimarães J.T., Pimentel T.C., Duarte M.C.K., Freitas M.Q., Esmerino E.A., Silva M.C., Cruz A.G. 2022. Dairy foods and novel thermal and non-thermal processing: a bibliometric analysis. *Innov Food Sci Emerg Technol* 76, 102934, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102934>
- [29] Rocha R.S., Mahieu B., Tavares Filho E.R., Zacarchenco P.B., Freitas M.Q., Mársico E.T., Pimentel T.C., Esmerino E.A., Cruz E.A. 2023. Free comment as a valuable approach to characterize and identify the drivers of liking of high-protein flavored milk drink submitted to ohmic heating. *Food Res Int* 165, 1-8, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112517>
- [30] Rodrigues J.F., Mangia B.A., Silva J.G., Lacorte G.A., Coimbra L.O., Esmerino E.A., Freitas M.Q., Pinheiro A.C.M., Cruz A.G. 2020. Sorting task as a tool to elucidate the sensory patterns of artisanal cheeses. *J Sens Stud* 35, e12562, <https://doi.org/10.1111/joss.12562>
- [31] Rosa M.C., Mahieu B., Rogério Tavares Filho E., Cavalcanti R.N., Martins M., Sobral L.A., Sant'Anna C., Esmerino E.A., Goldbeck R., Pimentel T.C., Silva M.C., Cruz A.G. 2023. Impact of adding xylooligosaccharides encapsulated in butter: microstructural, optical, rheological and sensory aspects. *Food Res Int* 170, 113002, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113003>
- [32] Stefanikova J.; Martisova P.; Arvay J.; Jankura E.; Kacaniova M.; Galova J.; Vietoris V. 2020. Comparison of electronic systems with sensory analysis for the quality evaluation of parenica cheese. *Czech Journal of Food Sciences* 38, 273–279, <https://doi.org/10.17221/42/2020-CJFS>
- [33] Tan J., Xu J. 2020. Applications of electronic nose (e-nose) and electronic tongue (e-tongue) in food quality-related properties determination: A review. *Artificial Intelligence in Agriculture* 4, 104–115, <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.06.003>
- [34] Thun Y.J., Yan S.W., Tan C.P., Effendi C. 2022. Sensory characteristic of sugar reduced yoghurt drink based on check-all-that-apply. *Food Chem Adv* 1, 100110, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100110>
- [35] Torrico D.D., Mehta A., Borssato A. B. 2023. New methods to assess sensory responses: a brief review of innovative techniques in sensory evaluation. *Current Opinion in Food Science* 49, 100978, <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100978>
- [36] Valente N.I.; Rudnitskaya, A.; Oliveira, J.A.; Gaspar, E.M.; Gomes, M.T.S. 2018. Cheeses Made from Raw and Pasteurized Cow's Milk Analysed by an Electronic Nose and an Electronic Tongue. *Sensors* 18, 2415, <https://doi.org/10.3390/s18082415>
- [37] Varela, P., Ares, G. (Eds.). 2014. *Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling*. CRC Press.
- [38] Yu M., Zheng Ch., Xie Q., Tang Y., Wang Y., Wang B., Song H., Zhou Y., Xu Y., Yang R. 2022. Flavor Wheel Construction and Sensory Profile Description of Human Milk, *Nutrients* 14, 5387, <https://doi.org/10.3390/nu14245387>