

XXXII KONFERENCJA DYSKUSYJNA

z cyklu

FAKTY I FIKCJE W ŻYWIENIU CZŁOWIEKA

Mleko i produkty mleczne, a ich substytuty roślinne

**Konferencja zorganizowana przez
Polskie Towarzystwo Nauk Żywnościowych,
oraz
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW**

25 października 2024, godz. 11⁰⁰

**Konferencja w formie zdalnej
na platformie MS Teams**

Redakcja naukowa – dr hab. Magdalena Górnicka, prof. SGGW
Redakcja techniczna – mgr inż. Mariola Araucz
Recenzja: dr hab. n. zdr. Małgorzata Elżbieta Zujko

Polskie Towarzystwo Nauk Żywnościowych – Zarząd Główny
02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c, tel. 22 59 37 123, 22 59 37 113

ISBN 978-83-969665-0-6

Spis treści:

- 1. Wprowadzenie**.....str. 4
dr hab. Magdalena Górnicka, prof. SGGW, Przewodnicząca
Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych
- 2. Referaty plenarne:**
 - 2.1. Mleko w świetle dietetyki antyku i Bizancjum**.....str. 6
dr Zofia Rzeźnicka, prof. dr hab. Maciej Kokoszko
 - 2.2. Mleko A2 – aspekty żywieniowe i technologiczne**.....str. 21
dr hab. Anna Berthold Pluta, prof. SGGW
 - 2.3. Napoje roślinne w diecie człowieka – korzyści i zagrożenia**str. 33
dr inż. Joanna Rachtan-Janicka
 - 2.4. Tłuszcz i kwasy tłuszczowe w napojach roślinnych i w mleku krowim –kontekst żywieniowy i zdrowotny**.....str. 45
dr hab. n. farm. Hanna Mojska, prof. NIZP PZH-PIB
- 3. Informacja o Polskim Towarzystwie Nauk Żywnościowych**.....str. 62

Szanowni Państwo,

Tegoroczna, 32. Konferencja Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych z cyklu „Fakty i fikcje w żywieniu człowieka” poświęcona jest ważnemu zagadnieniu, jakim jest: *Mleko i produkty mleczne, a ich substytuty roślinne*.

Mleko i produkty mleczne odgrywają ważną rolę w diecie człowieka od około 8000 lat. Zapewniają kluczowe składniki odżywcze, przyczyniając się do realizacji dziennego zapotrzebowania na wapń, witaminę B₂ oraz białko. Ma to szczególne znaczenie w przypadku dzieci i młodzieży z uwagi na wymagania żywieniowe związane z ich szybkim wzrostem i rozwojem, ale także seniorów, ze względu na utratę tkanki kostnej i obniżone przyswajanie składników odżywczych.

Mimo wysokiej wartości odżywczej, mleko jest jednym z najbardziej kontrowersyjnych produktów żywnościowych, a wokół jego spożycia zrodziło się wiele wyzwań i narosło wiele mitów. Mity na temat mleka często wynikają z nadinterpretacji lub niewłaściwego zrozumienia wyników badań naukowych. Konsumenci często ograniczają spożycie tych produktów z powodu zawartego w nich tłuszczu, co jest również dodatkowo podkreślane w kontekście rosnących wskaźników otyłości. Należy jednak zauważyć, że większym problemem są preferencje dla smaku słodkiego, determinujące wybór produktów mlecznych o zwiększonej zawartości cukru, takich jak słodkie desery mleczne czy smakowe mleko i napoje mleczne. Może to zwiększać zawartość cukru w diecie i przyczyniać się do rozwoju nadwagi i otyłości a w konsekwencji niezakaźnych chorób przewlekłych. Na rynku są jednak dostępne produkty o różnej zawartości tłuszczu, od pełnotłustego po odtłuszczone, jak również cukru, co pozwala wybrać te, które najbardziej odpowiadają indywidualnym potrzebom dietetycznym.

Czynnikiem ograniczającym spożycie mleka może być niewątpliwie nietolerancja laktozy, czy też alergie na białka mleka krowiego. W takich przypadkach konieczne jest wybieranie produktów bezlaktozowych, czy wręcz wyeliminowanie mleka i stosowanie alternatywnych produktów, takich jak hydrolizowane formuły mleka lub odpowiednie napoje roślinne. Dla tej grupy konsumentów również jest na rynku szeroka oferta

produktowa, ale wiedza odnośnie ich wartości odżywczej jest podstawą racjonalnych wyborów. Dużą nadzieję pokłada się w coraz bardziej powszechnym mleku tak zwanym A2. W porównaniu do mleka „tradycyjnego” – A1, jest ono postrzegane jako produkt o mniejszych właściwościach alergennych.

Zgodnie z aktualnymi zaleceniami diety planetarnej, spożycie mleka i produktów mlecznych należy ograniczyć, w celu zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i zużycia zasobów naturalnych. Nie oznacza to jednak konieczności eliminacji ich z diety. Promowane powinno być mleko i produkty mleczne pochodzące z gospodarstw stosujących zrównoważone praktyki rolnicze, które dbają o dobrostan zwierząt, ochronę zasobów wodnych i minimalizację emisji gazów cieplarnianych. Alternatywnie, zaleca się włączenie spożycia roślinnych zamienników mleka wzbogaconych przede wszystkim w wapń i witaminę D. Spożywając zamiast mleka, napoje roślinne, np. sojowe, migdałowe, ryżowe, owsiane i inne roślinne zamienniki, należy mieć jednak na uwadze, że ich skład i wartość odżywcza różni się w porównaniu do produktów mlecznych. Obserwowany w ostatnich latach wzrost popularności diet wegańskich i wegetariańskich również może wpływać na zwiększenie preferencji dla roślinnych „alternatyw” mleka krowiego. Napoje te, często wzbogacone w składniki odżywcze, mogą stanowić wartościowy element diety zrównoważonej, ale nie powinny być traktowane jako substytut mleka.

W trakcie Konferencji zostaną poruszone te zagadnienia, by usystematyzować aktualny stan wiedzy, a wobec nowej i szerokiej oferty rynkowej, upowszechniać fakty, a nie mity o tej ważnej grupie produktów i ich potencjalnych alternatywach.

Życząc, by nasze spotkanie było okazją do wymiany poglądów i merytorycznej dyskusji, serdecznie zapraszamy do wzięcia udziału w konferencji.

W imieniu Zarządu Głównego
Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych
Przewodnicząca Towarzystwa
dr hab. Magdalena Górnicka, prof. SGGW

Dr Zofia Rzeźnicka

Centrum Badań nad Historią i Kulturą Basenu Morza Śródziemnego
i Europy Południowo-Wschodniej im. Waldemara Cerana (Ceraneum)
Uniwersytet Łódzki

Prof. dr hab. Maciej Kokoszko

Katedra Historii Bizancjum
Uniwersytet Łódzki

MLEKO W ŚWIETLE DIETETYKI ANTYKU I BIZANCJUM

1. Kształtowanie się teorii mleka w greckiej medycynie; początki galaktologii.

Rozpatrywanie kwestii znaczenia mleka i jego przetworów w dietetyce antyku i wczesnego Bizancjum jest w pełni usprawiedliwione z punktu widzenia współczesnej nauki, ponieważ produkty te od dawien dawna stanowiły istotny element diety ludności zamieszkującej tereny położone nad Morzem Śródziemnym, a skutkiem tego stały się one jednym z punktów zainteresowania ówczesnej nauki, a zwłaszcza medycyny.

Wiedza na temat mleka była znaczna i usystematyzowana. Czerpiemy ją dzisiaj zwłaszcza z zachowanych traktatów agronomicznych i medycznych. Dane pochodzące z tych drugich są przedmiotem niniejszych rozważań.

Ponieważ Grecy używali słowa γάλα (*gála*) na określenie mleka, ukuliśmy termin odnoszący się do zespołu ich poglądów na ten temat. Brzmi on „galaktologia”, a my używamy go zarówno w naszych rozważaniach dotyczących dietetyki, jak i roli mleka w terapii.

Rozwój wiedzy na ten temat nie jest możliwy do prześledzenia w szczególności. Choć hipokratejski traktat *De diaeta* II z przełomu V i IV w. p.n.e. zachowuje szczerbkie charakterystyki właściwości mleka¹ i sera², wedle naszej najlepszej wiedzy, najstarszy spójny zespół danych pochodzi dopiero z dzieła *De medicina* (*O medycynie*) Aulusa Korneliusza Celsusa, które jest częścią encyklopedii powstałej w I w. n.e. (składającej się

¹ *De diaeta* II, 41, 2 (CMG I 2,4), 164, 15–17 (Joly 2003).

² *De diaeta* II, 51, 1 (CMG I 2,4), 172, 14–16 (Joly 2003).

pierwotnie z dwudziestu sześciu ksiąg³, z których do dziś przetrwało osiem). Autor nie był lekarzem. Z punktu widzenia badań nad rolą mleka ważne jest, iż prezentuje on liczne przemyślenia na temat wcześniejszej i współczesnej mu diety, rozumianej jako schemat żywieniowy charakterystyczny dla poszczególnych grup lubności zamieszkujących basen Morza Śródziemnego. Wskazuje też, że kwestią tą zajmowała się gałąź medycyny zwana dietetyką⁴. Celsus opisał w swoim traktacie nie tylko mleko, ale też i inne rodzaje pożywienia, komponując stosunkowo systematyczny opis zarówno ich funkcji odżywczych, jak i leczniczych, ponieważ były one ze sobą ściśle powiązane, co notabene było tradycyjną doktryną promowaną przez medycynę tworzoną przez Greków, na osiągnięciach której rzymski badacz się opierał. Nie dziwota zatem, że Celsus wspomina wiele greckich autorytetów medycznych.

Kolejna całościowa charakterystyka mleka i produktów mlecznych pochodzi od Pedaniusza Dioskuridesa i znajduje się w jego traktacie *De materia medica* (*O materii medycznej*)⁵. Tytuł dzieła jest synonimiczny z określeniem używanym dla gałęzi medycyny antycznej, która zajmowała się charakteryzowaniem substancji leczniczych wedle przypisywanych im właściwości terapeutycznych, i która w języku współczesnej nauki określana jest nadal jako *materia medica*. Dioskurides działał w I w. n.e., za panowania cesarza Nerona. Mieszkał wtedy i pracował w Rzymie, choć podróżował i poszukiwał substancji leczniczych po całym obszarze śródziemnomorskim. Skomponowana przez niego charakterystyka mleka znajduje się w księdze II traktatu i przewyższa swą szczegółowością to, co napisał Celsus. Traktat Dioskuridesa na stałe zakorzenił się w wykładach teorii medycznej następnych pokoleń ze względu na fachowość autora i jasność jego wykładu. Historia medycyny pokazuje, że został on przyswojony przez teoretyków i praktyków sztuki lekarskiej, wpływając na nią przez niemal dwa tysiąclecia.

³ Pełna ich zawartość, obok medycyny, dotyczyła rolnictwa i hodowli, retoryki, sztuki militarnej, filozofii oraz prawa.

⁴ Celsus, *De medicina*, I, *Proemium*, 9, s. 6 (Spencer 1935).

⁵ Dioskurides, *De materia medica*, II, 70, 1 – 72, 3, vol. I, 143, 5 – 147, 21 (Wellmann 1907).

Kolejny zbiór informacji z dziedziny *galaktologii* jest autorstwa Gajusza Pliniusza Starszego. Stał się on częścią jego *Naturalis historia* (*Historia naturalna*) i znajduje się w kilku księgach tego dzieła, a zwłaszcza w księdze XI (mleko i jego przetwory, część 1)⁶ i XXVIII (mleko i jego przetwory, część 2; ich zastosowanie w terapii)⁷. Choć sam Pliniusz nie był lekarzem, korzystał on z rozlicznych autorów medycznych. Powoływał się też na wiele dzieł agronomicznych, przy czym w jego pracy przeważa zasób danych zaczerpniętych od medyków greckich.

Na przełomie I i II w. n.e. działał również Rufus z Efezu, wybitny i doceniony przez potomnych lekarz, który zajmował się mlekiem jako prostym i łatwym do zdobycia lekarstwem. Fragmenty, które pozostały z jego dorobku, sugerują, że interesowała go dietetyczna teoria mleka, opisywał je jako substancję leczniczą oraz analizował jego wykorzystanie w terapii. Z pism Rufusa korzystał największy autorytet medyczny starożytności po Hipokratesie, czyli Galen z Pergamonu, a stosunkowo obszerne fragmenty jego dzieł odnajdujemy potem w dorobku lekarzy wczesnego średniowiecza bizantyńskiego, jak Orybazjusz⁸ i Aecjusz z Amidy⁹.

Największy wpływ na kształtowanie się zespołu poglądów na mleko i jego przetwory miała działalność Galena, przypadająca na drugą połowę II i początek III w. n.e. Zebrał on dotychczasowy dorobek wiedzy na temat pokarmów jako pożywienia (czym zajmowała się dietetyka) oraz jako substancji leczniczych (co wchodziło w zakres *materia medica*), i wypracowawszy spójną teorię na temat ich roli w utrzymaniu zdrowia i w leczeniu, swoje konkluzje poddał sprawdzeniu w praktyce medycznej. By zachować porządek wykładu, starał też się jasno oddzielić dietetykę pokarmową od *materia medica*. Pozostawił po sobie znaczną liczbę traktatów, spośród których najważniejsze dla badania interesującego nas

⁶ Pliniusz Starszy, *Naturalis historia*, XI, 41 (96) – 42 (97), vol. II, 359, 15 – 362, 9 (Mayhoff 2002).

⁷ Pliniusz Starszy, *Naturalis historia*, XXVIII, 9 (33) – (36), vol. IV, 317, 3 – 321, 7 (Mayhoff 1967).

⁸ Orybazjusz, *Collectiones medicae*, II, 61, 1–10 (CMG VI 1,1), 59, 6 – 60, 9 (Raeder 1928).

⁹ Doktryny Rufusa i Galena były kompilowane w jedno przez późniejszych autorów medycznych jako pokrewne – Aecjusz z Amidy, *Libri medicinales*, II, 86–94 (CMG VIII 1), 180, 5 – 184, 13 (Olivieri 1935).

tematu jest jego główne dzieło dietetyczne, zatytułowane *De alimentorum facultatibus* (*O właściwościach pokarmów*), oraz praca z zakresu teorii *materia medica*, nosząca tytuł *De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus* (*O właściwościach medykamentów niezłożonych*). Ponieważ jego poglądy przyjęły się powszechnie, były one potem powtarzane przez kolejne generacje medyków. Stąd można powiedzieć, iż *galaktologia* Bizancjum jest w zasadzie częścią zespołu poglądów zapisanych przez Galena, które ulegały modyfikacji wraz z pojawianiem się nowych substancji pokarmowych i leczniczych (lub ich odmian). Teoria Galena, która dostarczała narzędzi do ich badania i opisu, nie została jednak zakwestionowana w okresie bizantyńskim.

Ze względu na kluczowe znaczenie i trwałość konkluzji Galena w późniejszych czasach, trzonem naszego wystąpienia jest jego rozdział na temat mleka, który znajduje się w traktacie z zakresu dietetyki zatytułowanym *De alimentorum facultatibus*. Pomijamy zatem świadomie niemal całość jego ustaleń zaliczanych do *materia medica*.

2. Dojrzała galaktologia dietetyczna; dorobek Galena

Dietetyczna charakterystyka mleka autorstwa Pergamończyka¹⁰ pozwala zrozumieć sposób, w jaki ówcześni znawcy sztuki medycznej pojmowali naturę tego produktu. Mianowicie, mleko klasyfikowano jako

¹⁰ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 1–16 (CMG V 4,2), 345, 8 – 349, 22 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 681–689, vol. VI). Mleko w antyku grecko-rzymskim – A. Dalby, *Siren Feasts. A History of Food and Gastronomy in Greece*, London–New York 1996, s. 65–66; C.A. Déry, *Milk and Dairy Products in the Roman Period*, [in:] *Milk. Beyond the Dairy. Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery 1999*, red. H. Walker, Totnes 2000, s. 117–118, 121–124; P. Faas, *Around the Roman Table. Food and Feasting in Ancient Rome*, tłum. S. Whiteside, Chicago 2005, s. 123–124; J.P. Alcock, *Food in the Ancient World*, Westport–London 2006, s. 82–83, 121, 154, 156, 160; J.M. Wilkins, S. Hill, *Food in the Ancient World*, Malden, Mass.–Oxford 2006, s. 119, 161–162; M. Kokoszko, *Galen's Therapeutic Galactology (γαλακτολογία ιατρική) in De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus*, [in:] *Latte e latticini. Aspetti della produzione e del consumo nella società mediterranea dell'Antichità e del Medioevo. Atti del Convegno Internazionale di Studio promosso dall'IBAM – CNR e dall'IRS – FNER nell'ambito del Progetto MenSALe Atene, 2–3 Ottobre 2015*, red. I. Anagnostakis, A. Pellettieri, Lagonegro 2016, s. 33–40, 44–45; M. Kokoszko, J. Dybała, *Milk in Medical Theory Extant in Celsus' De medicina*, "Journal of Food Science and Engineering", vol. 6, no. 5, 2016, s. 267–279; M. Kokoszko, K. Jagusiak, Z. Rzeźnicka, J. Dybała, *Pedanius Dioscorides' Remarks on Milk Properties, Quality and Processing Technology*, "Journal of Archaeological Science: Reports", vol. 19, 2018, s. 982–986.

pokarm złożony. Już na wstępie swojego wykładu Galen zaznaczył, że mleko nie jest jednorodne i składa się z trzech substancji, to znaczy serwatki, skrzepu mlecznego i tłuszczu¹¹. Dodał też, że proporcja między nimi uzależniona jest od takich czynników, jak gatunek zwierząt, od których jest pozyskiwane, rodzaj paszy, jaką się żywią, pora roku czy obróbka termiczna mleka.

Nawiązując do pochodzenia mleka, autor stwierdził, że najgęstsze i najtłustsze jest mleko krowie, zaś mniej tłuszczu zawiera to pozyskane od owiec i kóz. Natomiast jako najbardziej wodniste zaklasyfikował mleko wielbłądzie, końskie i osłe. Wyjaśnił, iż jego konsystencja uwarunkowana jest ilością serwatki (im jest jej więcej, tym mleko jest rzadsze). Duża ilość serwatki zwiększa lekkostrawność mleka, ale jednocześnie też zmniejsza jego pożywność. Nadto, z powodu właściwości przeczyszczających serwatki, mleko o wysokiej jej zawartości samo staje się przeczyszczające. Wziąwszy pod uwagę wszystkie te czynniki, mleko takich zwierząt jak wielbłądy, konie i osły należy uznać za mało pożywne i znacząco przeczyszczające¹².

Logika powyższego wykładu prowadzi też do konkluzji, że w myśl obowiązującej doktryny, mleko zawierające większą ilość skrzepu uważane było za pokarm trudny do wstępnego strawienia, pożywny oraz powodujący zaparcia¹³. Zapewne dlatego też, zdaniem Galena, bezpieczniejsza dla

¹¹ Analogiczne dane – Galen, *De bonis malisque sucis*, 4, 4 (CMG V 4,2), 398, 21–13 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 766, vol. VI).

¹² Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 1 (CMG V 4,2), 345, 9–14 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 681, vol. VI) (gatunek zwierząt warunkuje gęstość mleka); III, 14, 7 (CMG V 4,2), 346, 25–27 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 684, vol. VI) (gatunek zwierząt warunkuje zawartość tłuszczu w mleku); III, 14, 3 (CMG V 4,2), 345, 25 – 346, 1 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 682, vol. VI) (wpływ serwatki na właściwości mleka). Analogiczne wzmianki na temat zależności pomiędzy właściwościami mleka a gatunkiem zwierząt, od którego ono pochodzi, zawarte zostały także w innych traktatach Pergamończyka – Galen, *De bonis malisque sucis*, 4, 3 (CMG V 4,2), 398, 12–15 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 765, vol. VI); Galen, *O diecie rozcieńczającej*, 12, 117 (CMG V 4,2), 451, 5–7 (Kalbfleisch 1923). W myśl ówczesnej doktryny przeczyszczające właściwości mleka były utożsamiane z działaniem serwatki, dlatego też była ona często zalecana jako skuteczna substancja przeczyszczająca, cf. Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 8 (CMG V 4,2), 347, 5–12 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 684–685, vol. VI).

¹³ Na temat zatwardzającego działania mleka o zredukowanej zawartości serwatki, cf. również Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 4 (CMG V 4,2), 346, 1–2

zdrowia jest konsumpcja mleka o znacznej zawartości serwatki. Uszczegóławiając, lekarz zaznacza, że osoby pijące taki właśnie napój są w mniejszym stopniu narażone na dolegliwości związane z kamicą nerkową i blokadami wątroby (które powoduje spożycie skrzepu mlecznego)¹⁴.

Pisząc o pozyskiwaniu mleka o możliwie najlepszej jakości, Galen rekomenduje spożywanie jeszcze ciepłego, świeżego napoju (najlepiej tuż po udoju). Radzi też dodać do niego nieco soli i miodu, tłumacząc, że substancje te zapobiegają ścinaniu się mleka w żołądku. Uważa, że tak przygotowany napój zachowuje swoje naturalne działanie przeczyszczające, a jednocześnie nie staje się ciężkostrawny¹⁵.

Medyk dopuszcza też gotowanie mleka, opisując przy tym najefektywniejsze metody tego procesu. Z narracji wynika, że tego rodzaju obróbka termiczna jest wręcz zalecana dla uzyskania mleka o właściwościach wymaganych w niektórych terapiach. Na przykład, jeśli pacjent cierpiał na dolegliwości gastryczne z powodu nagromadzenia dużej ilości substancji drażniących w żołądku, należało mu podać mleko pozbawione nadmiaru serwatki, która, z natury swej, właśnie poprzez podrażnienie wywoływała efekt przeczyszczenia. Jej ilość zredukowano poprzez wygotowanie. By tak otrzymane gęste mleko nie ścięło się w żołądku, dodawano do niego sól i miód. Z kolei, aby napój uzyskał odpowiednią gęstość, do zredukowanego mleka dolewano pitnej wody. W ten sposób uzyskiwano *sui generis* lekarstwo, które pozbawione było właściwości drażniących zwykłego mleka, zachowując swe właściwości

(Helmreich 1923 = Kühn [1823] 682, vol. VI). Niebezpieczeństwa związane ze spożywaniem mleka – E. Craik, *Hippocratic diaita*, [in:] *Food in antiquity...*, s. 346.

¹⁴ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 12 (CMG V 4,2), 348, 8–15 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 686–687, vol. VI).

¹⁵ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 7 (CMG V 4,2), 346, 27 – 347, 1 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 684, vol. VI) (świeże, jeszcze ciepłe mleko z dodatkiem miodu lub soli); III, 14, 5 (CMG V 4,2), 346, 8–9 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 683 vol. VI) (mleko z miodem i solą). Analogiczne wzmianki, cf. Galen, *De bonis malisque sucis*, 4, 8 (CMG V 4,2), 399, 20–21 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 767, vol. VI). Dane uzasadniające wykorzystanie wspomnianych powyżej dodatków, cf. Galen, *O diecie rozcieńczającej*, 12, 117, (CMG V 4,2), 451, 9–10 (Kalbfleisch 1923).

odżywcze i konsystencję, a które jednocześnie nie stawało się ciężkostrawne¹⁶.

Zarówno w przypadku ludzi, jak i zwierząt, jakość mleka zależna jest od przyjmowanego pożywienia. O właściwościach mleka informują jego cechy organoleptyczne. Gdy świeże i odznaczające się dobrym smakiem oraz zapachem jest jednym z najlepszych dostępnych człowiekowi pokarmów, źle smakujące i pachnące może zaburzyć balans humoralny. Jako przykład tej zależności Galen podaje przypadek niemowlęcia, u którego pojawiły się zmiany skórne, gdyż było karmione złej jakości mlekiem, ponieważ jego mamka nie odżywiała się we właściwy sposób. Co więcej, z zapisków lekarza dowiadujemy się, że podobne symptomy zauważono też u innych niemowląt z tej samej okolicy. Pergamończyk tłumaczy to zjawisko faktem, iż w tym czasie (to znaczy wiosną) mieszkańcom skończyły się już zimowe zapasy żywności, w związku z czym ludność była zmuszona odżywiać się dziką roślinnością, która nie dorównywała pełnowartościowemu pokarmowi¹⁷. Podobną zależność pomiędzy pożywieniem a jakością mleka medyk dostrzegł w przypadku zwierząt mlecznych i ich paszy. Jak bowiem podaje, mleko czworonogów żywiących się powojem i wilczomleczem (*Euphorbia peplus* L.) charakteryzuje się silnymi właściwościami przeczyszczającymi¹⁸.

Innym wyszczególnionym przez Galena czynnikiem warunkującym jakość mleka jest pora roku. Najbardziej wodniste jest wiosną¹⁹, natomiast z kolejnymi miesiącami (to znaczy wraz ze zmniejszeniem się zawartości wody w zielonej paszy) staje się coraz bardziej gęste i pożywne, by osiągnąć najlepsze właściwości w połowie lata²⁰.

¹⁶ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 5 (CMG V 4,2), 346, 8 – 13 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 683, vol. VI). Jednocześnie lekarz podkreśla, że cecha ta jest właściwa wyłącznie serwatce, podczas gdy skrzep mleczny jest jej pozbawiony.

¹⁷ Cf. M.J. Wilkins, S. Hill, *Food...*, s. 59.

¹⁸ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 9–10 (CMG V 4,2), 347, 21 – 348, 3 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 685–686, vol. VI).

¹⁹ Autor traktatu zaznacza tu, że podobne zjawisko ma również miejsce tuż po porodzie.

²⁰ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 2 (CMG V 4,2), 345, 15–20 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 682, vol. VI).

W końcowej partii omawianego tekstu Galen przedstawia wpływ konsumpcji mleka na poszczególne części ludzkiego organizmu. Zaznacza, że ma ono szczególnie dobre działanie na organy znajdujące się w klatce piersiowej, zwłaszcza na płuca. Przestrzega jednak, że pite zbyt często powoduje bóle głowy oraz niekorzystnie oddziałuje na narządy umieszczone w jamie brzusznej, gdyż prowadzi do powstawania gazów²¹.

Generalnie jednak Pergamończyk uznaje mleko za zdrowy i pożywny pokarm, mimo iż składa się ono z dwóch działających w przeciwny sposób substancji, czyli przeczyszczającej serwatki, która rozcieńcza gęste humory²², oraz spowalniającego pracę żołądka skrzepu mlecznego, który generuje gęste soki. Przestrzega też, że ten ostatni przyczynia się do powstawania kamieni nerkowych²³.

Lekarz poświęca także nieco uwagi wpływowi mleka na uzębienie człowieka, stwierdzając, że często spożywane staje się szkodliwe zarówno dla zębów, jak i dziąseł. Dalej precyzuje, że opisywany pokarm powoduje psucie pierwszych i rozpulchnienie drugich. Dlatego, aby uniknąć tego rodzaju problemów, po spożyciu mleka, radzi przepłukiwać usta winem (rozcieńczonym lub nie²⁴) bądź μελίκρατον (*melíkraton*), to znaczy mieszniną miodu i wody pitnej²⁵.

Z *De alimentorum facultatibus* możemy się dowiedzieć, że trzecim immanentnym komponentem mleka jest tłuszcz, którego najwięcej zawiera krowie mleko. Lekarz nie pisze o jego właściwościach dietetycznych *expressis verbis*, natomiast swoją uwagę koncentruje na działaniu produktu

²¹ Wpływ konsumpcji mleka na narządy umieszczone w klatce piersiowej i płuca, cf. Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 13 (CMG V 4,2), 348, 16–17 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 687, vol. VI); wpływ konsumpcji mleka na głowę, cf. Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 13 (CMG V 4,2), 348, 17 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 687, vol. VI); wpływ konsumpcji mleka na narządy umieszczone w jamie brzusznej, cf. Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 13 (CMG V 4,2), 348, 17–18 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 687, vol. VI).

²² Analogiczne dane, cf. Galen, *O diecie rozcieńczającej*, 12, 114, (CMG V 4,2), 450, 24–26 (Kalbfleisch 1923).

²³ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 14 (CMG V 4,2), 349, 1–9 18 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 688, vol. VI).

²⁴ Lekarz przestrzega jednak, że użycie nierozcieńczonego trunku może skutkować bólem głowy.

²⁵ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 15–16 (CMG V 4,2), 349, 10–22 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 688–689, vol. VI).

otrzymywanego z tłuszczu mlecznego, czyli masła. Porównuje je do wpływu oliwy z oliwek i wyjaśnia, że podobieństwo między nimi można zaobserwować, gdy masło rozsmarowuje się na powierzchni ciała lub na wyprowadzonej skórze zwierzęcej. Wskazuje również, że z tego samego powodu masło (zamiast oliwy z oliwek) jest używane do oczyszczania skóry przez mieszkańców niektórych chłodniejszych regionów Europy, gdzie gaje oliwne nie są powszechnie spotykane. Galen twierdzi także, że właściwości masła są analogiczne do cech charakterystycznych dla innych tłuszczów zwierzęcych i dodaje, że często stosował masło w swojej praktyce terapeutycznej jako składnik okładów i innych leków²⁶.

W *De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus* Galen wprost nazywa masło lekarstwem, co niejako tłumaczy, dlaczego lekarz tak niewiele miejsca poświęcił mu w swych rozważaniach dietetycznych. W galenowym dziele o *materia medica* jest jednak krótki fragment, który w zasadzie należy do sfery zainteresowania dietetyki. Mianowicie, zaczynając charakterystykę farmakologiczną masła, Galen, zakwestionował opinię Dioskuridesa, że było ono uzyskiwane z mleka owiec i kóz. Według niego, jest ono wytwarzane z mleka krowiego, a dowodem na takie właśnie pochodzenie masła jest także etymologia rzeczownika βοῦτυρον (*boútyron*, po grecku „masło”), który został urobiony od rzeczownika βοῦς (*boús*, po grecku zwierzę z gatunku *Bos taurus taurus* L., czyli „krowa”)²⁷. Choć może się wydawać krótka i mało wnosząca, dyskusja Galena z Dioskuridesem w rzeczywistości świadczy o zróżnicowaniu rodzajów masła dostępnych w basenie Morza Śródziemnego.

3. Dietetyka bizantyńska o mleku

Zaprezentowany powyżej *passus* stał się trzonem bizantyńskiej galaktologii dietetycznej. Analogiczne dane odnajdujemy bowiem w pismach medyków działających na przestrzeni od IV do VII w²⁸.

²⁶ Galen, *De alimentorum facultatibus*, III, 14, 6 (CMG V 4,2), 346, 14–24 (Helmreich 1923 = Kühn [1823] 683–684, vol. VI).

²⁷ Galen, *De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus*, X, 10, s. 272, vol. XII (Kühn [1826]).

²⁸ Mleko w późnym antyku i epoce bizantyńskiej – C. Bourbou, S. Garvie-Lok, *Bread, Oil, Wine and Milk: Feeding Infants and Adults in Byzantine Greece*, [in:] *Archaeodiet in*

Dobrym przykładem tego schematu transmisji wiedzy są *Collectiones medicae* (Kolekcje medyczne) Orybazjusza, skomponowane w drugiej połowie IV w. n.e. Autor przytacza w nich skrócony wypis z dietetycznej charakterystyki mleka stworzonej przez Galena²⁹, a także odnotowuje cechy mleka w katalogach grupujących pokarmy wedle ich dominującej cechy³⁰.

Poglądy na temat dietetycznych właściwości mleka nie uległy żadnej radykalnej zmianie w VI w. Aecjusz z Amidy, w swej pracy zatytułowanej *Libri medicinales* (Księgi medyczne), w tej kwestii pozostał wierny teorii

the Greek World. Dietary Reconstruction from Stable Isotope Analysis, red. A. Papathanasiou, M.P. Richards, S.C. Fox, Princeton 2015, s. 174–177, 188; M. Leontsini, G. Merianos, *From Culinary to Alchemical Recipes. Various Uses of Milk and Cheese in Byzantium*, [in:] *Latte e latticini...*, s. 205–222; Z. Rzeźnicka, *Milk and Dairy Products in Ancient Dietetics and Cuisine According to Galen's De alimentorum facultatibus and Selected Early Byzantine Medical Treatises*, [in:] *Latte e latticini...*, s. 50–55, 59–60, 64–68.

²⁹ Orybazjusz, *Collectiones medicae*, II, 59, 1–10, (CMG VI 1,1), 57, 14 – 58, 19 (Raeder 1928).

³⁰ Orybazjusz, *Collectiones medicae*, III, 3, 6 (CMG VI 1,1), 71, 23 (Raeder 1928) – mleko (głównie odgotowane) jako pokarm generujący gęste soki; III, 13, 4 (CMG VI 1,1), 74, 23–24 (Raeder 1928) – mleko jako pożywny pokarm (gęstsze mleko dostarcza więcej pożywienia niż rzadkie); III, 15, 1 (CMG VI 1,1), 76, 15–17 (Raeder 1928) – świeże mleko otrzymane od zdrowych zwierząt jako pokarm generujący dobre soki; III, 20, 5–6 (CMG VI 1,1), 82, 6–8 (Raeder 1928) – świeże mleko jako pokarm szkodliwy dla żołądka (jeśli nie jest on dostatecznie rozgrzany, może dojść do skwaszenia spożytego mleka, jeśli zaś wspomniany narząd jest rozgrzany podczas procesu dojrzewania i wstępnego trawienia mleka, istnieje możliwość powstania gazów o „tłustej” charakterystyce, które lekarz porównuje z dymem powstałym na skutek palenia ofiar) oraz gorączkujących pacjentów; III, 21, 5 (CMG VI 1,1), 82, 24 – 25 (Raeder 1928) – mleko jako pokarm powodujący bóle głowy; III, 23, 7 (CMG VI 1,1), 83, 18 (Raeder 1928) – mleko jako pokarm powodujący wzdęcia; III, 25, 1 (CMG VI 1,1), 85, 5–9 (Raeder 1928) – mleko jako pokarm przyczyniający się do powstawania kamieni nerkowych oraz powodujący blokady wątroby; III, 29, 8–9 (CMG VI 1,1), 87, 11–16 (Raeder 1928) – mleko o większej zawartości serwatki jako pokarm o właściwościach przeczyszczających; serwatka jako substancja o właściwościach przeczyszczających, które można dodatkowo spotęgować, dodając do mleka miodu i soli; III, 30, 4 (CMG VI 1,1), 88, 25–26 (Raeder 1928) – mleko jako pokarm spowalniający pracę żołądka (tego typu właściwościami charakteryzuje się zwłaszcza napój po odgotowaniu serwatki); III, 2, 26 (CMG VI 1,1), 71, 8 (Raeder 1928) – serwatka jako substancja rozcieńczająca gęste soki; III, 24, 7 (CMG VI 1,1), 84, 13–14 (Raeder 1928) – serwatka jako substancja rozcieńczająca gęste soki, usuwająca blokady i niestrawione elementy; XIV, 48 (CMG VI 1,2), 220, 9 (Raeder 1929) – serwatka jako substancja oczyszczająca; XIV, 15 (CMG VI 1,2), 196, 25 (Raeder 1929) – serwatka jako substancja o umiarkowanym działaniu rozgrzewającym (w pierwszym stopniu).

wypracowanej w starożytności³¹. Nadto, uszeregował on najważniejsze dane na temat wpływu interesującego nas produktu na ludzki organizm w formie katalogów³². Praktykujący w tym samym stuleciu Antimus, autor traktatu *De observatione ciborum* (*O przestrzeganiu zdrowej diety*) również nie odnotował spostrzeżeń wykraczających poza panujący od czasów antyku poziom wiedzy³³.

Także kolejne stulecie nie przyniosło żadnych nowych ustaleń w związku z dietetycznymi właściwościami mleka. Paweł z Egiptu, choć w swojej encyklopedii zwanej *Epitome* (*Skrót wiedzy lekarskiej*) położył nacisk na farmakologiczne zastosowanie mleka, to w księdze I swego dzieła zawarł najważniejsze informacje na temat jego typowych cech dietetycznych³⁴.

4. Kilka uwag o terapeutycznym zastosowaniu mleka za podstawie dorobku Rufusa z Efezu

Warto zwrócić uwagę na fakt, że w okresie wczesnego Bizancjum zarówno Orybazjusz, jak i Aecjusz z Amidy, włączali do swych

³¹ Aecjusz z Amidy, *Libri medicinales*, II, 86–87 (CMG VIII 1), 180, 5 – 181, 3 (Olivieri 1935); II, 89–90 (CMG VIII 1), 181, 10–22 (Olivieri 1935); II, 93–94 (CMG VIII 1), 183, 3 – 184, 13 (Olivieri 1935).

³² Aecjusz z Amidy, *Libri medicinales*, II, 241 (CMG VIII 1), 240, 5 (Olivieri 1935) – odgotowane mleko jako pokarm generujący gęste soki; II, 250 (CMG VIII 1), 242, 19–20 (Olivieri 1935) – mleko jako pożywny pokarm; II, 252 (CMG VIII 1), 244, 1–3 (Olivieri 1935) – mleko jako pokarm generujący dobre soki; II, 257 (CMG VIII 1), 248, 16–18 (Olivieri 1935) – mleko jako pokarm szkodliwy dla żołądka; II, 259 (CMG VIII 1), 249, 8–9 (Olivieri 1935) – mleko jako pokarm powodujący wzdęcia; II, 261 (CMG VIII 1), 250, 12–15 (Olivieri 1935) – mleko jako pokarm przyczyniający się do powstawania kamieni nerkowych oraz powodujący blokady wątroby i powiększenie śledziony; II, 265 (CMG VIII 1), 252, 13–17 (Olivieri 1935) – mleko z dużą zawartością serwatki jako pokarm o właściwościach przeczyszczających; serwatka jako substancja o właściwościach przeczyszczających, które można dodatkowo spotęgować dodając do mleka miodu i soli; II, 271 (CMG VIII 1), 255, 19–20 (Olivieri 1935) mleko jako pokarm powodujący bóle głowy; II, 199 (CMG VIII 1), 227, 3 (Olivieri 1935) – serwatka jako substancja o umiarkowanym działaniu rozgrzewającym (w pierwszym stopniu); II, 225 (CMG VIII 1), 233, 15 (Olivieri 1935) – serwatka jako substancja oczyszczająca; II, 260 (CMG VIII 1), 249, 19–20 (Olivieri 1935) – serwatka jako substancja rozcieńczająca gęste soki, usuwająca blokady i niestrawione elementy.

³³ Antimus, *De observatione ciborum*, 76 (CML VIII 1), 27, 12 – 28, 11 (Liechtenhan 1963).

³⁴ Paweł z Egiptu, *Epitome*, I, 3 (CMG IX 1), 9, 23 – 10, 4 (Heiberg 1921); I, 86–88 (CMG IX 1), 62, 9 – 63, 23 (Heiberg 1921).

encyklopedii fragmenty dorobku Rufusa z Efezu, cytując jego zapiski ilustrujące zastosowanie wiedzy dietetycznej na temat mleka w terapii przełomu I i II w. n.e.³⁵. Można suponować, że ani wiedza medyczna ani też zasób produktów nie zmienił się do końca pierwszej połowy VI w. na tyle, by nie poświęcić radom Rufusa wystarczająco dużo miejsca i czasu. Streścimy zatem fragment wywodu tego lekarza, by dać czytelnikowi wyobrażenie o kuracji opartej na mleku.

Czytamy zatem, że medyk z Efezu zalecał picie możliwie najświeższego mleka, ale odradzał łączenie go z innymi produktami spożywczymi, jak również przyjmowanie dodatkowego pożywienia wkrótce po wypiciu opisywanego napoju, dopóki nie zostanie on całkowicie strawiony i wydany z organizmu. W przeciwnym razie, zgodnie z wyjaśnieniami lekarza, istnieje wysokie prawdopodobieństwo, że mleko, zmieszawszy się ze spożytymi pokarmami, skwaśnieje, zakwaszając jednocześnie pożywienie znajdujące się już w żołądku.

Rufus twierdzi, że mleko najlepiej jest pić zaraz po porannym udoju, rezygnując wtedy z przyjmowania innych pokarmów. Nadto rekomenduje powstrzymanie się w tym czasie od nadmiernego wysiłku fizycznego, tłumacząc, że jest to kolejny czynnik sprzyjający zakwaszeniu. Zaleca wówczas spokojny spacer uwzględniający przerwy na odpoczynek. Podsumowując swój dotychczasowy wywód, stwierdza, że takie postępowanie zapewnia bezpieczne wydalenie mleka oraz przygotowuje organizm na przyjęcie jego kolejnej porcji.

Dalej Rufus przechodzi do krótkiego opisu wpływu mleka na pracę ludzkiego organizmu. Dowiadujemy się, że oczyszcza ono żołądek (choć nie usuwa jego całej zawartości), a po przedostaniu się do żył dostarcza ciału wiele pożywienia. Kolejny *passus* wyjaśnia, dlaczego tak się dzieje. Manowicie, po wstępnym strawieniu mleka, zakończonym jego wydalaniem z żołądka, przestaje ono oddziaływać drażniaco na wspomniany narząd³⁶, przez co jego praca ulega spowolnieniu, a zatem nie wydala on z siebie szybko kolejnej partii strawionych pokarmów. Dlatego autor tłumaczy, iż osoby, u których należy doprowadzić do przeczyszczenia, powinny

³⁵ Orybazjusz, *Collectiones medicae*, II, 61, 1– 10 (CMG VI 1,1), 59, 6 – 60, 9 (Raeder 1928).

³⁶ Brak mleka w żołądku oznaczał koniec stymulacji tego organu do wydalania.

spożywać mleko w dużych ilościach, ponieważ wtedy podrażnienia ono żołądek wystarczająco silnie, by efektywnie doprowadzić do wydalenia jego treści. Natomiast ci, którzy chcą jedynie odżywić ciało za pomocą mleka, winni pić je małymi porcjami, gdyż wówczas jego właściwości drażniące są zbyt słabe, by działało ono katartycznie.

W dalszej części tekstu Rufus z Efezu informuje swoich czytelników, że po fazie odżywienia się wyłącznie mlekiem, trzeba rozpocząć przyjmowanie innych pokarmów, tak aby pomiędzy jedną a drugą dietą mleczną upłynął odpowiedni czas. Dodaje też, że dłuższe przyjmowanie mleka jest szczególnie dobre dla chorych cierpiących na chroniczne choroby klatki piersiowej i kaszel. Następnie medyk wyszczególnia jeszcze inne dolegliwości, przy których rekomendowano spożywanie interesującego nas pokarmu. Uważa zatem, że powinni zażywać je pacjenci cierpiący z powodu wydzielania drażniących soków i wynaczynień. Zaznacza jednak, że przy tych dolegliwościach mleko należy wzbogacić miodem, gotowanym moszczem winnym, słodkim winem lub ewentualnie solą. W swoim wykładzie lekarz wyodrębnia też grupę chorych, którym zaleca spożywanie przegotowanego mleka. Zalicza do niej osoby zmagające się dyzenterią, nagromadzeniem żółci, problemami z jelitem czczym, które wszystkie skutkują σύντηξις (*synteksis*), czyli upłynnieniem stałego pokarmu (co mogło objawiać się biegunką)³⁷.

5. Konkluzje:

- Mleko odgrywało na tyle istotną rolę w schemacie żywienia ludności basenu Morza Śródziemnego, że antyczni lekarze przedstawili szczegółowy opis wpływu spożycia mleka na funkcjonowanie organizmu ludzkiego.
- Zagadnieniem tym zajmowały się przede wszystkim dwie gałęzie medycyny, mianowicie dietetyka oraz *materia medica*. Ich nauczanie wykorzystywała z kolei terapeutyka.
- Medycyna opisywała mleko w jego podwójnej roli, a zatem jako pokarm oraz jako lekarstwo.

³⁷ Zabieg ten miał na celu wygotowanie serwatki, dzięki czemu mleko traciło właściwości przeczyszczające, stając się pokarmem spowalniającym pracę żołądka.

- Zespół zachowanych źródeł wskazuje, że w okresie antyku wypracowano teorię mleka, która charakteryzuje się spójnością logiczną wynikającą z doświadczenia.
- Wiedza ta została potem przyjęta przez lekarzy średniowiecza.

Piśmiennictwo:

Źródła:

1. *Aetii Amideni Libri medicinales I-IV*, red. A. Olivieri, Leipzig – Berlin 1935 (CMG VIII 1).
2. *Anthimi De observatione ciborum ad Theodoricum regem Francorum epistula*, red. E. Liechtenhan, Berlin 1963 (CML VIII 1).
3. Celsus, *On Medicine, Books I – IV*, tłum. W.G. Spencer, Cambridge, Mass. – London 1935.
4. C. Plinius Secundus, *Naturalis historia libri XXXVII*, vol. II, red. K. Mayhoff, München – Leipzig 2002.
5. C. Plini Secundi *Naturalis historiae, libri XXXVII*, vol. IV, red. K. Mayhoff, Stuttgart 1967. Galeni *De alimentorum facultatibus libri III*, red. G. Helmreich, Leipzig 1923 (CMG V 4,2).
6. Galeni *De bonis malisque sucis*, red. G. Helmreich, Leipzig – Berlin 1923 (CMG V 4,2).
7. Galeni *De victu attenuante*, red. K. Kalbfleisch, Leipzig – Berlin 1923 (CMG V 4,2).
8. Galeni *De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus libri XI*, [in:] *Claudii Galeni Opera omnia*, vol. XII, red. C.G. Kühn, Leipzig 1826, s. 1-377.
9. Hippocratis *De diaeta*, red. R. Joly, Berlin 2003 (CMG I 2,4).
10. Oribasii *Collectionum medicarum reliquiae, libri I-VIII*, red. J. Raeder, Leipzig – Berlin 1928 (CMG VI 1,1).
11. Oribasii *Collectionum medicarum reliquiae, libri IX-XVI*, red. J. Raeder, Leipzig – Berlin 1929 (CMG VI 1,2).
12. Paulus Aegineta, *Libri I-IV*, red. J.L. Heiberg, Leipzig – Berlin 1921 (CMG IX 1).
13. Pedanii Dioscuridis Anazarbei *De materia medica libri V*, vol. I, red. M. Wellmann, Berlin 1907.

Opracowania:

1. Alcock J.P., *Food in the Ancient World*, Westport–London 2006.
2. Bourbou C., Garvie-Lok S., *Bread, Oil, Wine and Milk: Feeding Infants and Adults in Byzantine Greece*, [in:] *Archaeodiet in the Greek world. Dietary Reconstruction from Stable Isotope Analysis*, red. A. Papathanasiou, M.P. Richards, S.C. Fox, Princeton 2015, s. 171–194.
3. Dalby A., *Siren feasts. A History of Food and Gastronomy in Greece*, London–New York 1996.

4. Déry C.A., *Milk and Dairy Products in the Roman Period*, [in:] *Milk. Beyond the Dairy. Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery 1999*, red. H. Walker, Totnes 2000, s. 117–125.
5. Faas P., *Around the Roman Table. Food and Feasting in Ancient Rome*, tłum. S. Whiteside, Chicago 2005.
6. Kokoszko M., *Galen's Therapeutic Galactology (γαλακτολογία ιατρική) in De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus*, [in:] *Latte e latticini. Aspetti della produzione e del consumo nella società mediterranea dell'Antichità e del Medioevo. Atti del Convegno Internazionale di Studio promosso dall'IBAM – CNR e dall'IRS – FNER nell'ambito del Progetto MenSALe Atene, 2–3 Ottobre 2015*, red. I. Anagnostakis, A. Pellettieri, Lagonegro 2016, s. 33–48.
7. Kokoszko M., Dybała J., *Milk in Medical Theory Extant in Celsus' De medicina*, “Journal of Food Science and Engineering”, vol. 6, no. 5, 2016, s. 267–279.
8. Kokoszko M., Jagusiak K., Rzeźnicka Z., Dybała J., *Pedanius Dioscorides' Remarks on Milk Properties, Quality and Processing Technology*, “Journal of Archaeological Science: Reports”, vol. 19, 2018, s. 982–986.
9. Leontsini M., Merianos G., *From Culinary to Alchemical Recipes. Various Uses of Milk and Cheese in Byzantium*, [in:] *Latte e latticini. Aspetti della produzione e del consumo nella società mediterranea dell'Antichità e del Medioevo. Atti del Convegno Internazionale di Studio promosso dall'IBAM – CNR e dall'IRS – FNER nell'ambito del Progetto MenSALe Atene, 2–3 Ottobre 2015*, red. I. Anagnostakis, A. Pellettieri, Lagonegro 2016, s. 205–222.
10. Rzeźnicka Z., *Milk and Dairy Products in Ancient Dietetics and Cuisine According to Galen's De alimentorum facultatibus and Selected Early Byzantine Medical Treatises*, [in:] *Latte e latticini. Aspetti della produzione e del consumo nella società mediterranea dell'Antichità e del Medioevo. Atti del Convegno Internazionale di Studio promosso dall'IBAM – CNR e dall'IRS – FNER nell'ambito del Progetto MenSALe Atene, 2–3 Ottobre 2015*, red. I. Anagnostakis, A. Pellettieri, Lagonegro 2016, s. 49–71.
11. Wilkins J.M., Hill S., *Food in the Ancient World*, Malden, Mass. – Oxford 2006.

Dr hab. Anna Berthold-Pluta, prof. SGGW

Zakład Technologii Mleka

Katedra Technologii i Oceny Żywności

Instytut Nauk o Żywności

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

MLEKO A2 - ASPEKTY ŻYWIENIOWE I TECHNOLOGICZNE

Wstęp

Mleko krowie i jego przetwory należą do głównych produktów przemysłu spożywczego w Polsce i stanowią istotny składnik diety Polaków, są źródłem niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu składników odżywczych, takich jak białko, tłuszcz, minerały i witaminy. Szacuje się, że w większości krajów europejskich, także i w Polsce, około 60-70% spożywanego wapnia pochodzi z przetworów mlecznych. Produkty mleczne są zalecane w diecie, jednak część osób rezygnuje ze spożywania mleka krowiego z powodu alergii na białka mleka lub nietolerancji laktozy. Jest też grupa konsumentów, którzy nie wykazują żadnego z tych stanów ale i tak odczuwają różne dolegliwości po spożyciu mleka.

Skład podstawowych białek mleka, czyli kazeiny i białek serwatkowych, jest ważnym czynnikiem odżywczych i technologicznych cech mleka. Zawartość i proporcja między poszczególnymi frakcjami kazeiny oraz białek serwatkowych, odgrywają główną rolę w procesach koagulacji mleka i obróbki skrzepu w czasie produkcji różnego typu serów zarówno kwasowych, jak i podpuszczkowych dojrzewających. Polimorfizm poszczególnych frakcji białek mleka był w ostatniej dekadzie szeroko badany, ze względu na jego znaczący wpływ na wydajność mleka oraz właściwości funkcjonalne i technologiczne mleka (np. właściwości koagulacyjne mleka) [Amalfitano i wsp. 2020].

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie konsumentów mlekiem A2. Jest ono postrzegane jako produkt o mniejszych właściwościach alergennych w porównaniu do mleka „tradycyjnego”. W literaturze pojawiły się informacje łączące poszczególne warianty β -kazeiny ze skutkami dla zdrowia człowieka, zwłaszcza wariantu A1, związane z powstawaniem β -

kazomorfiny-7 (BCM-7) oraz związków pochodnych podczas trawienia tego białka.

Mleko A2 - definicja

Mleko krowie zawiera od 2,5 do 4,2% białka ogółem, przy czym kazeina stanowi około 80%. Kazeina jest fosfoproteidem i występuje w mleku w postaci kulistych miceli o średnicy wynoszącej od 50 do 250 nm, przypominających owoc maliny. Wyróżnia się kilka frakcji kazeiny w mleku krowim a w największej ilości obecne są frakcja α S1-kazeiny, α S2-kazeiny, β -kazeiny oraz κ -kazeiny. Poszczególne frakcje kazeiny różnią się między sobą budową, składem aminokwasowym oraz wynikającymi z tego odmiennymi cechami funkcjonalnymi np. ciepłopornością a także innym potencjałem alergizującym. Frakcją stabilizującą zewnętrzną część miceli jest κ -kazeina [Radkowska 2020].

Cząsteczka β -kazeiny zawiera 209 reszt aminokwasowych w łańcuchu białkowym i stanowi około 30% kazeiny całkowitej. W mleku ssaków scharakteryzowano 12 wariantów genetycznych β -kazeiny oznaczonych jako: A1, A2, A3, B, C, I, E, F, H1, H2, D oraz G, ale tylko pierwsze siedem wymienionych występuje u bydła hodowlanego [Masella i wsp. 2017]. Najpowszechniejszymi wariantami u ras bydła hodowanego w Europie są A1 oraz A2, a ich proporcja wynosi zazwyczaj 60:40 w zależności od rasy i stada, natomiast pozostałe warianty są rzadkością [Bors i wsp. 2024, Farrell i wsp. 2004]. Przypuszcza się, że β -kazeina A2 jest pierwotnym wariantem tego białka, wspólnym z innymi dzikimi i udomowionymi spokrewnionymi z bydlęciem gatunkami. Ten wariant β -kazeiny stanowi jedyny u większości ssaków [Dantas i wsp. 2023, Summer i wsp. 2020]. Odpowiedzialny za kodowanie β -kazeiny gen CSN2, który podobnie jak geny pozostałych frakcji kazeiny zlokalizowany jest na chromosomie 6, dziedziczony jest od obu rodziców. Krowy mające dwie kopie genu β -kazeiny A2 (czyli A2A2), są określane jako homozygotyczne i tylko takie zwierzęta wytwarzają mleko zawierające tylko β -kazeinę A2. Takie mleko nazywa się mlekiem A2A2, w skrócie - mlekiem A2. Wariant β -kazeiny A2 przeważa głównie u krów ras Guernsey, Jersey oraz Simental. U ras holsztyńskiej i Ayrshire odpowiednio 63 i 67% ma genotyp A1 a odpowiednio 35 i 33% - genotyp A2. Z kolei u krów w Afryce i Azji

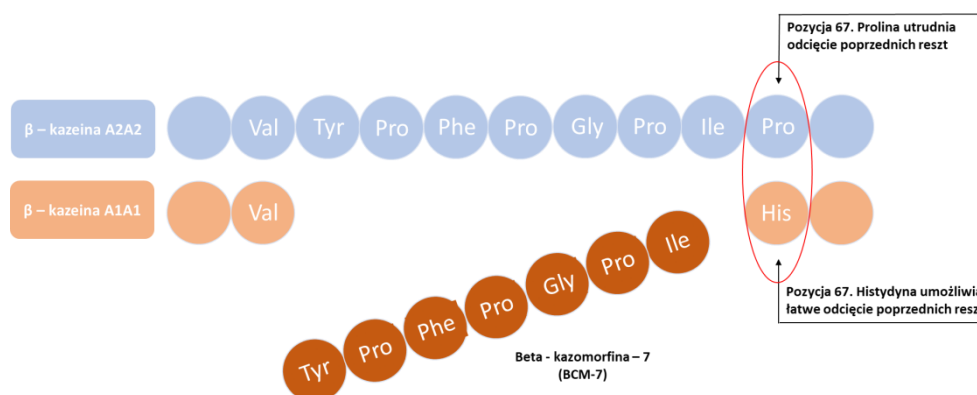
powszechnie występuje czysty genotyp A2A2 [Bors i wsp. 2024, Sanchez i wsp. 2020].

Warianty genetyczne zidentyfikowane dla β -kazeiny są wynikiem substytucji aminokwasów. β -kazeina A1 różni się od β -kazeiny A2 tylko jednym aminokwasem w pozycji 67 łańcucha, w wariancie A1 w tej pozycji występuje histydyna a w wariancie A2 - prolina. Inaczej mówiąc, mleko A2 to mleko, w którym w łańcuchu β -kazeiny na 67. pozycji jest prolina [Caroli i wsp. 2009].

Mleko A2 – wpływ na zdrowie człowieka

Początek lat 90. XX w. to nagłe zainteresowanie mlekiem A2 na skutek pojawienia się hipotezy, że w czasie trawienia białek mleka pewnych wariantów genetycznych, uwalnia się peptyd kazomorfina-7 (BCM-7) wiązany z podwyższonym ryzykiem rozwoju cukrzycy typu I i choroby niedokrwiennej serca. Temat wzbudził zainteresowanie społeczności akademickiej, ale także mediów i przemysłu mleczarskiego [Bors i wsp. 2024]. Od tamtego czasu pojawiają się publikacje potwierdzające tę hipotezę a także takie, które jej zaprzeczają twierdząc, że nie ma istotnych dowodów na to, że spożycie mleka A1 wiąże się z niekorzystnymi skutkami dla zdrowia człowieka.

Podczas procesu trawienia kazeiny w ludzkim przewodzie pokarmowym, warianty β -kazeiny A1 i A2, zachowują się różnie. Podstawowy mechanizm obejmuje różną podatność na rozszczepienie pod wpływem enzymów trawiennych w pozycji 67: prolina w wariancie β -kazeiny A2 zapobiega temu procesowi, natomiast histydyna obecna w wariancie A1 jest bardziej podatna na działanie pepsyny i innych enzymów, co prowadzi do uwolnienia peptydu BCM-7 [Bors i wsp. 2024] (Rys. 1). Uważa się, że mechanizm ten jest podstawą rozbieżnego wpływu na zdrowie spożywania β -kazeiny A1 w porównaniu z β -kazeiną A2, który u niektórych osób objawia się w postaci np. zaburzeń trawiennych.

**Rys. 1. β-kazeina w wariancie A1A1 i A2A2**

Źródło: opracowanie własne

Peptyd BCM-7 jest uwalniany przede wszystkim podczas trawienia wariantów β-kazeiny A1 i B. Peptyd ten nie ulega rozkładowi na pojedyncze aminokwasy, ale ma zdolność w całości przenikania przez nabłonek jelitowy do krwiobiegu, zwłaszcza gdy bariera jelitowa jest uszkodzona. W przypadku β-kazeiny A2, główny mechanizm trawienia jest inny. Enzymy proteolityczne mają trudności z rozszczepieniem wiązania peptydowego między izoleucyną w pozycji 66 a proliną w pozycji 67, z tego powodu „atakują” kolejne wiązania – na skutek rozszczepienia powstawać wówczas może inny bioaktywny peptyd - kazomorfina-9 (BCM-9) [Edwards i wsp. 2021]. Spożywanie BCM-9 w przeciwieństwie do BCM-7 jest związane z korzystnymi skutkami dla przewodu pokarmowego [Ho i wsp. 2014]. W czasie badań nad biochemią trawienia różnych białek mleka stwierdzono, że peptyd BCM-7 uwalnia się także z β-kazeiny wariantu A2, choć w znacznie mniejszych ilościach niż z wariantu A1 [Asledottir i wsp. 2017, Cattaneo i wsp. 2023]. Z innych badań, wynika, że uwalnianie BCM-7 zachodziło po symulowanym trawieniu żołądkowo-jelitowym jedynie mleka od krów o genotypach A1A1 lub A1A2, ale nie od krów homozygotycznych A2 [De Noni 2008, Ul Haq i wsp. 2015].

Z badań na zwierzętach wynika, że β-kazeina A1 spowalnia pasaż żołądkowo-jelitowy co przypisuje się opiodowemu charakterowi peptydów BCM, w tym głównie BCM-7 [Jeong i wsp. 2024]. BCM-7 aktywuje receptory opiodowe, które znajdują się w różnych częściach przewodu pokarmowego, co może prowadzić do opóźnienia przesuwania się treści

przez jelita oraz do częstych zaparć. Pal i wsp. [2015] podali, że uwalnianie BCM-7 miało wpływ na motorykę przewodu pokarmowego oraz wzrost wskaźników prozapalnych i immunomodulacyjnych, zarówno w modelach *in vitro*, jak i w eksperymentach *in vivo* na zwierzętach. Dłuższy czas pasażu żołądkowo-jelitowego może prowadzić do nasilenia efektów fermentacji laktozy i innych składników diety, co wraz z predyspozycjami genetycznymi może nasilać objawy dyskomfortu trawiennego, jak i efekty prozapalne. Ten mechanizm tłumaczy ustąpienie objawów nietolerancji laktozy przy spożywaniu mleka A2, pomimo obecności tego cukru w produkcie. U osób, które źle reagują na mleko typu A1, po spożyciu mleka A2 nie obserwuje się problemów żołądkowo-jelitowych. Mleko A2 łagodzi ostre objawy żołądkowo-jelitowe, podczas gdy mleko A1 je nasila [De Noni i wsp. 2009, Bolat i wsp. 2024].

Dane piśmiennictwa na temat roli β -kazeiny A1 w patogenezie wielu chorób są rozbieżne. Według Kullenberg de Gaudry i wsp. [2019] nie ma związku między spożywaniem mleka A1 a chorobami sercowo-naczyniowymi, cukrzycą i chorobami neurologicznymi. Jarmołowska i wsp. [2019] stwierdzili, że peptydy opioidowe pochodzące z mleka mogą być potencjalnymi czynnikami determinującymi patogenezę autyzmu a Sokolov i wsp. [2014] wykazali korelację między nasileniem jego objawów, a stężeniem BCM-7 w moczu. Najczęściej opisywane w literaturze skutki spożywania β -kazeiny A1 przedstawiono w tabeli 1.

Mleko A2 – surowiec dla przemysłu mleczarskiego

Wraz z pierwszymi doniesieniami naukowymi o istotności polimorfizmu β -kazeiny w kontekście zdrowia człowieka, pojawiły się firmy skupujące i przerabiające wyłącznie mleko A2, które rozpoczęły aktywne działania promujące ten produkt. To z kolei skłoniło hodowców bydła mlecznego do zintensyfikowania prac hodowlanych zmierzających do selekcji w stadach w kierunku czystego genotypu A2A2. Ponieważ początkowo mleko A2 oferowano konsumentom jedynie w postaci mleka spożywczego, to zagadnienia dotyczące wpływu wariantu A2 β -kazeiny na właściwości technologiczne mleka i jego przydatność np. dla serowarstwa nie są nadal w pełni scharakteryzowane.

Tabela 1. Skutki zdrowotne spożywania β -kazeiny A1 i A2

Zaburzenie/choroba	Wpływ spożywania β -kazeiny A1	Wpływ spożywania β -kazeiny A2	Piśmiennictwo
Cukrzyca typu I	Podwyższenie ryzyka	-	Elliott i wsp. [1999], Laugesen i Elliott [2003], Chia i wsp. [2018]
Choroby sercowo-naczyniowe	Podwyższenie ryzyka chorób układu krążenia i miażdżycy	-	Laugesen i Elliott [2003], Tailford i wsp. [2003], De Noni i wsp. [2009]
Zaburzenia żołądkowo-jelitowe	Zaburzenia pasażu żołądkowo-jelitowego (np. zaparcia), stany zapalne i objawy podobne do nietolerancji laktozy	Zmniejszenie objawów nietolerancji laktozy	Brooke-Taylor i wsp. [2017], Ramakrishnan i wsp. [2020], Summer i wsp. [2020]
Autyzm i zaburzenia neurologiczne	Związek BCM-7 z patogenezą autyzmu i innych zaburzeń neurologicznych	-	Kost i wsp. [2009], Sokolov i wsp. [2014], Jarmolowska i wsp. [2019], Osman i wsp. [2021]
Zespół nagłej śmierci łóżeczkowej (SIDS)	Związek BCM-7 z hamowaniem ośrodka oddechowego u niemowląt (bezdech i SIDS)	-	Kost i wsp. [2009], Wasilewska i wsp. [2011]
Alergie	Związek BCM-7 ze stanami zapalnymi i alergiami	-	Fiedorowicz i wsp. [2014], Trivedi i wsp. [2015]

Gai i wsp. [2021] stwierdzili, że wariant genetyczny mleka A1 skorelowany jest z wyższą zawartością tłuszczu w porównaniu z mlekiem wariantu genetycznego A2. Z kolei Faggion i wsp. [2025] wykazali zależność odwrotną. Nie stwierdzono istotnych różnic w smaku i zapachu między mlekiem A1 a A2, natomiast wykazano różnicę w barwie, mleko A2

charakteryzowało się barwą zbliżoną do złotej co lepiej oceniali konsumenci [De Vitte i wsp. 2022a, 2022b].

Właściwości technologiczne mleka, w tym zdolność do tworzenia skrzepu kwasowego lub podpuszczkowego, czyli procesów, które odgrywają fundamentalną rolę w produkcji różnego rodzaju serów oraz mlek fermentowanych, są silnie uzależnione od białek mleka, a w znacznym stopniu od wariantów β -kazeiny [Nguyen i wsp. 2018, Bisutti i wsp. 2022].

Polimorficzna struktura β -kazeiny znacząco wpływała na tworzenie skrzepu kwasowego mleka [Daniloski i wsp. 2022]. Skrzep mleka A2 miał niższą zdolność utrzymywania wody i gorszą charakterystykę reologiczną niż skrzep mleka A1A1 i A1A2. Mleko A2 wymagało także dłuższego czasu żelowania niż mleko A1 [Nguyen i wsp. 2018]. W przypadku koagulacji podpuszczkowej będącej podstawowym procesem produkcji serów dojrzewających, mleko A1 wykazywało lepsze cechy technologiczne tzn. krótszy czas koagulacji i lepszą jędrność skrzepu niż mleko A2 [Bisutti i wsp. 2022, Vigolo i wsp. 2022]. Te różnice dotyczące koagulacji pod wpływem różnych czynników technologicznych poszczególnych wariantów β -kazeiny mają istotne implikacje dla przemysłu mleczarskiego.

Publikacje dotyczące przydatności mleka A2 do wyrobu różnych serów podpuszczkowych są nieliczne. Faggion i wsp. [2025] opublikowali wyniki badań nad wpływem β -kazeiny A2 na właściwości podpuszczkowe mleka, wydajność sera Caciotta. Wykazali, że mleko A2 miało gorszą krzepliwość, niższą wydajność a otrzymane sery zbyt miękką teksturę w porównaniu z mlekiem/serami zawierającymi warianty genetyczne β -kazeiny A1B. Ponieważ obserwowany wzrost częstości występowania allelu A2 w populacjach bydła mlecznego w Europie, w tym także w Polsce, może prowadzić do pogorszenia cech krzepnięcia surowca, a potencjalnie także obniżenia wydajności i jakości serów, programy hodowlane powinny uwzględniać, oprócz potencjalnych korzyści zdrowotnych mleka A2, również jego ewentualny negatywny wpływ na właściwości technologiczne mleka.

Specjaliści podkreślają potrzebę starannej oceny technicznych i ekonomicznych implikacji zwiększenia częstości występowania krów A2A2 poprzez selekcję genetyczną. Jeśli potwierdzone zostanie powiązanie genotypu A2A2 z korzyściami zdrowotnymi spożywania mleka A2,

przemysł mleczarski powinien priorytetowo traktować ten genotyp w mleku przeznaczonym do spożycia w postaci mleka spożywczego (mleka pasteryzowanego lub mleka UHT). Jednakże, dopóki nie zostaną udowodnione korzyści zdrowotne wynikające ze spożycia A2, nie zaleca się stosowania mleka zawierającego wyłącznie β -CN A2 do produkcji serów, ponieważ wiąże się to z gorszymi właściwościami technologicznymi i mniejszą wydajnością produkcji serów.

Mleko A2 – rynek na świecie i w Polsce

Mleko A2 po raz pierwszy pojawiło się na półkach sklepowych w 2003 r. w Nowej Zelandii, a następnie w Wielkiej Brytanii, Australii, USA, Holandii i Chinach [Sebastiani i wsp. 2020]. Zgodnie z raportem „A2 Milk Market Size, Share, Growth Analysis, By Product (Liquid and Powder), By Packaging (Cartons, Bottles), By Region - Industry Forecast 2024-2031” [A2 Milk Market...] wartość globalnego rynku mleka A2 wyniosła w 2023 r. około 3,44 mld USD i przewiduje się, że do 2030 r. rynek ten będzie wart około 4-krotnie więcej. Produkty z mleka A2, to przede wszystkim mleko spożywcze, mleko w proszku, produkty fermentowane oraz preparaty do żywienia niemowląt. Rynek mleka A2 zyskuje na popularności szczególnie w krajach Ameryki Północnej, Europy Zachodniej oraz Australii i Nowej Zelandii. Zwraca się także uwagę, że najbardziej perspektywicznymi krajami dla rozwoju tego rynku są kraje Ameryki Łacińskiej (Meksyk, Brazylia) oraz Azji i Pacyfiku (Indie, Chiny). W 2021 r. aż 40% mleka A2 wyprodukowano w Azji i przewiduje się, że pod względem przychodów, region Azji i Pacyfiku odnotuje najszybszy wzrost na światowym rynku mleka A2 w perspektywie najbliższych 10 lat. Aspekty związane z rosnącą świadomością zdrowotną będą napędzać większy popyt na mleko A2 w nadchodzących latach, tym bardziej, że w krajach azjatyckich mleko A2 oferowane jest w szerokiej gamie produktów, w tym jako mleko w proszku, mleka fermentowane, masło czy sery [A2 Milk Market...].

W Polsce mleko spożywcze A2 jest już dostępne w handlu detalicznym i oferowane jest zarówno przez największych producentów branży mleczarskiej jak i małych lokalnych przetwórców. Są dostępne również produkty z mleka A2 – jogurty, ser twarogowy i ser podpuszczkowy dojrzewający. Warto także wspomnieć, że na podstawie badań ankietowych

zleconych w 2023 r. przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka w ramach II edycji projektu współfinansowanego z Funduszu Promocji Mleka pt: „A2A2 – nowa droga produktów mlecznych – zastosowanie selekcji genomowej w produkcji żywności o obniżonej alergenicności” wynika, że ok. 60% konsumentów zadeklarowało, że chętnie spożywałoby nabiał o obniżonej alergenicności. Zainteresowanie wśród hodowców bydła mlecznego jest dość duże, tym bardziej, że jak wskazuje doświadczenie z innych krajów oraz jeszcze niewielkie krajowe, produkty z mleka A2 osiągają ceny co najmniej 2-3-krotnie wyższe niż produkty „tradycyjne” [Czy polscy konsumenci ...].

Mleko A2 – zakres badań w ramach Zadania SUP-RIM

Od 2023 r. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie jest jedną z sześciu uczelni współpracujących w ramach zadania celowego finansowanego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Umowa Nr MEiN/2023/DPI/2866) pt: „Sieć badawcza uczelni przyrodniczych na rzecz rozwoju polskiego sektora mleczarskiego – projekt badawczy” (SUP-RIM). Jeden z obszarów badań realizowanych wspólnie przez naukowców z Instytutu Nauk o Żywności SGGW oraz Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW jest ściśle związany z aspektami technologicznymi i żywieniowymi produkcji i spożywania mleka A2, a szczególnie obejmuje:

- screening polimorfizmu białek mleka (zwłaszcza kazein β -, κ -, α s1- i β -LG) w stadach na terenie wybranych województw/powiatów Polski,
- określenie wpływu wariantu β -CN na jakość i przydatność technologiczną mleka (mleko A1 *versus* mleko A2),
- określenie możliwości technologicznych wykorzystania mleka A2 (produkty fermentowane),
- określenie możliwości wykorzystania mleka A2 do otrzymywania produktów o kontrolowanej alergenicności oraz zmniejszonej zawartości związków antyodżywczych dedykowanych wybranym grupom konsumentów,
- określenie wpływu wariantu β -CN na przebieg metabolizmu białek i związków pochodnych w warunkach trawienia produktów z mleka A2 w sztucznym przewodzie pokarmowym,

- określenie wpływu spożycia mleka A2 (*versus* mleko konwencjonalne i substytuty mleka krowiego) na wybrane procesy metaboliczne w grupie osób dorosłych (badanie interwencyjne).

Zagadnienia związane z mlekiem A2 wymuszają podejście multidyscyplinarne obejmujące badania z zakresu genetyki bydła, zootechniki, nauki o mleku i technologii mleczarstwa, a także żywienia. Promowanie spożycia mleka A2, napędzane potencjalnymi korzyściami zdrowotnymi, wymaga wyważonego podejścia biorącego pod uwagę także zrównoważony rozwój hodowli bydła mlecznego, rentowność ekonomiczną itp. Biorąc pod uwagę znaczenie zdrowia publicznego i ograniczenia wnioskowania w modelach *in vitro* i zwierzęcych, wydaje się, że istnieje potrzeba dalszych szerokich badań klinicznych z tego zakresu.

Piśmiennictwo:

1. A2 Milk Market Size, Share, Growth Analysis, By Product (Liquid and Powder), By Packaging (Cartons, Bottles), By Region - Industry Forecast 2024-2031. <https://www.skyquestt.com/report/a2-milk-market> (dostęp w dniu 19.09.2024)
2. Amalfitano N., Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Malacarne M., Summer A., Bittante G. 2019. Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis. *J. Dairy Sci* 102, 2903-2917.
3. Asledottir T., Le T.T., Petrat-Melin B., Devold T.G., Larsen L.B., Vegarud G.E. 2017. Identification of bioactive peptides and quantification of β -casomorphin-7 from bovine β -casein A1, A2 and I after ex vivo gastrointestinal digestion. *Int. Dairy J.* 71, 98-106.
4. Bisutti V., Pegolo S., Giannuzzi D., Mota L. F. M., Vanzin A., Toscano A., Trevisi E., Marsan A. P., Brasca M., Cecchinato A. 2022. The β -casein (CSN2) A2 allelic variant alters milk protein profile and slightly worsens coagulation properties in Holstein cows, *J. Dairy Sci* 105(5), 3794-3809.
5. Bolat E., Eker F., Yılmaz S., Karav S., Oz E., Brennan C., Proestos C., Zeng M., Oz F. 2024. BCM-7: Opioid-like Peptide with Potential Role in Disease Mechanisms. *Molecules* 29, 2161.
6. Bors A., Bors S.-I., Floristean V.-C. 2024. Health-Related Outcomes and Molecular Methods for the Characterization of A1 and A2 Cow's Milk: Review and Update. *Vet. Sci* 11, 172.
7. Brooke-Taylor S., Dwyer K., Woodford K., Kost N. 2017. Systematic Review of the Gastrointestinal Effects of A1 Compared with A2 b-Casein, *Adv. Nutr.* 8, 739-748.
8. Caroli A.M., Chessa S., Erhardt G.J. 2009. Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *J. Dairy Sci.* 92, 5335-

- 5352.
9. Cattaneo S., Masotti F., Stuknyte M., De Noni I. 2023. Impact of in vitro static digestion method on the release of beta-casomorphin-7 from bovine milk and cheeses with A1 or A2 beta-casein phenotypes. *Food Chem.* 404, 134617.
10. Chia J.S.J., McRae J.L., Enjapoori A.K., Lefevre C.M., Kukuljan S., Dwyer K.M. 2018. Dietary cows' milk protein A1 beta-casein increases the incidence of T1D in NOD mice. *Nutrients* 10, 1291.
11. Czy polscy konsumenci są gotowi na mleko A2? <https://www.farmer.pl/produkcja-zwierzeca/bydlo-i-mleko/czy-polscy-konsumenci-sa-gotowi-na-mleko-a2,130799.html> (dostęp w dniu 19.09.2024)
12. Daniloski D., McCarthy N.A., Gazi I., Vasiljevic T. 2022. Rheological and structural properties of acid-induced milk gels as a function of β -casein phenotype. *Food Hydrocoll.* 131, 107846.
13. Dantas A., Kumar H., Schwinden Prudencio E., Borges de Avila L., Orellana-Palma P., Dosoky N.S., Nepovimova E., Kuča K., Cruz-Martins N., Verma R., Manickam S., Valko M., Kumar D. 2023. An approach on detection, quantification, technological properties, and trends market of A2 cow milk, *Food Res. Int.* 167, 112690.
14. De Noni I. 2008. Release of b-casomorphins 5 and 7 during simulated gastrointestinal digestion of bovine b-casein variants and milk-based infant formulas. *Food Chem.* 110, 897-903.
15. De Noni R.J., Fitzgerald H.J.T., Korhonen Y., Le Roux C.T., Livesey I., Thorsdottir D., Tomé R.W. 2009. Scientific report of EFSA prepared by a DATEX working group on the potential health impact of b-casomorphins and related peptides. *EFSA Sci Rep.* 231, 1-107.
16. De Vitte K., Kerziene S., Klementavičiūtė J., De Vitte M., Dilbiene V., Stankevičius R. 2022a: Relationship between β -casein genotypes (A1A1, A1A2, and A2A2) and coagulation properties of milk and the fatty acid composition and sensory characteristics of dairy products (soft cheese, sour cream, and butter). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Sci.* 00, 1-13.
17. De Vitte K., Kerziene S., Klementavičiūtė J., de Vitte M., Miseikine R., Kudlinskiene I., Cepaitė J., Dilbiene V., Stankevičius R. 2022b. Relationship of β -casein genotypes (A1A1, A1A2 and A2A2) to the physicochemical composition and sensory characteristics of cow's milk, *J. Appl. Anim. Res.* 50, 161-166.
18. Edwards T.S., Dawson K.L., Keenan J.I., Day A.S. 2021. A Simple Method to Generate Casomorphin-7 by in Vitro Digestion of Casein from Bovine Milk. *J. Funct. Foods* 85, 104631.
19. Elliott R.B., Harris D.P., Hill J.P., Bibby N.J., Wasmuth H.E. 1999. Type I (insulindependent) diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption. *Diabetologia* 42, 292-296.
20. Faggion S., Degano L., Carnier P., Bonfatti V. 2025. β -Casein A2 affects milk renneting properties, cheese yield before and after ripening, and alters the

- texture of Caciotta cheese produced in field conditions. *J. Dairy Sci.* 108, 3199-3213.
21. Farrell H. M. Jr., Malin E.L., Brown E.M., Qi P.X. 2006. Casein micelle structure: What can be learned from milk synthesis and structural biology? *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* 11, 135-147.
 22. Fiedorowicz E., Kaczmarek M., Cieślińska A., Sienkiewicz-Szłapka E., Jarmołowska B., Chwała B., Kostyra E. 2014. Beta-casomorphin-7 alters mu-opioid receptor and dipeptidyl peptidase IV genes expression in children with atopic dermatitis. *Peptides* 62, 144-149.
 23. Gai N., Uniacke-Lowe T., O'Regan J., Faulkner H., Kelly A. L. 2021. Effect of Protein Genotypes on Physicochemical Properties and Protein Functionality of Bovine Milk. *Foods* 10(10), 2409.
 24. Ho S., Woodford K., Kukuljan S., Pal S. 2014. Comparative effects of A1 versus A2 beta-casein on gastrointestinal measures: a blinded randomized cross-over pilot study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 68(9), 994-1000.
 25. Jarmołowska B., Bukalo M., Fiedorowicz E., Cieślińska A., Kordulewska N. K., Moszyńska M., Świątecki A., Kostyra E. 2019. Role of milk-derived opioid peptides and proline dipeptidyl peptidase-4 in autism spectrum disorders, *Nutrients* 11(1), 87.
 26. Jeong H., Young-Seo P., Sung-Sik Y. 2024. A2 milk consumption and its health benefits: an update. *Food Sci. Biotechnol.* 33, 491-503.
 27. Kost N.V., Sokolov O.Y., Kurasova O.B., Dmitriev A.D., Tarakanova J.N., Gabaeva M.V., Zolotarev Y.A., Dadayan A.K., Grachev S.A., Korneeva E.V., Mikheeva I.G., Zozulya A.A. 2009. Beta-casomorphins-7 in infants on different type of feeding and different levels of psychomotor development. *Peptides* 30, 1854-1860.
 28. Kullenberg de Gaudry D., Lohner S., Schmucker C., Kapp P., Motschall E., Horrlein S., Roger C., Meerpohl J.J. 2019. Milk A1 beta-casein and health-related outcomes in humans: a systematic review. *Nutr. Rev.* 77, 278-306.
 29. Laugesen M., Elliott R. 2003. Ischaemic heart disease, Type 1 diabetes, and cow milk A1 beta-casein. *New Zealand Med. J.* 116, U295.
 30. Massella E., Piva S., Giacometti F., Liuzzo G., Zambrini A.V., Serraino A. 2017. Evaluation of bovine beta casein polymorphism in two dairy farms located in northern Italy. *Ital. J. Food Safety* 6, 6940.
 31. Nguyen H.T.H., Schwendel H., Harland D., Day L. 2018. Differences in the yoghurt gel microstructure and physicochemical properties of bovine milk containing A(1)A(1) and A(2)A(2) beta-casein phenotypes. *Food Res. Int.* 112, 217-224.
 32. Osman A., Zuffa S., Walton G., Fagbodun E., Zanos P., Georgiou P., Kitchen I., Swann J., Bailey A. 2021. Post-weaning A1/A2 beta-casein milk intake modulates depressive-like behavior, brain mu-opioid receptors, and the metabolome of rats. *iScience* 24, 103048
 33. Pal S., Woodford K., Kukuljan S., Ho S. 2015. Milk intolerance, beta-casein and lactose. *Nutrients* 7, 7285-7297.

34. Radkowska I. 2020: Identyfikacja i właściwości prozdrowotne mleka zawierającego β -kazeinę typu A2. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 47(2), 165-177.
35. Ramakrishnan M., Eaton T.K., Sermet O.M., Savaiano D.A. 2020. Milk Containing A2-Casein ONLY, as a Single Meal, Causes Fewer Symptoms of Lactose Intolerance than Milk Containing A1 and A2-Caseins in Subjects with Lactose Maldigestion and Intolerance: A Randomized, Double-Blind, Crossover Trial, *Nutrients* 12, 3855
36. Sanchez M.P., Fritz S., Patry C., Delacroix-Buchet A., Boichard D. 2020. Frequencies of milk protein variants and haplotypes estimated from genotypes of more than 1 million bulls and cows of 12 French cattle breeds. *J. Dairy Sci.* 103, 9124-9141.
37. Sebastiani C., Arcangeli C., Ciullo M., Torricelli M., Cinti G., Fisichella S., Biagetti M. 2020. Frequencies Evaluation of β -Casein Gene Polymorphisms in Dairy Cows Reared in Central Italy. *Animals* 10, 252.
38. Sokolov O., Kost N., Andreeva O., Korneeva E., Meshavkin V., Tarakanova Y., Dadayan A., Zolotarev Y., Grachev S., Mikheeva I., Varlamov O., Zozulya A. 2014. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity. *Peptides* 56, 68-71.
39. Summer A., Di Frangia F., Ajmone Marsan P., De Noni I., Malacarne M. 2020. Occurrence, biological properties and potential effects on human health of β -casomorphin 7: Current knowledge and concerns. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 60, 3705-3723.
40. Tailford K.A., Berry C.L., Thomas A.C., Campbell J.H. 2003. A casein variant in cow's milk is atherogenic. *Atherosclerosis* 170, 13-19.
41. Trivedi M.S., Hodgson N.W., Walker S.J., Trooskens G., Nair V., Deth R.C. 2015. Epigenetic effects of casein-derived opioid peptides in SHSY5Y human neuroblastoma cells. *Nutr. & Metabol.* 12, 54.
42. Ul Haq M.R., Kapila R., Kapila S. 2015. Release of beta-casomorphin-7/5 during simulated gastrointestinal digestion of milk beta-casein variants from Indian crossbred cattle (Karan Fries). *Food Chem.* 168, 70-79.
43. Vigolo V., Franzoi M., Penasa M., De Marchi M. 2022. β -Casein variants differently affect bulk milk mineral content, protein composition, and technological traits. *Int. Dairy J.* 124, 105221.
44. Wasilewska J., Sienkiewicz-Szłapka E., Kuzbida E., Jarmołowska B., Kaczmarek M., Kostyra E. 2011. The exogenous opioid peptides and DPP-IV serum activity in infants with apnoea expressed as apparent life threatening events (ALTE). *Neuropeptides* 45, 189-195.

Dr inż. Joanna Rachtan-Janicka

Zakład Żywności Funkcjonalnej i Badań Sensorycznych

Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej

Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

NAPOJE ROŚLINNE W DIECIE CZŁOWIEKA - KORZYŚCI I ZAGROŻENIA

Wstęp

Żywność pochodzenia roślinnego to bardzo szybko rozwijający się sektor rynku, a branża gastronomiczna i gospodarstwa domowe stają przed wyzwaniem przeorganizowania produkcji oraz menu na żywność wyprodukowaną i otrzymywaną w oparciu o rośliny i ich pochodne. Wielu konsumentów decyduje się na częściowe lub całkowite zastąpienie żywności pochodzenia zwierzęcego (i otrzymywanej z wykorzystaniem produktów pochodzących z produkcji odzwierzęcej), co jest związane m. in. z normami i wymogami kulturowo-religijnymi, etycznymi (np. dobrostan zwierząt), troską o zdrowie (np. alergia na białka mleka krowiego, nietolerancja laktozy) czy środowisko (niższy ślad węglowy) (Sethi i wsp., 2016; Hidalgo-Fuentes i wsp., 2024).

Promocja napojów roślinnych na bazie roślin, w tym produkowanych na bazie roślin strączkowych, zbóż i pseudozbóż, orzechów albo konopi siewnych i ziemniaka, przyczynia się do wzrostu ich popularności, a także postrzegania tych produktów przez konsumentów jako żywności prozdrowotnej i bardziej przyjaznej środowisku niż produkty z mleka krowiego i produktów mlecznych. Konsumentów mogą spotkać się z przekazami medialnymi i popularyzatorskimi, że napoje roślinne są w diecie równoważnymi zamiennikami dla mleka i produktów mlecznych, odpowiednimi dla całej populacji, w tym dla dzieci i młodzieży oraz osób w wieku podeszłym. Przewiduje się, że globalny rynek napojów roślinnych będzie się rozwijał ze złożoną roczną stopą wzrostu na poziomie 13,1% do 2030 roku (Popova i wsp., 2023).

Definicja, otrzymywanie i skład napojów roślinnych

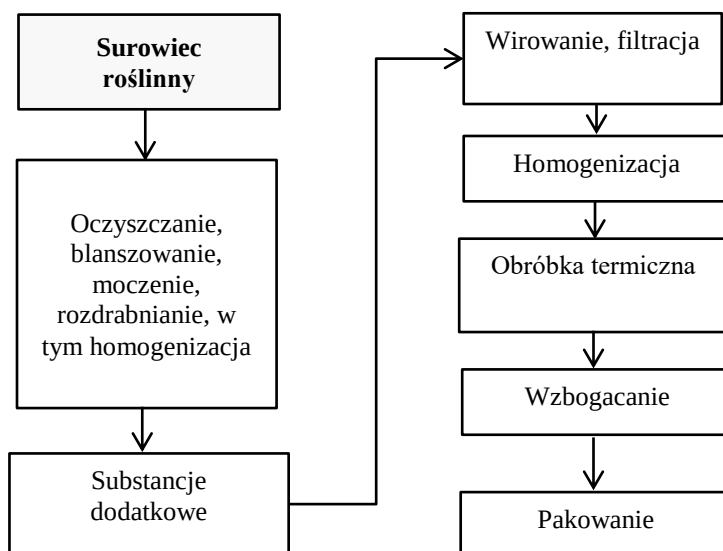
Napojem roślinnym nazywamy płyn przeznaczony do spożycia przez ludzi, który imituje wybrane cechy technologiczne i sensoryczne mleka spożywczego (przetworzonej wydzieliny gruczołów mlecznych przeżuwaczy). Napoje roślinne wykorzystywane jako zamienniki dla mleka przypominają konsystencją, gęstością i ogólnym wyglądem mleko spożywcze. Są roztworem koloidalnym, emulsją lub zawiesiną wybranych składników roślinnych i/lub ich pochodnych w wodzie. Główne składniki roślinne do produkcji napojów są otrzymywane przez ekstrakcję wodną surowców podstawowych, ale nie są sokiem otrzymywanym przez wyciskanie orzechów, owoców i warzyw (Rachtan-Janicka i Horvath, 2019).

W składzie surowcowym wybranych rynkowych napojów roślinnych (w zależności od rodzaju) możemy znaleźć soję, orzechy włoskie, orzechy laskowe, orzechy kokosowe, nerkowce, migdały, ryż, owies, orkisz, proso, grykę, komosę ryżową, konopie (tab. 1). Ponadto do podstawowego surowca dodawane są substancje kształtujące smak i jakość technologiczną produktów (tab. 1).

Tabela 1. Wybrane surowce oraz składniki technologiczne i substancje dodatkowe stosowane w produkcji napojów roślinnych

Zboża	Pseudozboża	Rośliny strączkowe	Orzechy	Nasiona	Bulwy
Jęczmień	Gryka	Groch	Kasztan	Konopie	Ziemniak
Owies	Komosa	Łubin	Nerkowiec		
Proso		Soja	Kokos		
Pszenica			Migdał		
Ryż			Orzech laskowy		
Składniki technologiczne i substancje dodatkowe					
• Tłuszcz (m.in. olej słonecznikowy, olej rzepakowy); • Substancje słodzące (m.in. sacharoza, syrop z agawy, zagęszczony sok z winogron); • Substancje zagęszczające i stabilizujące (m.in. karagen, mączka chleba świętojańskiego, guma ksantanowa, pektyna); • Substancje emulgujące (m.in. lecytyna sojowa, mono- i diglicerydów kwasów tłuszczowych); • Regulatory kwasowości (fosforan triwapniowy); • Barwniki i aromaty (m. in. ekstrakt z marchwi, wanilia, cynamon).					

Proces produkcji napojów roślinnych obejmuje liczne procesy technologiczne (ryc. 1), zwłaszcza w porównaniu z procesem produkcji mleka. Produkcja obejmuje etapy: moczenia, mielenia, blanszowania (inaktywacja enzymów), wirowania, homogenizację, obróbkę termiczną (bezpieczeństwo mikrobiologiczne) i opcjonalne wzbogacanie w wybrane składniki odżywcze, głównie witaminy i składniki mineralne.



Ryc. 1. Skrócony schemat procesu produkcji napojów roślinnych [Popova i wsp., 2023; Hidalgo-Fuentes i wsp., 2024; Mäkinen i wsp., 2016].

Napoje roślinne, określane również jako napoje bezmleczne lub alternatywny mleka, dość często są nieprawidłowo nazywane „mlekiem roślinnym” lub „mlekiem wegańskim”. Mleko jest płynną wydzieliną gruczołów mlecznych samic ssaków i jest to nazwa zarezerwowana wyłącznie dla produktów pochodzących od zwierząt. Nie można stosować nazwy „mleko” dla wyrobów wyłącznie roślinnego w celu wprowadzania ich do obrotu lub reklamy, nawet wówczas, gdy nazwy te są uzupełnione wyjaśnieniem lub opisem wskazującym na roślinne pochodzenie danego produktu. Oznacza to, że dostępne na rynku roślinne substytuty mleka i produktów mlecznych muszą być znakowane prawidłowo, np.: „napój sojowy”, a nie „mleko sojowe”.

Wybrane korzyści i zagrożenia związane ze stosowaniem napojów roślinnych w diecie

Wartość odżywcza napojów roślinnych różni się od wartości odżywczej mleka i produktów mlecznych. Do najistotniejszych różnic należą:

- mniejsza zawartość białka (z wyjątkiem napojów sojowych, w których ilość białka jest podobna). Białka roślinne nie zawierają niektórych aminokwasów egzogennych i/lub zawierają je w ilościach nieodpowiadających zapotrzebowaniu i/lub w niewłaściwych proporcjach, co powoduje, że są one w niewielkim stopniu wykorzystywane do syntezy białek ustrojowych. Do tej grupy należą przede wszystkim białka roślin zbożowych i strączkowych, gdzie aminokwasami limitującymi są metionina, lizyna oraz treonina;
- zawartość i biodostępność wapnia z napojów roślinnych wzbogacanych w ten składnik mineralny jest niepewna i bardzo zróżnicowana pomiędzy asortymentem napojów. Producenci w celu wzbogacania stosują różne związki wapnia, często sole bardzo słabo wchłaniające się z przewodu pokarmowego, więc biodostępność wapnia z napojów roślinnych jest znacząco niższa niż z mleka ssaków, w których wapń występuje w obecności laktozy w łatwiej przyswajalnym kompleksie z kazeiną. Dodatkowym czynnikiem zmniejszającym dostępność wapnia z napojów roślinnych jest nierozpuszczony lub wytrącony osad soli wapnia gromadzący się na dnie kartonu razem ze skrobią, co w napoju daje niejednorodną zawiesinę. Ponadto w napojach roślinnych występuje niekorzystny stosunek wapnia do fosforu, zbyt niska zawartość białka o wysokiej wartości odżywczej (aminokwasowe limitujące), nieodpowiednie stężenie witaminy C, wysokie pH napojów, nadmiar sodu oraz obecność fitynianów, co znacząco utrudnia wchłanianie wapnia. Jeśli dziecko nie spożywa mleka i produktów mlecznych w odpowiedniej dla wieku ilości, to należy monitorować gospodarkę wapniową, a w razie potrzeby suplementować odpowiednie do tego celu preparaty wapnia;
- niektóre produkty z tej grupy zawierają ponadto dodatek cukrów łatwo przyswajanych, nie polecanych w diecie dzieci i młodzieży (takich jak: sacharoza/cukier [buraczany lub trzcinowy], sok z winogron [mieszanina glukozy i fruktozy], fruktoza, syrop glukozowy, syrop

z agawy). Dzięki substancjom słodzącym napoje roślinne zyskują pożądane przez konsumentów cechy sensoryczne i są odbierane jako „smaczne”. Należy zauważyć, że dostępne są napoje bez dodatku cukrów, których cechy sensoryczne są pożądane, a wartość energetyczna niższa, w porównaniu do dosładzanych odpowiedników;

- indeks glikemiczny napojów roślinnych dostępnych w sprzedaży jest generalnie wyższy niż mleka krowiego (mleko krowie o pełnotłuste IG = 39, mleko bezlaktozowe IG = 21,5, mleko kobiece IG = 38), a spośród napojów roślinnych najniższą wartością IG charakteryzują się napoje migdałowy i sojowy (odpowiednio IG = 30 i IG = 27), a najwyższą napoje ryżowe (IG od 85 do 99);
- potencjalna obecność mykotoksyn, które są naturalnymi metabolitami wtórnymi produkowanymi przez niektóre gatunki grzybów strzępkowych, tj. *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium* genera [EFSA, 2014]. Gatunki tych grzybów strzępkowych można spotkać w zbożach, owocach, orzechach i mleku oraz przetworach z nich otrzymywanych (Kabak, 2009; Milani i Maleki, 2014). Spośród wszystkich mykotoksyn aflatoksyna B1 (AFB1) jest najsilniejszym czynnikiem rakotwórczym, ale wszystkie mykotoksyny są szkodliwe wykazując toksyczność ostrą i przewlekłą, tj. genotoksyczność, rakotwórczość toksyczność, immunotoksyczność (immunostymulująca lub immunosupresyjna), mutagenność, nefrotoksyczność i właściwości teratogenne [EFSA, 2014; Dz.U.UE.L.2013.91.12]. Mykotoksyny stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi ponieważ wykazują się stabilnością termiczną i nie ulegają dezaktywacji nawet w wysokich temperaturach [Dz.U.UE.L.2013.91.12]. W celu zmniejszenia ryzyka związanego z ich przyjmowaniem, ustanowiono dla niektórych rodzajów żywności maksymalne dopuszczalne poziomy główne mykotoksyny;
- potencjalna obecność arsenu, który jest obecny w ryżu w dwóch formach organicznej i nieorganicznej. Forma nieorganiczna obejmuje ogólny termin odnoszący się do sumy zawartości arsenu trójwartościowego (As III) i arsenu pięciwartościowego (As V). Nieorganiczny arsen jest uważany za bardziej toksyczny niż organiczny i jest znanym czynnikiem rakotwórczym. Ryż ma wyższy poziom nieorganicznego arsenu niż inne surowce do produkcji napojów

roślinnych, bo rosnące rośliny mają tendencję do wchłaniania arsenu szybciej niż inne uprawiane zboża. Badania naukowe potwierdzają, że okres ciąży, niemowlęstwa i wczesnego dzieciństwa to czas większej podatności na niekorzystne skutki zdrowotne i rozwojowe związane z narażeniem na arsen nieorganiczny. Obecność arsenu stwierdza się w napojach roślinnych na bazie ryżu. Należy pamiętać, że obróbka ziarna ryżu poprzez obłuszczenie i polerowanie oraz obróbka termiczna, w tym pasteryzacja i sterylizacja (stosowna do utrwalenia termicznego napojów ryżowych) redukuje poziom arsenu przeciętnie w granicach 6:1 i 10:1. Jednak regularne spożywanie napoju ryżowego może spowodować przekroczenie bezpiecznej dawki 100 ppb arsenu [Althobiti i wsp. 2018];

- badania wskazują, że zarówno napoje sojowe, jak bazujące na ryżu zawierają duże ilości manganu, znacznie przekraczające zapotrzebowanie niemowląt i małych dzieci. Nie zaleca się podawania napojów na bazie ryżu i soi dzieciom do 3 roku życia, gdyż może to zwiększać ryzyko występowania zaburzeń neurologicznych u dzieci [Cockell i wsp., 2004];
- potencjalna zawartość środków ochrony roślin - nowoczesne praktyki rolnicze zapewniają rolnikom narzędzia do maksymalizacji produkcji żywności dla rosnącej populacji świata. Środki chwastobójcze pomagają rolnikom produkować więcej żywności na mniejszej powierzchni, chroniąc uprawy przed chwastami konkurującymi o niezbędne składniki odżywcze, wodę i światło słoneczne. Glifosat jest herbicydem o szerokim spektrum działania, który podejrzewany jest o potencjalne działanie rakotwórcze, jeśli jego stosowanie nie jest zgodne z zaleceniami producenta. Światowe organy regulacyjne zapewniają bezpieczeństwo żywności poprzez ocenę realistycznych poziomów narażenia ludzi na dany pestycyd. Ocena jest dokonywana m.in. poprzez rozważanie poziomów pozostałości pestycydów, wzorców konsumpcji żywności, a także porównanie szacunków narażenia z kryteriami toksykologicznymi, takimi jak dawka referencyjna lub wzorcowa, a w przypadku niemowląt i małych dzieci oraz dzieci i młodzieży z uwzględnieniem szczególnej wrażliwości tej grupy populacyjnej oraz rozważenie „zagregowanego” narażenia

pochodzącego z żywności, wody pitnej i środowiska. Takie podejście zapewnia „rozsądną pewność braku szkody” dla konsumenta [Vicini i wsp., 2021; Winter i wsp., 2019]. ADI (dopuszczalne dzienne spożycie) dla glifosatu wynosi 0,5 mg glifosatu/kg masy ciała i chociaż występują zgłoszenia o wykryciu pozostałości glifosatu w niektórych produktach spożywczych, tak długo, jak stwierdzane poziomy są poniżej ustalonych limitów, bezpieczeństwo żywności jest zapewnione [Thompson, 2014].

- składniki antyodżywcze – w napojach roślinnych mogą występować naturalne substancje o działaniu antyodżywczym, które mogą być termicznie stabilne lub nietrwałe. Składniki te obejmują m.in. saponiny, taniny, kwas fitynowy, lektyny, inhibitory proteaz, inhibitory amylazy, czynniki antyvitaminowe, składniki chelatujące metale, goitrogeny. Są obecne w nasionach zbóż i roślin strączkowych i mogą mieć szkodliwy wpływ na zdrowie człowieka m.in. poprzez niekorzystny wpływ na wartość odżywczą diety. Znaczna redukcja zawartości substancji antyodżywczych w żywności, w tym w napojach roślinnych, może przebiegać w oparciu o technologie obróbki i przetwarzania surowców, tj. moczenie, kiełkowanie, mielenie, filtracja, fermentacja, obróbka termiczna [Samtiya i wsp., 2020];

Mimo obaw konsumentów dotyczących potencjalnych zagrożeń występujących w napojach na bazie roślin są one bezpieczne dla człowieka i mogą stanowić jeden ze składników urozmaiconej i zbilansowanej diety. Są popularnym elementem diet wegetariańskich i wegańskich oraz w zależności od surowca, mogą stanowić wartościowy dodatek obniżający wartość energetyczną diety. Na uwagę zasługują składniki zawarte w napojach roślinnych, tj.:

- rozpuszczalne lub nierozpuszczalne frakcje błonnika pokarmowego, takich jak gumy i ligniny, polisacharydy migdałowe i sojowe, które wykazują potencjalne właściwości prebiotyczne. Odgrywają one istotną rolę w regulacji mikrobioty jelitowej i promowaniu zdrowia ekosystemu jelitowego [Xie i wsp., 2023]. Zrównoważony i zróżnicowany mikrobiom jelitowy wiąże się z poprawą funkcji przewodu pokarmowego, wzmocnioną odpowiedzią immunologiczną

i potencjalnym wpływem na zdrowie neurologiczne. Beta-glukan zawarty w napojach owsianych zwiększa uczucie sytości i obniża poziom glukozy i cholesterolu we krwi [Sethi i wsp., 2016]. Napoje sojowe zawierające błonnik mogą obniżać poziom cholesterolu w osoczu u zwierząt i ludzi bez wpływu na wchłanianie niezbędnych składników mineralnych, w tym cynku i miedzi [Xie i wsp., 2023];

- składniki bioaktywne, w tym flawonoidy, kwasy fenolowe, lignany i fitosterole. Polifenole roślinne wykazują właściwości przeciwutleniające i zapewniają znaczące korzyści zdrowotne, w tym działanie przeciwnowotworowe, ochronę przed uszkodzeniami spowodowanymi promieniowaniem, działanie przeciwdrobnoustrojowe przeciwko bakteriom chorobotwórczym, działanie obniżające poziom lipidów i zapobieganie chorobom sercowo-naczyniowym [Xie i wsp., 2023]. Resweratrol zawarty w napojach orzechowych wykazuje działanie przeciwutleniające, przeciwbakteryjne, hepatoprotekcyjne, sercowo-naczyniowe [Patel i wsp., 2015]. Rola flawonoidów w napojach roślinnych zależy od ich naturalnego występowania w surowcu lub ich wprowadzenia podczas procesu przetwarzania. Niektóre typy napojów roślinnych, takie jak napoje migdałowe i sojowe, mogą zawierać flawonoidy pochodzące z ich podstawowych składników, nadając tym napojom właściwości przeciwutleniające [Xie i wsp., 2023];
- produkcja zwierzęca jest często krytykowana za negatywne skutki dla środowiska m.in. emisję gazów cieplarnianych, degradację krajobrazu, nadmierne wykorzystanie zasobów wodnych, potencjał eutrofizacji [Eshel i wsp., 2014]. Zamiana żywności pochodzenia zwierzęcego na alternatywne źródła, oparte na roślinach jest postrzegana jako potencjalnie mniej zasobochłonna [Eshel i wsp., 2019]. Badanie przeprowadzone w 2018 roku przez Poore i Nemecek sugeruje, że produkcja szklanki mleka wymagała prawie dziewięć razy większego arealu i wiązała się z wytworzeniem trzy razy więcej gazów cieplarnianych niż uprawa roślin potrzebnych do produkcji napojów roślinnych. Ponadto uprawa roślin strączkowych, przyczynia się do poprawy żyzności gleby poprzez wiązanie azotu.

Podsumowanie

Napoje roślinne to żywność, która może wywierać pozytywny wpływ na zdrowie ludzi oraz środowisko, a popyt na bardziej zrównoważoną i korzystną dla środowiska dietę bazującą na roślinach doprowadził do wzrostu popularności napojów roślinnych.

Jakość smaku napojów otrzymywanych z surowców roślinnych jest ważnym standardem oceny dokonywanej przez konsumentów decydujących o zakupie tego asortymentu produktów, a poprawa smaku napojów roślinnych (usunięcie gorzkiego posmaku, który występuje w niektórych typach napojów) jest ważnym czynnikiem, który może wpłynąć na znaczącą poprawę ich pożądalności wśród konsumentów.

Surowce roślinne, z których otrzymywane są napoje roślinne, mają wysoką wartość odżywczą, są bogate w związki bioaktywne i o właściwościach prozdrowotnych. Jednak proces otrzymywania napojów roślinnych związany z ekstrakcją surowców powoduje utratę (czasem znaczną) części z korzystnych dla zdrowia składników. Można zmniejszać skutki procesów przetwarzania m.in. poprzez mieszanie różnych rodzajów roślinnych substytutów mleka, a w ten sposób można również uzyskać poprawę jakości sensorycznej bez konieczności dodawania cukrów. Niższą biodostępność wapnia i witamin można zmienić poprzez zastosowanie procesów fermentacji napojów roślinnych za pomocą wybranych szczepów bakterii. Składniki orzechów i zbóż mają wysokie właściwości przeciwutleniające, jednak w czasie produkcji napojów większość związków bioaktywnych pozostaje w produktach odpadowych. Dlatego odpady roślinnych zamienników mleka powinny być w miarę możliwości odzyskiwane w procesie produkcji i po homogenizacji łączone z napojami roślinnymi.

Należy zauważyć, że większość napojów roślinnych nie może w pełni zastąpić mleka krowiego pod względem jakości odżywczej. Niektóre z nich (rośliny strączkowe, migdały, orzechy, nasiona itp.) zawierają składniki, które mogą być również alergenne dla niektórych konsumentów, a ich stosowanie u osób z alergiami i nietolerancjami na wybrane białka pochodzenia roślinnego wymaga uwagi i ostrożności.

Wybór napoju roślinnego stosowanego w diecie będzie zależał od celu (żywieniowego lub sensorycznego), którego dana osoba chce osiągnąć,

a także od indywidualnych preferencji i/lub ograniczeń żywieniowo-zdrowotnych.

Piśmiennictwo:

1. Althobiti R.A., Sadiq NW., Beauchemin D.: Realistic risk assessment of arsenic in rice, *Food Chem.* 2018; 257: 230–236; <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.015>
2. Aydara E.F., Tutuncua S., Ozcelika B.: Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *J. Funct. Foods.* 2020; 70: 103975; <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>
3. Brusati M., Baroni L., Rizzo G., Giampieri F., Battino M.: Plant-Based Milk Alternatives in Child Nutrition. *Foods.* 2023; 12: 1544; <https://doi.org/10.3390/foods12071544>
4. Chalupa-Krebzdak S., Long C.J., Bohrer B.M.: Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. *International Dairy Journal.* 2018; 87: 84–92; <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.07.018>
5. Cockell K.A., Bonacci G., Belonje B.: Manganese content of soy and rice beverages is high in comparison to infant formulas. *Journal of the American Nutrition Association.* 2004; 23(2): 124-30; <https://doi.org/10.1080/07315724.2004.10719352>
6. Craig W.J., Fresán U.: International Analysis of the Nutritional Content and a Review of Health Benefits of Non-Dairy Plant-Based Beverages. *Nutrients.* 2021; 13: 842; <https://doi.org/10.3390/nu13030842>
7. Dz.U.UE.L.2013.91.12. Zalecenie 2013/165/EU z dnia 27 marca 2013 r. w sprawie obecności toksyn T-2 i HT-2 w zbożach i produktach zbożowych OJ, L91/12-15.
8. EFSA (European Food Safety Authority), 2014. Evaluation of the increase of risk for public health related to a possible temporary derogation from the maximum level of deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins for maize and maize products. *EFSA Journal.* 2014; 12(5): 3699, 61; [doi:10.2903/j.efsa.2014.3699](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3699)
9. Eshel G., Shepon A., Makov T., Milo, R.: Land, irrigation, water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 2014; 111(23): 11996–12001; <https://doi.org/10.1073/pnas.1402183111>

10. Eshel G., Stainier P., Shepon A., Swaminathan, A.: Environmentally optimal, nutritionally sound, protein and energy conserving plant-based alternatives to U.S. meat. *Scientific Reports*. 2019; 9: 10345; <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46590-1>
11. Hidalgo-Fuentes B., de Jesús-José E., Cabrera-Hidalgo A.d.J., Sandoval-Castilla O., Espinosa-Solares T., González-Reza R.M., Zambrano-Zaragoza M.L., Liceaga A.M., Aguilar-Toalá J.E.: Plant-Based Fermented Beverages: Nutritional Composition, Sensory Properties, and Health Benefits. *Foods*. 2024; 13: 844; <https://doi.org/10.3390/foods13060844>
12. Kabak B.: The fate of mycotoxins during thermal food processing. *J. Sci. Food Agric*. 2009; 89: 549-554. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3491>
13. Lott M., Callahan E., Welker Duffy E. i wsp.: Healthy Eating Research (HER). Consensus Statement. Healthy Beverage Consumption in Early Childhood: Recommendations from Key National Health and Nutrition Organizations. 2019; <https://healthyeatingresearch.org/wp-content/uploads/2019/09/HER-HealthyBeverage-ConsensusStatement.pdf>
14. Lott M., Callahan E., Welker Duffy E., Story M., Daniels S.: Healthy Beverage Consumption in Early Childhood: Recommendations from Key National Health and Nutrition Organizations. Technical Scientific Report. Durham, NC: Healthy Eating Research, 2019; <http://healthyeatingresearch.org>
15. Mäkinen O. E., Wanhalinna V., Zannini E., Arendt E. K.: Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2016; 56(3): 339–349; DOI: 10.1080/10408398.2012.761950
16. Merritt R.J., Fleet S.E., Fifi A., Jump C., Schwartz S., Sentongo T., Duro D., Rudolph J., Turner J.: NASPGHAN Committee on Nutrition North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Position Paper: Plant-Based Milks. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr*. 2020; 71: 276–281; doi: 10.1097/MPG.0000000000002799
17. Milani J., Maleki G.: Effects of processing on mycotoxin stability in cereals. *J Sci Food Agric*. 2014; 94(12): 2372-5; doi: 10.1002/jsfa.6600.
18. Patel B.Y., Volcheck G.W.: Food allergy: Common causes, diagnosis, and treatment. *Mayo Clin. Proc*. 2015; 90:1411–1419; doi: 10.1016/j.mayocp.2015.07.012
19. Popova A., Mihaylova D., Lante A.: Insights and Perspectives on Plant-Based Beverages. *Plants (Basel)*. 2023;12(19): 3345. doi: 10.3390/plants12193345

20. Poore J., Nemecek T.: Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2018; 360: 987–992; DOI:10.1126/science.aag0216
21. Rachtan-Janicka J., Horvath A.: Napoje roślinne – niezdrowy marketing czy zdrowa alternatywa dla diety bezmlecznej? *Stand. Med./Ped.* 2019; 16: 226–236.
22. Samtiya M., Aluko R.E., Dhewa T.: Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. *Food Prod Process and Nutr.* 2020; 2: 6; <https://doi.org/10.1186/s43014-020-0020-5>
23. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K.: Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *J. Food Sci. Technol.* 2016; 53:3408–3423; doi: 10.1007/s13197-016-2328-3
24. Shkembi B., Huppertz T.: Glycemic Responses of Milk and Plant-Based Drinks: Food Matrix Effects. *Foods*. 2023, 12, 453; <https://doi.org/10.3390/foods12030453>
25. Thompson H. M., Levine S. L., Doering J., Norman S., Manson P., Sutton P., von Mérey G.: Evaluating exposure and potential effects on honeybee brood (*Apis mellifera*) development using glyphosate as an example. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2014; 10(3), 463–470; <https://doi.org/10.1002/ieam.1529>
26. Xie A., Dong Y., Liu Z., Li Z., Shao J., Li M., Yue X.: A Review of Plant-Based Drinks Addressing Nutrients, Flavor, and Processing Technologies. *Foods*. 2023;12(21): 3952; doi: 10.3390/foods12213952
27. Vicini J.L., Jensen P.K., Young B.M., Swarthout J.T.: Residues of glyphosate in food and dietary exposure. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2021; 20: 5226–5257; <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12822>

Dr hab. Hanna Mojska, prof. NIZP PZH-PIB

Zakład Żywienia i Wartości Odżywczej Żywności

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy

TŁUSZCZ I KWASY TŁUSZCZOWE W NAPOJACH ROŚLINNYCH I W MLEKU KROWIM – KONTEKST ŻYWIENIOWY I ZDROWOTNY

Wstęp

Napoje roślinne (*Plant-Base Beverages – PBB*) wytwarzane są przez wodną ekstrakcję/macerację materiału roślinnego. Głównymi składnikami napojów roślinnych są zboża (owies, ryż), rośliny strączkowe (soja, groch), orzechy (migdały, orzechy laskowe, włoskie, makadamia) i inne składniki m.in. kokos, sezam. W zależności od rodzaju zawierają sól, cukier, oleje roślinne i substancje stabilizujące. Dodatkowo wzbogacane są w wapń i witaminy, przede wszystkim D i B₁₂. W ostatnich latach obserwowany jest na całym świecie gwałtowny wzrost rynku napojów roślinnych. Szacuje się że globalny rynek jest wart już ponad 18 mld USD, a do 2025 roku osiągnie wartość ponad 24 mld USD. W Europie jego wartość jest szacowana na 3 mld EUR i w 2025 r. wzrośnie do 5 mld EUR [Medici i wsp. 2023]. Również w Polsce obserwowany jest wzrost zainteresowania tymi napojami. Z raportu „Postawy Polaków wobec roślinnych alternatyw nabiału” [Postawy Polaków... raport 2020] wynika, że ponad 30% konsumentów w Polsce spożywa te produkty przynajmniej okazjonalnie. Najbardziej otwarci na spożywanie roślinnych alternatyw nabiału są osoby w wieku 18-34 lat (45-48%). Z cytowanego raportu wynika, że do najważniejszych motywów, którymi kierują się polscy konsumenci należą, podobnie jak w innych krajach, kwestie etyczne, środowiskowe i aspekty zdrowotne. Wśród czynników, które skłaniają do wyboru napojów roślinnych wymienia się takie kwestie zdrowotne, jak m.in. nietolerancję laktozy i alergie na białka mleka przeżuwaczy oraz tendencję zwiększenia obecności produktów roślinnych w diecie, które są postrzegane, jako korzystne dla zdrowia. Ponadto wymieniane są kwestie ochrony środowiska, kwestie etyczne, w tym obawy dotyczące dobrostanu zwierząt i religijne, które często prowadzą do wyboru diet wegańskich/

wegetariańskich, w których napoje bezmleczne stają się jednym z istotnych składowych pożywienia. Napoje roślinne traktowane są jako alternatywa dla mleka krowiego a w stosunku do nich używana jest potocznie nazwa „mleko roślinne”. Jednak zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 [Rozporządzenie... 2013] termin „mleko” oznacza wyłącznie „zwykłą wydzielinę z wymion – bez żadnych dodatków ani niepoddaną ekstrakcji – otrzymywaną z co najmniej jednego doju”. Definicja ta została potwierdzona wyrokiem Trybunału Unii Europejskiej z dnia 14.06.2017 r. [European Union... 2017]. Uwzględniając skład surowcowy napojów roślinnych i ich wzrastającą popularność, szczególnie wśród młodzieży i młodych dorosłych, należy rozważyć czy rzeczywiście są one pełnowartościową alternatywą dla mleka krowiego i czy mogą je całkowicie zastąpić w codziennej diecie.

Celem badań było dokonanie przeglądu dostępnych na rynku napojów roślinnych wraz z oceną składu i wartości odżywczej podanej na etykietach produktów oraz oznaczenie analityczne zawartości tłuszczu i kwasów tłuszczowych w wybranych napojach roślinnych.

Material i metody

Przeprowadzono analizę dostępności różnych rodzajów napojów roślinnych oferowanych zarówno w tradycyjnych punktach sprzedaży (sklepy, supermarkety) w Warszawie oraz oferowanych w sprzedaży internetowej.

Do badań analitycznych zakupiono 40 próbek napojów roślinnych, które reprezentowały 9 marek/producentów. Probki zakupiono w sklepach stacjonarnych na terenie Warszawy oraz w sklepach internetowych w okresie od maja do września 2024 roku. Kryterium włączenia było oznakowanie na etykiecie produktu zgodne z obowiązującymi wymaganiami [Rozporządzenie...2011]. Do badań wybrano następujące rodzaje napojów roślinnych różnych marek/producentów: owsiane – 9 próbek, migdałowe – 7 próbek, sojowe – 6 próbek, kokosowe – 6 próbek, ryżowe – 6 próbek i z orzechów (laskowe, makadamia, włoskie) – 6 próbek. Jedną próbkę każdego ww. napoju stanowiły 2 opakowania handlowe tej samej marki/producenta pochodzące z dwóch różnych partii produkcyjnych. Prezentowane wyniki obejmują oznaczone analityczne zawartości tłuszczu

i kwasów tłuszczowych w pięciu asortymentach napojów roślinnych pochodzących od jednego producenta.

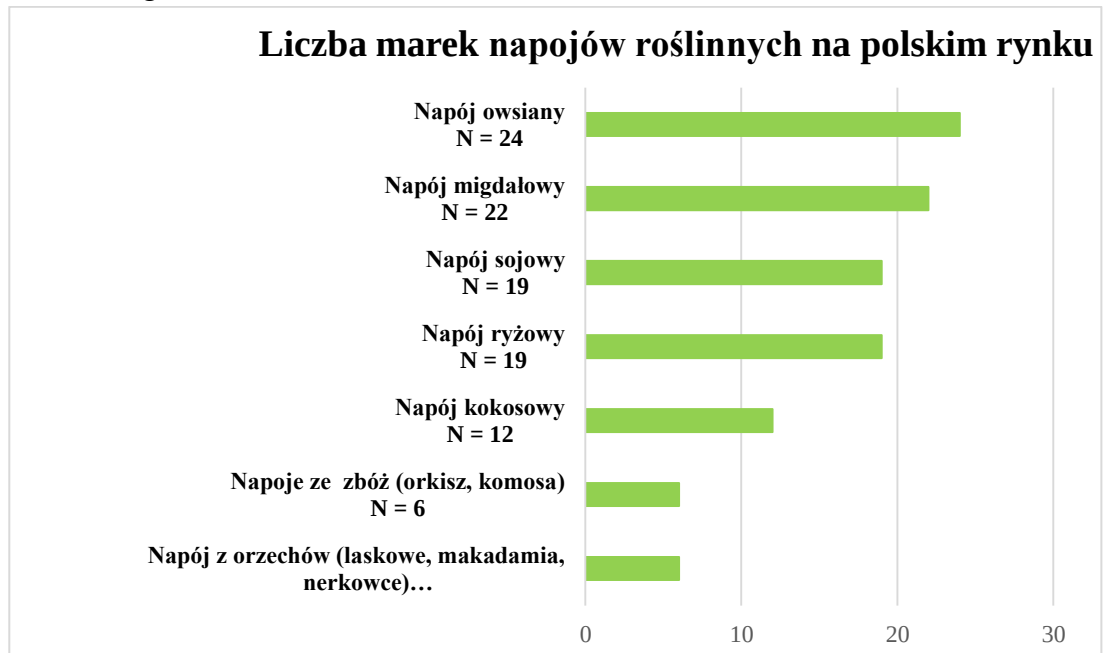
Zawartość tłuszczu oznaczono wg własnej procedury badawczej PB-01-PPChŻ (wyd. 05 z dnia 08.03.2021 r.) *Oznaczanie zawartości tłuszczu ogółem w żywności metodą ekstrakcyjno-wagową (Soxhleta)* przy użyciu aparatu ekstrakcyjnego B-811 z przystawką do hydrolizy wstępnej B-411 firmy BÜCHI Labortechnik AG.

Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczono wg własnej procedury badawczej PB-10 (wyd. 2 z dnia 09.03.2009 roku) Oznaczanie kwasów tłuszczowych, w tym izomerów trans w olejach i tłuszczach roślinnych oraz zwierzęcych, metodą chromatografii gazowej metodą chromatografii gazowej z detekcją spektrometrią mas (GC-MS). Metody zostały zwalidowane i posiadają akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (AB 509).

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona analiza dostępnych, w sklepach stacjonarnych i internetowych, napojów roślinnych pozwoliła na wyróżnienie 108 produktów (Ryc. 1) reprezentujących 32 marki różnych napojów roślinnych, w tym 4 marki własne sieci handlowych. Na etykietach produktów występujących pod marką własną sieci handlowych najczęściej nie podawano producenta napoju. Z przeprowadzonej analizy rynku napojów roślinnych wynika, że pod jedną marką producent ma w ofercie od 1 do 5 rodzajów napojów. Analiza asortymentów poszczególnych marek pokazała, że 24 producentów posiada w swojej ofercie napoje owsiane, 22 producentów – napoje migdałowe, 19 producentów – napoje sojowe, podobnie 19 producentów – napoje ryżowe. Napoje ze zbóż (orkisz, komosa) oraz napoje orzechowe (z orzechów laskowych, makadamia, nerkowca) posiadało po 6 producentów. Należy zaznaczyć, że prezentowana na Ryc. 1 liczba dostępnych napojów roślinnych nie obejmuje napojów danego rodzaju, które są wzbogacone różnymi dodatkami. Jeden rodzaj napoju danej marki/producenta, np. owsiany może występować w kilku wariantach, np. może zawierać różne dodatkowe składniki, jak algi, oleje roślinne (lniany, słonecznikowy) i/lub może być wyprodukowany w różnych wariantach smakowych np. smak waniliowy, czekoladowy, jak

również może występować w wersji z cukrem lub bez. Największą grupę produktów stanowiły napoje owsiane i napoje migdałowe. Z kolei najmniej było napojów z orzechów i zbóż takich, jak orkisz i komosa. Należy również podkreślić, że wszystkie napoje owsiane posiadały dodatek oleju słonecznikowego.



Rysunek 1. Rodzaje napojów roślinnych dostępnych na rynku w Polsce

N – liczba napojów danego rodzaju dostępnych na rynku polskim w 2024 r.

Wyniki analizy deklarowanej na etykietach wartości energetycznej i odżywczej, 40 napojów roślinnych zakupionych do badań analitycznych, przedstawiono w Tabeli 1, porównując je jednocześnie z wartością odżywczą mleka krowiego.

Tabela 1. Porównanie wartości energetycznej (kcal/100 ml) i wartości odżywczej (g/100 ml) pobranych do badań napojów roślinnych (n = 40) oraz mleka krowiego (n = 4), na podstawie informacji zawartych na etykietach produktów

Rodzaj napoju	Energia	Tłuszcz	NKT	Węglowodany	Cukry	Blonnik	Białko	Sól
Ryżowy (n=6)	55	1	0,1	11,5	6,55	0,35	0,25	0,1
Min-max	50-65	0,8-1,3	0,0-0,2	9,2-13,4	3,7-8,0	0,3-0,5	0,1-0,5	0,08-0,12
Owsiany (n=9)	48	1,4	0,2	7,1	4,4	0,5	0,7	0,12
Min-max	36-58	1,1-3,0	0,1-0,3	6,6-9,6	3,3-5,9	0,0-1,4	0,0-1,1	0,08-0,13
Migdałowy (n=7)	28	1,4	0,1	1,9	0,1	0,3	0,6	0,12
Min-max	12 - 37	1,0-2,7	0,1-0,8	0,0-3,7	0,0-2,7	0,1-0,6	0,4-1,1	0,08-0,13
Kokosowy (n=6)	28,5	1,1	0,85	3,2	2	0,2	0,15	0,11
Min-max	20 - 53	0,8-2,7	0,8-2,5	2,0-10,0	1,9-7,4	0,0-0,5	0,0-0,5	0,10-0,16
Sojowy (n=6)	44	2,05	0,3	2,9	2,45	0,6	3,5	0,095
Min-max	33 - 62	1,8-2,1	0,3-0,3	0,0-6,7	0,0-5,9	0,2-0,8	3,3-3,8	0,01-0,14
Orzechowy (n=6)	29,5	2,2	0,3	2,35	1,75	0,4	0,45	0,11
Min-max	29-37	1,5-3,0	0,1 -0,7	0,3-4,0	0,0-3,5	0,3-0,5	0,4-1,2	0,05-0,14
Mleko krowie (n=4)	60	3,2	1,95	4,7	4,7	0	3,1	0,1
Min-max	60-60	3,2-3,2	1,9-2,0	4,7-4,7	4,7-4,7	0-0	3,0-3,2	0,1-0,1

NKT – nasycone kwasy tłuszczowe

Wartość energetyczna analizowanych napojów roślinnych była zróżnicowana i wahała się od 12 kcal/100 ml (napój migdałowy) do 65 kcal/100 ml (napój ryżowy). Największą przeciętną wartość energetyczną, porównywalną do mleka krowiego, stwierdzono w napojach ryżowych (55 kcal/100 ml). Z kolei największą przeciętną zawartością tłuszczu charakteryzowały się napoje orzechowe (2,2 g/100 ml) i sojowe (2,05 g/100 ml). Stosunkowo duża zawartość tłuszczu w napojach owsianych (1,4 g/100 ml) wynikała wyłącznie z dodatku oleju słonecznikowego. Największą przeciętną zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych, mniejszą jednak o prawie połowę w porównaniu do mleka krowiego, stwierdzono w napojach kokosowych (0,85 g/100 ml).

Największą przeciętną zawartością węglowodanów (11,5 g/100 ml) i cukrów (6,55 g/100 ml) charakteryzowały się napoje ryżowe. Największa przeciętna zawartość białka występowała w napojach orzechowych (0,45 g/100 ml), była ona jednak i tak około siedmiokrotnie mniejsza niż w mleku krowim. Wszystkie napoje roślinne dostarczały błonnik pokarmowy w zakresie przeciętnie 0,2–0,5 g/100 ml. Należy zaznaczyć, że zawartość składników odżywczych w obrębie jednego rodzaju napoju była dość zróżnicowana i jak wynika z danych przedstawionych w Tabeli 1 wahała się w dość szerokim zakresie. Należy podkreślić, że wszystkie napoje ryżowe i owsiane miały dodatek oleju roślinnego, w większości słonecznikowego, co wpływało zarówno na wartość energetyczną ww. napojów, jak i na zawartość tłuszczu i kwasów tłuszczowych. Ponad połowa (55%) ocenionych napojów była wzbogacana w witaminy i wapń.

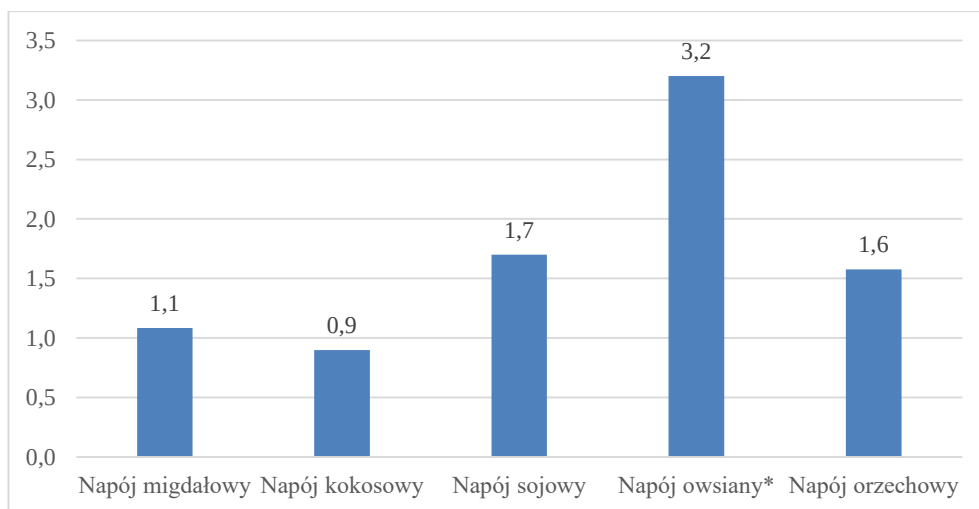
Z analizy obowiązkowych danych dotyczących wartości energetycznej i wartości odżywczej, przedstawionych na etykietach badanych napojów wynika, że napoje roślinne, w porównaniu do mleka krowiego, zawierały mniej białka. Mogą być zatem dobrą alternatywą dla mleka krowiego w chorobach, w których należy ograniczać jego spożycie m.in. w niewydolności nerek. Zawierały również mniej tłuszczu oraz charakteryzowały się niższą energetycznością w porównaniu do mleka krowiego. Jak się wydaje spożywanie napojów roślinnych zamiast mleka krowiego może być również korzystne w prewencji i leczeniu nadwagi i otyłości, pozwala bowiem na zmniejszenie dostarczanej energii z diety do nie więcej niż 30% [Jarosz i wsp. 2020]. Należy jednak podkreślić, że w profilaktyce i wspomaganiu leczenia chorób żywieniowo zależnych istotne znaczenie ma nie tylko ilość spożywanego tłuszczu, ale przede wszystkim rodzaj i wzajemne proporcje, występujących w danym tłuszczu, kwasów tłuszczowych.

W tabeli 2 przedstawiono skład surowcowy napojów, w których wykonano oznaczenia analityczne zawartości tłuszczu i kwasów tłuszczowych. Wszystkie napoje pochodziły od jednego producenta. Jak wynika z przedstawionych danych wszystkie napoje były wzbogacone w wapń i witaminę D₂ a większość również w witaminy z grupy B, przede wszystkim B₁₂ oraz witaminy B₂ i E.

Tabela 2. Skład napojów roślinnych (informacje na etykiecie) przebadanych pod względem zawartości tłuszczu i kwasów tłuszczowych

Nazwa/rodzaj produktu	Skład produktu zgodnie z deklaracją producenta
Napój owsiany	baza owsiana (woda, owies (8,7 %), olej słonecznikowy, błonnik z korzenia cykorii, białko grochu, wapń , regulator kwasowości (fosforany potasu), naturalny aromat, emulgator (lecytyny), sól morską, stabilizator (guma gellan), witamina D₂
Napój migdałowy	woda, migdały (2,3 %), wapń , sól morską, stabilizatory (guma gellan, guma guar), emulgator (lecytyny), naturalny aromat, witaminy B₁₂, D₂, E
Napój sojowy	baza sojowa (98,8 %) (woda, obłuszczone ziarno soi (8,7 %)), regulatory kwasowości (fosforany potasu), wapń , aromaty, sól morską, stabilizator (guma gellan), witaminy B₂, B₁₂, D₂
Napój kokosowy	woda, wsad kokosowy (8,6 %) (woda, krem kokosowy (4 %)), ryż (3,3 %), wapń , stabilizatory (guma guar, guma gellan, guma ksantanowa), sól morską, aromaty, witaminy B₁₂, D₂
Napój orzechowy	woda, cukier, orzechy laskowe (2,8 %), wapń , sól morską, stabilizatory (mączka chleba świętojańskiego, guma gellan), emulgator (lecytyna), witaminy B₂, B₁₂, D₂, E

Porównanie zawartości tłuszczu w przebadanych napojach roślinnych przedstawiono na Ryc. 2. Zawartość tłuszczu w badanych napojach roślinnych wahała się od 0,9 g/100 g (napój kokosowy) do 3,2 g (napój owsiany wzbogacony w olej słonecznikowy) i była zgodna z wartościami deklarowanymi na etykietach produktów.



Rys. 2. Porównanie oznaczonej zawartości tłuszczu w napojach roślinnych [g/100 g]

*Napój owsiany zawiera w składzie olej słonecznikowy

W tabeli 3 przedstawiono wyniki oznaczenia zawartości kwasów tłuszczowych w poszczególnych rodzajach przebadanych napojów roślinnych w porównaniu do składu kwasów tłuszczowych mleka krowiego i w oleju słonecznikowego, który był dodany do napoju owsianego.

Tabela 3. Porównanie zawartości kwasów tłuszczowych (KT) w mleku krowim (1), napojach roślinnych (2) i oleju słonecznikowym (3) [% w/w]

Rodzaj KT	Mleko krowie	Napój					Olej słonecznikowy
		migdałowy	kokosowy	sojowy	owsiany	orzechowy	
C 4:0	3,43 [1,68 – 6,10]	GO*	GO	GO	GO	GO	–**
C 6:0	2,11 [1,18 – 3,26]	GO	GO	GO	GO	GO	NW***
C 8:0	1,30 [0,61 – 2,07]	< GO	5,47	0,01	0,21	< GO	NW
C 10:0	3,09 [1,23 – 5,11]	< GO	5,80	0,01	0,14	0,02	NW
C 11:0	0,08 [0,02 – 0,24]	< GO	< GO	< GO	< GO	< GO	–
C 12:0	3,42 [1,33 – 5,63]	< GO	41,30	0,09	0,01	< GO	NW – 0,1
C 13:0 iso	0,08 [0,02 – 0,21]	–	–	–	–	–	–

Rodzaj KT	Mleko krowie	Napój					Olej słonecznikowy
		migdałowy	kokosowy	sojowy	owsiany	orzechowy	
C 13:0	0,12 [0,04 – 0,30]	< GO	< GO	< GO	< GO	< GO	–
C 14:0 iso	0,11 [0,04 – 0,29]	–	–	–	–	–	–
C 14:0	10,58 [4,95 – 14,21]	< GO	22,04	0,10	0,07	0,02	NW – 0,2
C 15:0 iso	0,21 [0,10 – 0,42]	–	–	–	–	–	–
C 15:0 anteiso	0,45 [0,10 – 0,77]	–	–	–	–	–	–
C 15:0	1,05 [0,31 – 2,02]	< GO	< GO	0,01	0,01	< GO	–
C 16:0 iso	0,22 [0,06 – 0,52]	–	–	–	–	–	–
C 16:0	27,50 [17,16 – 39,20]	7,56	11,88	12,24	8,89	6,36	5,0 – 7,6
C 17:0 iso	0,26 [0,10 – 0,48]	–	–	–	–	–	–
C 17:0 anteiso	0,40 [0,22 – 0,72]	–	–	–	–	–	–
C 17:0	0,46 [0,25 – 0,75]	0,02	< GO	0,05	0,02	0,01	NW – 0,1
C 18:0	10,08 [4,64 – 18,79]	2,11	4,56	5,87	3,76	2,27	2,7 – 6,5
C 20:0	0,11 [0,02 – 0,26]	0,03	0,03	0,36	0,14	0,03	0,1 – 0,5
C 22:0	0,05 [0,01 – 0,19]	0,01	0,01	0,39	0,62	0,01	0,3 – 1,5
C 24:0	0,06 [0,01 – 0,24]	0,01	0,01	0,13	0,17	< GO	NW – 0,5
Suma SFA	65,18 [50,02-76,35]	9,76	91,15	19,27	14,06	8,73	–
C 16:1 c	–	0,41	GO	0,02	0,05	0,09	NW – 0,3
C 16:1t9	0,07 [0,01 – 0,20]	–	–	–	–	–	–
C 17:1c9	0,19 [0,07 – 0,54]	–	–	–	–	–	–
C 17:1	–	0,03	GO	0,01	GO	0,01	NW – 0,1
C18:1t6-8	0,18 [0.04-0.53]	–	–	–	–	–	–
C18:1t9	0,21 [0.07-0.48]	–	–	–	–	–	–
C18:1t10	0,42 [0.08-1.84]	–	–	–	–	–	–
C18:1t11	0,92 [0.24-1.96]	–	–	–	–	–	–
C18:1c9	20,80	–	–	–	–	–	–

Mleko i produkty mleczne, a ich substytuty roślinne 55

Rodzaj KT	Mleko krowie	Napój					Olej słonecznikowy
		migdałowy	kokosowy	sojowy	owsiany	orzechowy	
[11.63-34.01]							
18:1t15 + C18:1c11	0,78 [0.30-2.45]	–	–	–	–	–	–
C 18:1c	–	68,71	7,03	25,02	32,94	78,05	1,0 – 43,0
C18:1c12	0,40 [0.10-0.85]	–	–	–	–	–	–
C18:1t16	0,28 [0.09-0.57]	–	–	–	–	–	–
C20:1c8	0,11 [0.02-0.25]	–	–	–	–	–	–
C 20:1	–	< GO	< GO	0,07	0,08	< GO	NW – 0,3
C 22:1	–	< GO	< GO	< GO	< GO	< GO	NW – 0,3
C 24:1	–	< GO	< GO	< GO	< GO	< GO	NW
Suma MUFA	27,08 [16,39-40,87]	69,15	7,03	25,12	33,07	78,15	-
C18:2t11 c15	0,09 [0.01-0.23]	–	–	–	–	–	–
C18:2c9c12	2,86 [1.43-7.62]	–	–	–	–	–	–
C 18:2 cc	–	21,09	1,82	49,99	52,22	13,08	4,4 – 74,0
C18:3c9 c12c15	0,39 [0.13-1.95]	–	–	–	–	–	–
C18:2c9t11	0,52 [0.22-1.27]	–	–	–	–	–	–
C 18:3 n 3	–	< GO	< GO	5,41	0,17	0,02	NW – 0,3
C 20:2	–	< GO	< GO	0,01	< GO	< GO	NW
C20:3 n6	0,19 [0.06-0.70]	–	–	–	–	–	–
C20:4 n6	0,27 [0.02-1.05]	–	–	–	–	–	–
C20:5 n3	0,06 [0.01-0.18]	–	–	–	–	–	–
C 22:2	–	< GO	< GO	< GO	0,03	< GO	NW – 0,3
C22:4 n6	0,06 [0.01-0.35]	–	–	–	–	–	–
C22:5 n3	0,08 [0.02-0.30]	–	–	–	–	–	–
Suma PUFA	4,51 [2,77 – 11,11]	21,09	1,82	55,41	52,42	13,10	–
Suma Trans	1,78 [0,69 – 3,36]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	–
LC-PUFA n3	0,53 [0,23 – 2,01]	0,00	0,00	5,41	0,17	0,02	–
LC-PUFA n6	3,38 [1,93 – 9,33]	21,09	1,82	49,99	52,22	13,08	–

- (1) Skład kwasów tłuszczowych w mleku krowim podany na podstawie G. Conte, A. Serra, P. Cremonesi, S. Chessa, B. Castiglioni, A. Cappucci, E. Bulleri, M. Mele, *Investigating mutual relationship among milk fatty acids by multivariate factor analysis in dairy cows*, *Livestock Science*, Vol. 188, 2016, 124-132, ISSN 1871-1413, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.04.018>.
- (2) Skład kwasów tłuszczowych w napojach roślinnych (migdałowym, kokosowym, sojowym, owsianym, orzechowym) oznaczony analitycznie metodą GC-MS.
- (3) Skład kwasów tłuszczowych oleju słonecznikowego podany na podstawie *Codex Standard for Named Vegetable Oils CXS 210-1999 (2023)*.

* GO – granica oznaczalności <0,01 %

** „–” – nie oznaczono

*** NW – nie wykryto, definiowane jako $\leq 0,05\%$

SFA (Saturated Fatty Acids) – Nasycone kwasy tłuszczowe

MUFA (Monounsaturated Fatty Acids) – Jednonienasycone kwasy tłuszczowe

PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids) – Wielonienasycone kwasy tłuszczowe

LC-PUFA (Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids)

Porównanie składu kwasów tłuszczowych napojów roślinnych i mleka krowiego wyraźnie wskazuje na ubogi profil lipidowy napojów roślinnych. W mleku krowim występuje ponad 50 różnych kwasów tłuszczowych, uwzględniając izomery *cis* i *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. Tymczasem w napojach roślinnych występowało zaledwie kilkanaście różnych kwasów tłuszczowych. Jednocześnie widać wyraźne różnice w zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych pomiędzy badanymi napojami roślinnymi. W napoju kokosowym dominowały nasycone kwasy tłuszczowe, stanowiąc ponad 90% wszystkich kwasów tłuszczowych obecnych w tym napoju. Były to głównie średniołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe laurynowy (12:0) i mirystynowy (14:0). Kwasy te są łatwo przyswajalne, bowiem wchłaniają się z jelit wprost do krążenia wrotnego, a do ich trawienia nie są konieczne lipazy. Ponadto w większym stopniu są zużywane przez organizm do procesów energetycznych niż do odkładania się w postaci tkanki tłuszczowej, dlatego przypuszcza się, że ich spożycie może sprzyjać obniżeniu masy ciała [de Oliveira i wsp. 2013]. Należy zaznaczyć, że w porównaniu do tłuszczów zwierzęcych, tłuszcz kokosowy nie podnosi poziomu całkowitego cholesterolu i jego frakcji LDL w surowicy, w takim samym stopniu jak masło, ale z drugiej strony nie podwyższa frakcji HDL, w takim stopniu, jak inne oleje roślinne [Astrup 2014]. W pozostałych analizowanych napojach roślinnych zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych wahała się od około 9% w/w do ponad 14% w/w i były to głównie kwas palmitynowy (16:0) i kwas stearynowy

(18:0). Należy przy tym zaznaczyć, że w mleku krowim przeciętna zawartość ww. kwasów tłuszczowych była znacząco wyższa i wynosiła, odpowiednio ponad 27% i ponad 10% wszystkich kwasów tłuszczowych. Z kolei w napojach orzechowym i migdałowym dominowały kwasy jednonienasycone stanowiąc, odpowiednio 78 i 69% wszystkich kwasów tłuszczowych. W napoju sojowym około 50% wszystkich kwasów tłuszczowych stanowił kwas linolowy (18:2 n-6), dziesięciokrotnie mniej było kwasu α -linolenowego (18:3 n-3). Około 20% stanowiły kwasy nasycone a ponad 25% jednonienasycone. We wszystkich napojach roślinnych obserwowany był bardzo niekorzystny stosunek 18:2 n-6 do 18:3 n-3. Zawartość kwasu linolowego przewyższała zawartość kwasu α -linolenowego od kilkudziesięciu do nawet kilkuset razy.

Jak się wydaje spożywanie napojów roślinnych może jeszcze podwyższać obserwowany w diecie typu zachodniego, niekorzystny stosunek kwasów n-6 do n-3. Z drugiej strony, odnosząc się wyłącznie do frakcji tłuszczowej, należy zaznaczyć, że napoje roślinne zawierają sterole roślinne, zarówno w postaci wolnej, jak i w postaci pochodnych glikozydowych, przede wszystkim β -sitosterol, kampesterol i stigmasterol [Decloedt i wsp. 2017]. Sterole roślinne wykazują, dobrze udokumentowane w badaniach klinicznych, działanie obniżające stężenie cholesterolu w surowicy krwi. Zgodnie z obowiązującymi przepisami mogą być dodawane do określonych rodzajów żywności, a na etykiecie takich produktów można umieszczać oświadczenia zdrowotne: „*Sterole roślinne/ stanole roślinne pomagają w utrzymaniu prawidłowego poziomu cholesterolu we krwi*” [Rozporządzenie... 2012]. W licznych badaniach wykazywano również działanie przeciwnowotworowe, przeciwzapalne i przeciwutleniające steroli roślinnych [Bradford, Awad 2007; Ramprasath, Awad 2015; Aldini i wsp. 2014; Ling, Jones 1995; Wang i wsp. 2002; Woyengo i wsp. 2009]. Należy podkreślić z kolei, że w mleku krowim występują unikalne i charakterystyczne wyłącznie dla tłuszczu mlecznego nasycone kwasy tłuszczowe: masłowy (4:0), kapronowy (6:0) i kaprylowy (8:0). Krótkołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe obecne w mleku i przetworach mlecznych wpływają na funkcjonowanie układu odpornościowego, w tym na aktywność komórek układu immunologicznego, ale także na ich migrację do miejsca stanu zapalnego i mogą jak się wydaje odgrywać istotną rolę

w leczeniu chorób przebiegających ze stanem zapalnym. Warto zwrócić uwagę, że zgodnie z aktualnym stanowiskiem Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego [Mach M i wsp. 2020] dzienne spożycie do 200 g przetworów mlecznych (w tym mleka), niezależnie od tego, czy są to produkty pełnotłuste czy niskotłuszczowe, nie wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zapadalności na niedokrwinną chorobę serca (NChS). Pełnotłuste produkty mleczne mogą być zatem spożywane, o ile nie występuje ryzyko dyslipidemii. Podobnie, jak w przypadku krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (4:0 i 6:0), wyłącznie w mleku przeżuwaczy występują skoniugowane dieny kwasu linolowego (ang. *Conjugated Linoleic Acids*, CLA). W badaniach na zwierzętach wykazano działanie przeciwnowotworowe, antymiażdżycowe i antycukrzycowe kwasu CLA, a także ograniczanie syntezy tkanki tłuszczowej [Codex Alimentarius... 2015].

Porównując skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlecznym i w napojach roślinnych, należy jednoznacznie stwierdzić, że nie są one i nie mogą być alternatywą dla mleka krowiego. Dotyczy to szczególnie grup wrażliwych tzn. niemowląt i małych dzieci, kobiet ciężarnych i matek karmiących piersią.

W odniesieniu do niemowląt, jednoznaczne stanowisko w sprawie niestosowania bezmlecznych napojów roślinnych w żywieniu tej grupy wiekowej, zostało sformułowane w 2021 roku przez Polskie Towarzystwo Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dziecka [Szajewska i wsp. 2021].

Wskazano, że napoje roślinne nie pokrywają podstawowego zapotrzebowania dziecka na składniki odżywcze w 1. roku życia, dlatego nie mogą stanowić alternatywy dla preparatów mleka modyfikowanego lub preparatów mlekozastępczych. Nie mogą również zastępować mleka matki, jeśli dziecko nie jest karmione piersią. Dodatkowo zacytowano stanowisko NASPGHAN (*North American Society For Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition*) [Meritt i wsp. 2020], w którym autorzy zwracają uwagę na udokumentowane negatywne skutki niewłaściwego wprowadzania niektórych napojów roślinnych do diety małego dziecka, obejmujące m.in.: brak odpowiedniego przyrostu masy i długości/wysokości ciała, niedożywienie i ryzyko niedoborów składników odżywczych, w tym ryzyko niedokrwistości z niedoboru żelaza, krzywicy, zaburzeń elektrolitowych

i kamicy nerkowej. Wskazano, że alternatywę dla mleka matki mogą stanowić jedynie zalecane preparaty przeznaczone do żywienia niemowląt. Napoje roślinne, nawet wzbogacone odpowiednią ilością mikroelementów, nie mogą być traktowane, jako równoważne dla mleka kobiecego czy modyfikowanego mleka krowiego z uwagi na odmienną biodostępność składników mineralnych z produktów wzbogacanych. Biodostępność wapnia w napojach roślinnych dodatkowo ogranicza niekorzystny stosunek wapnia do fosforu, mała zawartość białka, brak laktozy i witaminy C, wysokie pH napojów oraz obecność fitynianów w napojach bazujących na zbożach i roślinach strączkowych. Eksperti zwracają także uwagę na możliwą obecność zanieczyszczeń m. in. mykotoksyn i metali szkodliwych dla zdrowia, np. arsenu.

W nielicznych opublikowanych dotychczas badaniach porównujących skład kwasów tłuszczowych w mleku matek stosujących dietę wegańską i matek stosujących tradycyjny model żywienia, wykazano istotne różnice. W jednych z pierwszych badań z tego zakresu Sanders i Reddy [Sanders, Reddy 1992] wykazali istotnie ($p < 0,01$) ponad dwa razy większe stężenie kwasu linolowego z rodziny n-6 i około trzy razy większe stężenie kwasu α -linolenowego z rodziny n-3 w mleku matek na diecie wegańskiej. Z kolei stężenie kwasu dozaheksaenowego (DHA, 22:6 n-3) było w mleku weganek istotnie ($p < 0,01$) ponad 2,5 razy mniejsze w porównaniu do mleka matek stosujących tradycyjny model żywienia. Jednocześnie zawartość DHA w lipidach erytrocytów 14-tygodniowych dzieci matek stosujących dietę wegańską była istotnie ($p < 0,05$) 1,7 razy mniejsza w porównaniu do dzieci matek stosujących tradycyjny model żywienia. Podobne wyniki, w badaniach opublikowanych w 2023 r., uzyskali Ureta-Velasco i wsp. [Ureta-Velasco i wsp. 2023]. Badając skład kwasów tłuszczowych w mleku 20 matek weganek i 92 matek stosujących tradycyjny model żywienia stwierdzili, że zawartość DHA w mleku weganek była istotnie ($p < 0,001$) 2,2 razy mniejsza. Należy podkreślić, że DHA pełni przede wszystkim ważną rolę jako składnik strukturalny lipidów błon komórkowych, zapewniając ich płynność i przepuszczalność, aktywność enzymów i receptorów związanych z błoną oraz przekazywanie sygnałów, przede wszystkim w fosfolipidach tkanki nerwowej i w siatkówce oka. Duże ilości DHA są gromadzone w rozwijającym się i dojrzewającym mózgu w okresie życia płodowego

i dwóch pierwszych lat życia. Stanowi on ponad 10% lipidów mózgu i jest głównym wielonienasyconym kwasem tłuszczowym obecnym w mózgu i pręcikach na siatkówce oka [Jensen i wsp. 2005]. Dla niemowląt najlepszym źródłem DHA jest mleko matki. W przypadku niemowląt, które od pierwszego dnia życia, z różnych powodów, nie są karmione piersią, źródłem DHA są preparaty do początkowego żywienia niemowląt (mleko początkowe). Od niedawna został wprowadzony przepisami prawa obowiązek wzbogacania mlek początkowych wyłącznie w DHA [Rozporządzenie... 2015].

Podsumowując należy stwierdzić, że napoje roślinne, m. in. napoje owsiane, mogą odgrywać ważną rolę w profilaktyce i wspomaganiu leczenia chorób sercowo-naczyniowych, poprzez obniżanie stężenia LDL-cholesterolu [Onning i wsp. 1999]. Pamiętać należy jednocześnie, że skład kwasów tłuszczowych napojów roślinnych różni się zasadniczo od mleka krowiego i nie powinny być one traktowane, jako alternatywa dla mleka krowiego i zalecane w żywieniu, przede wszystkim grup wrażliwych.

Piśmiennictwo:

1. Medici E, Craig WJ, Rowland I. A Comprehensive Analysis of the Nutritional Composition of Plant-Based Drinks and Yogurt Alternatives in Europe. *Nutrients*. 2023 Jul 31;15(15):3415.
2. Postawy Polaków wobec produktów roślinnych – raport z badań opinii publicznej 2020 (<https://roslinniejemy.org/blog/postawy-polakow-wobec-roslinnych-alternatyw-nabialu>)
3. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007
4. European Union (2017) JUDGMENT OF THE COURT (Seventh Chamber) 14 June 2017. Regulation (EU) No 1308/2013 — Article 78 and Annex VII, Part III — Decision 2010/791/EU — Definitions, designations and sales descriptions — ‘Milk’ and ‘milk products’ — Designations used for the promotion and marketing of purely plant-based products. Case C-422/16. *Official Journal of the European Union* 21.08.2017. C277/18.
5. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylenia dyrektywy Komisji

- 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004) w zakresie składu i wartości odżywczej.
6. Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Charzewska J. (red. nauk.), Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie, NIZP-PZH, 2020
7. de Oliveira Otto MC, Nettleton JA, Lemaitre RN, Steffen LM, Kromhout D, Rich SS, Tsai MY, Jacobs DR, Mozaffarian D. Biomarkers of dairy fatty acids and risk of cardiovascular disease in the Multi-ethnic Study of Atherosclerosis. *J Am Heart Assoc.* 2013 Jul 18;2(4)
8. Astrup A., A changing view on SFAs and dairy: from enemy to friend, *Am. J. Clin. Nutr.* 2014, 100, 6, 1407–1408.
9. Decloedt AI, Van Landschoot A, Watson H, Vanderputten D, Vanhaecke L. Plant-Based Beverages as Good Sources of Free and Glycosidic Plant Sterols. *Nutrients.* 2017 Dec 29;10(1):21.
10. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 432/2012 z dnia 16 maja 2012 r. ustanawiające wykaz dopuszczonych oświadczeń zdrowotnych dotyczących żywności, innych niż oświadczenia odnoszące się do zmniejszenia ryzyka choroby oraz rozwoju i zdrowia dzieci
11. Bradford P.G., Awad A.B. Phytosterols as anticancer compounds. *Mol. Nutr. Food Res.* 2007;51:161–170.
12. Ramprasath V.R., Awad A.B. Role of Phytosterols in Cancer Prevention and Treatment. *J. AOAC Int.* 2015;98:735–738.
13. Aldini R., Micucci M., Cevenini M., Fato R., Bergamini C., Nanni C., Cont M., Camborata C., Spinozzi S., Montagnani M., et al. Antiinflammatory effect of phytosterols in experimental murine colitis model: Prevention, induction, remission study. *PLoS ONE.* 2014;9:e108112.
14. Ling W.H., Jones P.J. Dietary phytosterols: A review of metabolism, benefits and side effects. *Life Sci.* 1995;57:195–206.
15. Wang T., Hicks K.B., Moreau R. Antioxidant activity of phytosterols, oryzanol, and other phytosterol conjugates. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 2002;79:1201–1206.
16. Woyengo T.A., Ramprasath V.R., Jones P.J. Anticancer effects of phytosterols. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2009;63:813–820.
17. Mach M., Baigent C., Catapano A.L., i wsp., 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk: The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and European Atherosclerosis Society (EAS), *Eur. Heart J.*, 2020, 41, 111–188.
18. Codex Alimentarius, Standard For Named Animal fat, Codex Stan211–1999, wersja z 2015
19. Szajewska H, Socha P, Horvath A, Rybak A, Zalewski B M, Nehring-Gugulska M, Mojska H, Czerwionka-Szaflarska M, Gajewska D, Helwich E, Jackowska T, Książyk J, Lauterbach R, Olczak-Kowalczyk D, Weker H.

- Zasady żywienia zdrowych niemowląt. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci. *Przegląd Pediatryczny*. 2021;50(2):1-21
20. Merritt RJ, Fleet SE, Fifi A i wsp.; North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Position Paper: Plant-based Milks. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2020;71:276-281.
 21. Sanders TA, Reddy S. The influence of a vegetarian diet on the fatty acid composition of human milk and the essential fatty acid status of the infant. *J Pediatr*. 1992 Apr;120(4 Pt 2):S71-7.
 22. Ureta-Velasco N, Keller K, Escuder-Vieco D, Fontecha J, Calvo MV, Megino-Tello J, Serrano JCE, Romero Ferreiro C, García-Lara NR, Pallás-Alonso CR. Human Milk Composition and Nutritional Status of Omnivore Human Milk Donors Compared with Vegetarian/Vegan Lactating Mothers. *Nutrients*. 2023 Apr 12;15(8):1855.
 23. Jensen CL, Voigt RG, Prager TC, Zou YL, Fraley JK, Rozelle JC, Turcich MR, Llorente AM, Anderson RE, Heird WC. Effects of maternal docosahexaenoic acid intake on visual function and neurodevelopment in breastfed term infants. *Am J Clin Nutr*. 2005 Jul;82(1):125-32.
 24. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2016/127 z dnia 25 września 2015 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 609/2013 w odniesieniu do szczegółowych wymogów dotyczących składu preparatów do początkowego żywienia niemowląt i preparatów do dalszego żywienia niemowląt oraz informacji na ich temat, a także w odniesieniu do informacji dotyczących żywienia niemowląt i małych dzieci
 25. Onning G, Wallmark A, Persson M, Akesson B, Elmståhl S, Oste R. Consumption of oat milk for 5 weeks lowers serum cholesterol and LDL cholesterol in free-living men with moderate hypercholesterolemia. *Ann Nutr Metab*. 1999;43(5):301-9.

Polskie Towarzystwo Nauk Żywniowych

Polskie Towarzystwo Nauk Żywniowych powstało 25 sierpnia 1980 roku z inicjatywy członków Komitetu Żywienia Człowieka Polskiej Akademii Nauk, a Honorowym Przewodniczącym został prof. dr hab. Aleksander Szczygieł. Pierwszym Przewodniczącym [obecnie Honorowy Przewodniczący] był prof. dr hab. Stanisław Berger [1980-1986], następnie funkcję tę pełniły przez wiele lat prof. dr hab. Anna Gronowska-Senger [1987-2007], prof. dr hab. Anna Brzozowska [2008-2015], prof. dr hab. Jadwiga Hamułka [2016-2023], a od 2024 Przewodniczącą Towarzystwa jest dr hab. Magdalena Górnicka, prof. SGGW.

Główną ideą stworzenia Polskiego Towarzystwa Nauk Żywniowych było zintegrowanie środowiska naukowego z obszaru nauk medycznych, rolniczych, ekonomicznych, biologicznych i przyrodniczych, działających w zakresie nauki o **żywienie człowieka**. Powołanie Towarzystwa umożliwiło rozwój i podnoszenie prestiżu nauk żywieniowych w naszym kraju w stosunku do innych nauk, stworzenie krajowego forum dla wymiany doświadczeń, poglądów i stanowisk w ważących sprawach objętych właściwościami Towarzystwa, nawiązywanie kontaktów z innymi towarzystwami żywieniowymi w kraju i poza jego granicami. PTNŻ jest również aktywnym członkiem Federacji Europejskich Towarzystw Żywniowych [FENS – *Federation of European Nutrition Societies*].

Podstawowym zadaniem Towarzystwa było i jest organizowanie i popieranie działalności zmierzającej do rozwoju nauk żywieniowych, upowszechnianie i propagowanie osiągnięć naukowych z zakresu żywienia, w tym wpływu na zdrowie człowieka, zarówno w kraju, jak i poza jego granicami.

Cele te są realizowane poprzez:

- organizowanie konferencji, zebrań, sympozjów i kongresów naukowych, jak również wykładów, odczytów, wystaw, audycji w środkach masowego przekazu;
- współpracę z krajowymi i zagranicznymi jednostkami zajmującymi się problematyką żywienia;
- prowadzenie działalności wydawniczej;
- społeczne doradztwo naukowe w zakresie nauki o żywieniu człowieka.

Od roku 1993 Polskie Towarzystwo Nauk Żywnościowych, wspólnie z Wydziałem Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie, a obecnie z Instytutem Nauk o Żywieniu Człowieka, organizuje corocznie konferencje z cyklu „**Fakty i fikcje w żywieniu człowieka**”, podejmując różnorodne tematy:

Numer konferencji	Rok	Temat
I	1993	Fakty i fikcje w żywieniu człowieka
II	1994	Odchudzanie
III	1995	Tłuszcze
IV	1996	Suplementacja w żywieniu – za i przeciw
V	1997	Solić, słodzić – zdrowiu szkodzić?
VI	1998	Żywność niekonwencjonalna – za i przeciw
VII	1999	Czy wiemy co jemy?
VIII	2000	Żywność a alergię pokarmowe
IX	2001	Żywność funkcjonalna – blaski i cienie
X	2002	Witaminy antyoksydacyjne – fakty i kontrowersje
XI	2003	Dioksyny – ryzyko dla zdrowia?
XII	2004	Mleko – za i przeciw
XIII	2005	Fosfor w żywieniu człowieka – korzyści i zagrożenia
XIV	2006	Dodatki do żywności – blaski i cienie
XV	2007	Woda – rola i znaczenie w żywieniu człowieka
XVI	2008	Odchudzanie – korzyści i zagrożenia
XVII	2009	Suplementy diety – korzyści i zagrożenia
XVIII	2010	Solić czy nie?
XIX	2011	Czy nasze dzieci wiedzą co jedzą?
XX	2012	Czy warto czytać informacje na opakowaniach produktów spożywczych?
XXI	2013	Napoje energetyzujące – blaski i cienie
XXII	2014	Nutriogenetyka przyszłością żywienia?
XXIII	2015	Dieta bezglutenowa – fakty i mity
XXIV	2016	Bakterie przewodu pokarmowego człowieka – korzyści i zagrożenia?
XXV	2017	Żywność a aktywność fizyczna
XXVI	2018	Kawa, herbata, napoje niskoprocentowe – za i przeciw

XXVII	2019	Diety – moda czy konieczność?
XXVIII	2020	Wzbogacanie żywności – potrzeba czy konieczność?
XXIX	2021	Żywnienie i odporność
XXX	2022	Fakty i fikcje w żywieniu człowieka – wczoraj, dziś i jutro
XXXI	2023	Żywność ekologiczna i zdrowie
XXXII	2024	Mleko i produkty mleczne, a ich substytuty roślinne

W 2018 roku Towarzystwo zainaugurowało cykl konferencji naukowych, które są organizowane co 2 lata przez poszczególne Oddziały Towarzystwa. Celem tych cyklicznych konferencji pod wspólnym hasłem „**Dylematy nauki o żywieniu człowieka – dziś i jutro**”, jest wymiana poglądów i doświadczeń oraz zaprezentowanie aktualnych badań z zakresu nauki o żywieniu człowieka, realizowanych przez krajowe oraz międzynarodowe ośrodki naukowe. Do tej pory odbyły się trzy takie konferencje, dwie ostatnie o charakterze międzynarodowym:

- **Żywnienie i nowotwory**, 13-14.06.2018, Olsztyn;
- **Nutrition and quality of life of the elderly**, 23-24.06.2021, Warszawa;
- **Nutrition and women's health**, 22-23.06.2023, Poznań.

Materiały konferencyjne oraz informacje na temat przebiegu konferencji dostępne są na stronie Towarzystwa: <http://ptnz.sggw.pl/>

Od 1993 roku Zarząd Główny Towarzystwa, na podstawie decyzji Komisji Konkursowej, przyznaje Nagrodę im. profesora Aleksandra Szczygła członkom Towarzystwa w dwóch kategoriach: (1) za najlepszą pracę naukową, tj. monografię lub publikację oraz (2) za działalność popularyzatorską z zakresu nauki o żywieniu człowieka. W roku 2022 nagrodę otrzymał zespół dr Kinga Gawlińska, dr Dawid Gawliński, mgr inż. Ewelina Kowal-Wiśniewska, dr hab. Małgorzata Jarmuż-Szymczak, prof. dr hab. Małgorzata Filip, za najlepszą pracę naukowo-badawczą z zakresu nauki o żywieniu człowieka. Więcej informacji: <http://ptnz.sggw.pl/nagroda>.

Polskie Towarzystwo Nauk Żywnieniowych prowadzi stronę internetową [ptnz.sggw.pl], stale aktualizowaną poprzez zamieszczanie informacji

o własnej działalności, wydarzeniach podejmowanych przez Towarzystwo, poszczególne oddziały oraz FENS i IUNS jak również o innych krajowych i międzynarodowych wydarzeniach naukowych z zakresu nauki o żywieniu człowieka. Przygotowywane są również informacje o Towarzystwie i konferencjach organizowanych lub współorganizowanych, które są przesyłane do innych serwisów internetowych, np.:

www.kalendarzszkolen.mp.pl, www.updates.worldoflearnig.com.

Zarząd Główny oraz Oddziały Towarzystwa prowadzą współpracę o charakterze krajowym i międzynarodowym. W ramach **współpracy krajowej** podejmowanej w przeszłości i obecnie wymienić należy:

- Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka PAN i jego zespoły/komisje
- Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
- Polskie Towarzystwo Dietetyki
- Warszawska Szkoła Zdrowia
- Instytut Żywności i Żywienia
- Instytut-Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka
- Instytut Matki i Dziecka
- Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii
- Uniwersytety Trzeciego Wieku

a w ramach **współpracy międzynarodowej**:

- Federacja Europejskich Towarzystw Żywnościowych [FENS]
- Międzynarodowa Unia Nauk Żywnościowych [IUNS]
- Europejska Akademia Nauk Żywnościowych [EANS].

Obecnie Towarzystwo liczy ponad 250 członków, tym samym powiększyło skład osobowy prawie 10-krotnie w ciągu 40 lat istnienia. Działa poprzez pięć Oddziałów, tj.: Warszawski, Poznański, Krakowski, Gdańsko-Olsztyński oraz Białostocki.

Więcej informacji na temat Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych można znaleźć w publikacjach:

1. Kołajtis-Dołowy A., Hamułka J., Brzozowska A.: Wkład Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych w upowszechnianie wiedzy o prawidłowym żywieniu człowieka, [w:] Towarzystwa Naukowe w Polsce dziedzictwo, kultura, nauka, trwanie. Kruszewski Z. (red.),

Wydawca: Rada Towarzystw Naukowych przy Prezydium PAN, Warszawa 2013, s. 291-297, ISBN 978-83-61236-46-7.

2. Kołłajtis-Dołowy A., Gronowska-Senger A., Hamułka J.: Wkład Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych w upowszechnianie wiedzy o żywieniu człowieka. [w:] Rola towarzystw naukowych w rozwoju świadomości obywatelskiej i kulturowej. Gulczyński A., Kruszewski Z. (red.), Wyd. Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Poznań 2019. s. 329-342, ISBN 978-83-7654-441-0.

Zgodnie z aktualnymi zaleceniami diety planetarnej, spożycie mleka i produktów mlecznych należy ograniczyć, w celu zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i zużycia zasobów naturalnych. Nie oznacza to jednak konieczności eliminacji ich z diety. Promowane powinno być mleko i produkty mleczne pochodzące z gospodarstw stosujących zrównoważone praktyki rolnicze, które dbają o dobrostan zwierząt, ochronę zasobów wodnych i minimalizację emisji gazów cieplarnianych. Czynnikiem ograniczającym spożycie mleka może być niewątpliwie alergia na białka mleka krowiego. W tym wypadku dużą nadzieję pokłada się w coraz bardziej powszechnym „mleku A2”, które w porównaniu do mleka „tradycyjnego” – A1, jest postrzegane jako produkt mniej alergizujący. Alternatywnie, zaleca się włączenie spożycia roślinnych zamienników mleka wzbogaconych przede wszystkim w wapń i witaminę D. Spożywając zamiast mleka, napoje roślinne, np. sojowe, migdałowe, ryżowe, owsiane i inne roślinne zamienniki należy mieć jednak na uwadze, że ich skład i wartość odżywcza znacznie różni się w porównaniu do mleka. Obserwowany w ostatnich latach wzrost popularności diet wegańskich i wegetariańskich również może wpływać na zwiększenie preferencji dla roślinnych „alternatyw” mleka krowiego. Napoje te, często wzbogacone w składniki odżywcze, mogą stanowić wartościowy element diety zrównoważonej, ale nie powinny być traktowane jako substytut mleka.

ISBN 978-83-969665-0-6