

Mleko A2A2 - lepsze dla zdrowia. Lepsze dla technologa?

Łukasz Szala

Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-627 Poznań

lukasz.szala@up.poznan.pl

Wstęp

Mleko A2A2, pochodzące od specjalnie wyselekcjonowanych krów o genotypie A2A2, zyskuje coraz większą popularność na światowym runku produktów mleczarskich. Szacuje się, że w 2026 roku globalna wartość tego segmentu może osiągnąć około 21,39 miliarda dolarów amerykańskich [6]. Najwięksi producenci mleka A2A2 to obecnie Nowa Zelandia, Stany Zjednoczone, Indie, Chiny oraz kraje europejskie [1].

Podstawową cechą odróżniającą mleko A2A2 od konwencjonalnego mleka jest struktura β -kazeiny – jednego z głównych białek mlecznych. W wyniku historycznego procesu selekcji hodowlanej doszło do mutacji punktowej w genie kodującym β -kazeinę – zmiany pojedynczego nukleotydu skutkującej podstawieniem aminokwasu prolina na histydynę w pozycji 67 łańcucha peptydowego [2]. Mutacja ta doprowadziła do powstania wariantu A1 β -kazeiny, charakterystycznego dla większości współczesnych krów mlecznych.

Podczas trawienia β -kazeiny A1 w przewodzie pokarmowym może uwalniać się peptyd białkowy – β -kazomorfin-7 (BCM-7), podejrzewany o wywoływanie niepożądanych reakcji fizjologicznych, takich jak alergie skórne, zaczerwienienia, zaburzenia trawienne, spowolnienie perystaltyki jelit, trudności w oddychaniu, a nawet nasilenie objawów ze spektrum autyzmu [2]. W przypadku mleka A2A2, w którym występuje wyłącznie wariant β -kazeiny A2, podczas trawienia powstaje inny peptyd – β -kazomorfin-9 – uznawany za mniej problematyczny dla układu pokarmowego człowieka.

Choć różnice w strukturze β -kazeiny stanowią główny element wyróżniający mleko A2A2, nasuwa się pytanie: czy jest to jedyna cecha, która odróżnia je od konwencjonalnego mleka?



Skład chemiczny

Zaczynając od ogółu - mleko A2A2 składa się średnio z około 5,7% tłuszczu, 4,4 % laktozy oraz 3,6 % białek. W zależności od źródła literaturowego doniesienia są rozbieżne – niektóre wskazują na brak istotnych różnic w składzie odżywczym mleka A2A2 w porównaniu do mleka konwencjonalnego, inne zaś sugerują jego wyższą zawartość białka. pH mleka A2A2 również nie odbiega od wartości typowych dla mleka krowiego i wynosi około 6,49 [3]. Można by więc założyć, że mleko A2A2 pod względem ogólnego składu jest zbliżone do mleka konwencjonalnego, co umożliwia jego wykorzystanie w standardowych procesach technologicznych, takich jak fermentacja czy produkcja serów, bez konieczności modyfikowania parametrów technologicznych, jednakże badania wskazują na coś innego.

Kwasy tłuszczowe

Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w mleku może zależeć od jego genotypu. W badaniach porównano mleko pochodzące od krów o genotypach A1A1, A1A2 oraz A2A2 – przy czym warianty A1A1 i A1A2 dominują w populacji krów mlecznych, dlatego ich uwzględnienie w analizie jest zasadne. Okazało się, że mleko A2A2 zawiera więcej jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (23,04 % wszystkich kwasów tłuszczowych w mleku) w porównaniu do mleka A1A2 (21,68%), lecz nieco mniej niż mleko A1A1 (23,62%). W przypadku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych mleko A2A2 wykazało najwyższą zawartość spośród badanych typów – 5,49%, w porównaniu do 4,97% dla A1A1 i 4,28% dla A1A2.

Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych również wykazywała zmienność zależną od wariantu genetycznego i oscylowała wokół 71,44% dla mleka A1A1 i A2A2, natomiast była wyższa w przypadku mleka A1A2 – 74,04%.

Należy jednak zaznaczyć, że różnice te mogą być związane nie tylko z polimorfizmem genu β -kazeiny, ale także z obecnością wariantów genetycznych innych kazein, takich jak α S₁- i κ -kazeina. Sami Autorzy przytoczonej analizy przyznają również, że niewiele jest badań wykazujących korelację między wariantem genetycznym mleka, a jego profilem kwasów tłuszczowych i temat ten wymaga dalszych badań. Mimo to, choć różnice w składzie tłuszczów mogą wydawać się nieznaczne, mogą mieć istotne znaczenie dla jakości produktów mlecznych, a tym samym mogą wymagać dostosowania parametrów technologicznych ich produkcji [3].

Białka

Największych różnic między wariantami mleka należy oczekiwać w składzie frakcji białkowej – zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym, czyli profilów aminokwasowych. Mleko A2A2 może różnić się nie tylko zawartością białek ogółem, lecz także proporcjami poszczególnych aminokwasów, co zostało potwierdzone w badaniach.

Porównano zawartość wybranych aminokwasów w mleku pochodzącym od krów o genotypach A1A1, A1A2 i A2A2. Wykazano, że mleko A2A2 zawiera najmniejsze ilości kwasu asparaginowego, histydyny, lizyny, izoleucyny, metioniny, tyrozyny i waliny spośród analizowanych wariantów. Zawartość seryny i proliny była zbliżona do poziomów obserwowanych w mleku A1A1, jednak niższa niż w mleku A1A2.



Największą różnicę stwierdzono w zawartości leucyny – mleko A2A2 zawierało jej najwięcej spośród wszystkich wariantów (3,88 g/kg białek ogółem), w porównaniu do 3,14 g/kg w mleku A1A1 oraz 3,29 g/kg w mleku A1A2 [3].

Właściwości technologiczne mleka A2A2

Okazuje się, że mleko A2A2 różni się pod względem składu chemicznego od pozostałych, częściej pojawiających się wariantów genetycznych mleka, jednakże pojawia się pytanie - co to właściwie oznacza? Badań nad właściwościami technologicznymi mleka A2A2 jest stosunkowo niewiele, jednakże wraz z upływem czasu pojawia się coraz więcej publikacji w tym zakresie.

Mleko A2A2 vs A1A1

Naukowcy z Nowej Zelandii porównali właściwości technologiczne wymienionych wariantów mleka i wykazali, że zdecydowanie różnią się genetycznie między sobą. Białka mleka A2A2 charakteryzowały się większą aktywnością białek chaperonowych i niższą hydrofobowością, co przekładało się na lepszą zdolność do tworzenia emulsji. Dalej porównano zdolności pianotwórcze obu mlek. Mleko A2A2 wykazywało się zdecydowanie lepszą zdolnością do tworzenia piany (maksymalna objętość piany 190cm³ vs 75cm³ w mleku A1), jednakże stabilność piany pozostawała niezmienna. Co ciekawe, piana uzyskana z mleka A1A1 wzbogaconego w białka kazeinowe, które pozwalają na uzyskanie piany o większej objętości, nie była w stanie osiągnąć takich wartości jak mleko A2A2 bez tego dodatku (gdy oba mleka wzbogacono białkami kazeinowymi, maksymalna objętość piany wynosiła 253cm³ dla mleka A2A2 i 177 cm³ dla mleka A1A1) [4].

Porównano także zdolności fermentacyjne poszczególnych wariantów mleka w technologii produkcji jogurtów. Sama szybkość ukwaszania była niezależna od wariantu genetycznego surowca, a wartość pH=4,6 w obu przypadkach osiągnięto po około 300 min fermentacji, przy tych samych warunkach procesu. Z kolei proces żelowania, który jest istotny dla wytworzenia odpowiedniej tekstury jogurtu, zachodził wolniej w mleku A2A2 (punkt żelowania, czyli moment, w którym wartość $G' = 1$ Pa dla mleka A2A2 został osiągnięty później niż dla mleka A1A1 – zaobserwowano spowolnienie procesu o 6,5%). Oznacza to, że jogurty z mleka A2A2 po tym samym czasie fermentacji co jogurty z mleka A1A1 charakteryzowały się bardziej miękkim żelem, co może wpłynąć na ocenę konsumentów. Niższa stabilność mechaniczna żelu w jogurtach może być powodem ich deformacji i większej zdolności do wycieku serwatki. Odpowiednia komunikacja z konsumentem może jednak obrócić ten defekt w zaletę, ponieważ takie jogurty mogą być łatwiejsze do strawienia przez organizm [4].



Inni badacze, porównali przydatność technologiczną wariantów mleka A1A1 i A2A2 w serowarstwie. O ile nie stwierdzili istotnych różnic w składzie gotowych serów podpuszczkowych, zauważyli natomiast, że wariant genetyczny β -kazeiny wpłynął na skład serwatki (serwatka z serów A2A2 zawierała o 14% więcej białek, 42% więcej tłuszczu i 3% mniej laktozy, w porównaniu do serwatki z serów A1A1). Bezpośrednio po uformowaniu masa serowa uzyskana z mleka A1A1 była wyższa (20,71% masy wykorzystanego mleka), niż w przypadku mleka A2A2 (18,39%). Ta sama zależność została wykazana po 48 godzinach dojrzewania, jednakże po 168 godzinach sery miały podobną masę (16,41% przy mleku A1A1 i 15,09% przy mleku A2A2). Jako że wariant genetyczny białka może wpływać na początkowy uzysk masy serowej, badacze zalecają optymalizację procesu krojenia skrzepu przy koagulacji białka, co może skutkować mniejszą retencją tłuszczu i pyłu serowego do serwatki, a więc i większą wydajnością procesu [5].

Podsumowanie

Mleko A2A2 jawi się jako wartościowa alternatywa żywieniowa dla konsumentów. Ponadto warianty genetyczne β -kazeiny oraz innych białek mleka mogą istotnie wpływać na jakość otrzymywanych produktów mlecznych. Przytoczone badania podkreślają znaczenie identyfikacji rodzaju mleka przed jego obróbką oraz konieczność odpowiedniego planowania procesu technologicznego w zależności od składu mleka. Wymaga to ścisłej współpracy technologów z laboratoriami analitycznymi, a także może wiązać się z dodatkowymi wydatkami na analizy surowca. Niemniej jednak, takie podejście może przełożyć się na uzyskiwanie produktów bardziej pożądaných przez konsumentów oraz zwiększenie wydajności produkcji, co w dłuższej perspektywie może przyczynić się do poprawy efektywności ekonomicznej całego procesu. Badania nad zależnościami pomiędzy wariantami genetycznymi mleka a jego właściwościami technologicznymi i jakością uzyskanych produktów mlecznych wciąż są w toku i wymagają dalszej ewaluacji. Należy również pamiętać, że mleko A2A2 nie jest jedyną dostępną opcją genetyczną. Łączenie mleka o różnych genotypach (np. 75% mleka A2A2 i 25% mleka A1A1), może prowadzić do uzyskania produktów o odmiennych cechach końcowych, potencjalnie zachowując jednocześnie niektóre korzyści zdrowotne przypisywane mleku A2A2.

Warto zatem kontynuować eksperymenty i poszukiwać nowych metod obróbki tego surowca, z uwzględnieniem zmienności genetycznej oraz jej wpływu na finalną jakość produktów mleczarskich.

Literatura

1. Ariton A.M., Neculai-Valeanu A.S., Ungureanu E., Adina-Mirela A., Andra-Sabina N-V., Ioana P., Ungureanu E. (2024) A2 milk-Advantages and Challenges in the Manufacturing of Dairy Products.
2. Daniloski D., McCarthy N.A., Vasiljevic T. (2021) Bovine β -Casomorphins: Friends or Foes? A comprehensive assessment of evidence from in vitro and ex vivo studies. Trends Food Sci. Technol., 116:681–700.



3. de Vitte K., Kerziene S., Klementavičiūtė J., de Vitte M., Mišeikienė R., Kudlinskienė I., Čepaitė J., Dilbiene V., Stankevičius R. (2022) Relationship of β -casein genotypes (A1A1, A1A2 and A2A2) to the physicochemical composition and sensory characteristics of cows' milk. J. Appl. Anim. Res., 50:161–166.
4. Nguyen H. T. H., Schwendel H., Harland D., Day L. (2018) Differences in the yoghurt gel microstructure and physicochemical properties of bovine milk containing A1A1 and A2A2 β -casein phenotypes. Food Res. Int., 112:217–224.
5. Vigolo V., Visentin E., Ballancin E., Lopez-Villalobos N., Penasa M., De Marchi M. (2023) β -Casein A1 and A2: Effects of polymorphism on the cheese-making process. J. Dairy Sci., 106:5276–5287.
6. (dostęp: 03.04.2025) <https://a2a2.pfhb.pl/artykuly/mleko-a2-przyszlosc-dla-hodowcow-nadzieja-dla-alergikow/>