

Aspekty technologiczne produkcji napojów jogurtowych hybrydowych mleczno-sojowych z wykorzystaniem bakterii kwasu mlekowego

Małgorzata Ziarno

Zakład Technologii Mleka, Katedra Technologii i Oceny Żywności, Instytut Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie
malgorzata_ziarno@sggw.edu.pl

Wprowadzenie

Napój hybrydowy łączący mleko i soję zyskuje popularność, szczególnie wśród produktów fermentowanych, dzięki korzyściom zdrowotnym i odżywczym. Tego rodzaju połączenie dostarcza pełnowartościowych białek, w tym roślinnych izoflawonów o działaniu przeciwutleniającym, wspierających równowagę hormonalną. Napoje hybrydowe są także atrakcyjne dla osób ograniczających produkty odzwierzęce, ale ceniących ich smak i konsystencję.

Dzięki fermentacji z udziałem bakterii kwasu mlekowego, napoje te zyskują na wartości odżywczej, smakowej i przyswajalności. Proces fermentacji obniża pH napoju, co przedłuża jego trwałość i hamuje rozwój niepożądanych mikroorganizmów. Wzbogaca je także o probiotyki, korzystnie wpływające na układ pokarmowy i odpornościowy. Najczęściej stosowane szczepy probiotyczne to te z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, które dobrze przystosowują się do fermentacji z dodatkiem soi.

Fermentacja nadaje napojom hybrydowym mleczno-sojowym wyjątkowy smak, aromat i konsystencję. Produkty te są odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie na żywność funkcjonalną, oferując wartości odżywcze i dodatkowe korzyści zdrowotne.

Składniki hybrydowych napojów jogurtowych

Mleko krowie jest popularnym składnikiem napojów fermentowanych ze względu na bogaty skład odżywczy i doskonałe właściwości. Dostarcza pełnowartościowego białka, tłuszczów umożliwiających przyswajanie witamin A, D, E i K, oraz wapnia i minerałów wspierających zdrowie kości, zębów i układu nerwowego. Zawiera także witaminy z grupy B, które wspomagają metabolizm i produkcję czerwonych krwinek. Obecność laktozy w mleku sprzyja rozwojowi bakterii kwasu mlekowego, które przekształcają ją w kwas mlekowy, nadając produktom fermentowanym smak, konsystencję i trwałość.

Soja jest cennym źródłem białka roślinnego, bogatym w izoflawony o działaniu przeciwutleniającym, które mogą wspierać zdrowie hormonalne, zwłaszcza u kobiet w okresie menopauzy. Dostarcza także błonnika, witamin z grupy B oraz minerałów, takich jak magnez i wapń, a obecność nienasyconych kwasów tłuszczowych wspiera układ sercowo-naczyniowy. Brak laktozy w soi sprawia, że jest odpowiednia dla osób z jej nietolerancją. Z uwagi na specyficzny smak, napoje na bazie samej soi nie zawsze są dobrze akceptowane, a połączenie jej z



mlekiem krowim poprawia walory organoleptyczne.

Hybrydowe napoje jogurtowe łączące mleko i soję korzystają z zalet obu składników. Mleko zapewnia gładką konsystencję i wzbogaca produkt w wapń, witaminy oraz białka zwierzęce, natomiast soja dodaje białka roślinnego, izoflawonów oraz błonnika, co sprzyja działaniu antyoksydacyjnemu i zdrowiu hormonalnemu. Dzięki połączeniu mleka i soi, napój zyskuje łagodniejszy smak, a fermentacja wspiera aktywność probiotyczną, korzystnie wpływając na mikrobiom jelitowy i strawność. W ten sposób napój mleczno-sojowy stanowi odżywczą alternatywę o wysokiej wartości zdrowotnej, odpowiadającą szerokiemu gronu konsumentów.

Proces produkcji napojów hybrydowych

Proces produkcji napojów hybrydowych mleczno-sojowych rozpoczyna się od przygotowania mleka i soi. Mleko krowie jest pasteryzowane (72°C przez 15 sekund), co eliminuje szkodliwe mikroorganizmy i normalizowane, co z kolei pozwala dostosować zawartość tłuszczu do wymagań technologicznych. Soję natomiast moczy się i poddaje obróbce termicznej (100 °C przez 30 min), co redukuje substancje antyodżywcze, takie jak inhibitory trypsyny. Z obrobionych ziaren powstaje wodny ekstrakt sojowy, który po połączeniu z mlekiem krowim (optymalna jest proporcja 6:4) tworzy bazę do dalszej produkcji.

Kluczowym etapem produkcji jest fermentacja. Charakterystyczne bakterie stosowane przy produkcji napojów hybrydowych, to typowe bakterie jogurtowe, czyli *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*, które przeprowadzają fermentację, nadając kwaskowaty smak i aksamitną konsystencję. Szczepy probiotyczne, jak te należące do gatunków *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium bifidum*, wspomagają zdrowie jelit i wzmacniają odporność. Dobór kultur bakteryjnych jest jednym z czynników pozwalających na optymalizowanie smaku, wartości odżywczych napoju a także innych jego cech jakościowych.

W etapie fermentacji kontrolowany jest czas (6–12 godzin), temperatura (37–45°C) i pH, które obniża się z 6,5 do około 4,2–4,6. Niższe pH zapewnia trwałość produktu, zapobiegając rozwojowi niepożądanych mikroorganizmów oraz wpływając na konsystencję poprzez koagulację białek. Dobór tych parametrów umożliwia wytworzenie stabilnego i zdrowego napoju o pożądanym smaku i konsystencji. Po zakończeniu fermentacji produkt jest pakowany, schładzany i przechowywany w temperaturze 4°C. Te zabiegi są kluczowe dla zahamowania dalszej fermentacji i utrzymania właściwej trwałości produktu.

Wpływ bakterii kwasu mlekowego na cechy produktu

Bakterie kwasu mlekowego stosowane w fermentacji napojów hybrydowych mleczno-sojowych znacząco wzbogacają ich wartość odżywczą i właściwości prozdrowotne. Podczas fermentacji bakterie te przekształcają cukry w kwas mlekowy i inne korzystne związki. Efektem jest zwiększenie zawartości probiotyków, które wspierają zdrowie jelit oraz odporność organizmu. Dodatkowo bakterie mogą zwiększać zawartość witamin z grupy B, takich jak B2 i B12, wspierających metabolizm i funkcje neurologiczne, a także aminokwasów, które poprawiają przyswajalność białek. Powstające w trakcie fermentacji bioaktywne peptydy antyoksydacyjne chronią komórki przed stresem oksydacyjnym.

Proces fermentacji wpływa również na walory smakowe, konsystencję i aromat napojów. Przekształcenie cukrów w kwas mlekowy nadaje produktowi lekko kwaśny smak, równoważący naturalną słodycz mleczno-sojowej bazy, co tworzy harmonijny profil smakowy. Fermentacja powoduje także koagulację białek, dzięki czemu napój zyskuje gęstą, aksamitną konsystencję, która zwiększa jego atrakcyjność. Bakterie, takie jak *L. bulgaricus* i *S. thermophilus*, wytwarzają egzopolisacharydy poprawiające teksturę i stabilność emulsji. Proces fermentacji generuje związki aromatyczne, takie jak aldehydy i ketony, które wzbogacają napój o charakterystyczny zapach, podnosząc jego walory



organoleptyczne.

Kolejną zaletą działania bakterii kwasu mlekowego jest przedłużenie trwałości napojów hybrydowych. Produkcja kwasu mlekowego obniża pH produktu, co zapobiega rozwojowi mikroflory technicznie zanieczyszczającej, w tym pleśni. Obniżenie pH do 4,2–4,6 skutecznie hamuje wzrost niepożądanych mikroorganizmów, co naturalnie wydłuża okres przydatności do spożycia. Dodatkowo bakterie te mogą wytwarzać bakteriocyny – naturalne substancje antybakteryjne działające na niektóre mikroorganizmy potencjalnie chorobotwórcze i psujące żywność, co czyni fermentację skuteczną metodą konserwacji bez użycia dodatków technologicznych.

Podsumowując, fermentacja z udziałem bakterii kwasu mlekowego wpływa korzystnie na wartość odżywczą, walory smakowe i trwałość napojów mleczno-sojowych, co czyni je atrakcyjnymi i zdrowymi produktami o dłuższym okresie przydatności.

Korzyści zdrowotne napojów hybrydowych

Napoje hybrydowe mleczno-sojowe, fermentowane przez bakterie kwasu mlekowego, dostarczają probiotyków wspierających mikroflorę jelitową. Bakterie takie jak pałeczki mlekowe czy Bifidobacterium wspomagają równowagę mikrobiologiczną, poprawiają trawienie, wchłanianie składników odżywczych, syntezę witamin oraz produkcję SCFA, co wzmacnia barierę jelitową i ogólną kondycję organizmu. Probiotyki z napojów hybrydowych korzystnie wpływają też na układ odpornościowy, stymulując produkcję komórek odpornościowych oraz łagodząc stany zapalne, co może zapobiegać chorobom przewlekłym związanym z zaburzeniami mikroflory, takim jak otyłość, choroby jelit i alergię.

Kluczowy składnik napojów hybrydowych, soja, dostarcza izoflawonów, np. genisteiny i daidzeiny, które pełnią funkcje antyoksydantów. Przeciwutleniacze te neutralizują wolne rodniki, chroniąc komórki przed uszkodzeniem i zmniejszając ryzyko chorób przewlekłych, jak nowotwory czy miażdżyca. Regularne spożywanie izoflawonów może poprawiać zdrowie sercowo-naczyniowe, stan skóry oraz układu nerwowego, wspomagając regenerację komórek i spowalniając proces starzenia. Połączenie soi z mlekiem sprawia, że napoje hybrydowe są nie tylko źródłem probiotyków, ale też przeciwutleniaczy, co jest cenne dla osób dbających o zdrowie.

Napoje te korzystnie wpływają również na metabolizm i odporność. Białka mleka i soi, dostarczające pełnowartościowych aminokwasów, wspomagają regenerację mięśni i tkanki, co jest szczególnie ważne dla osób aktywnych fizycznie i starszych. Probiotyki w napojach hybrydowych wzmacniają mikroflorę jelitową, ograniczając przenikanie patogenów do organizmu i regulując stan zapalny, co może przeciwdziałać chorobom zapalnym, takim jak reumatoidalne zapalenie stawów czy choroby sercowo-naczyniowe.

Dzięki unikalnemu połączeniu bakterii probiotycznych, izoflawonów oraz białek o wysokiej wartości odżywczej, napoje hybrydowe mleczno-sojowe wspierają zdrowie jelit, układu odpornościowego i funkcje metaboliczne, stanowiąc wartościowy element codziennej diety.

Wyzwania i innowacje technologiczne

Produkcja napojów hybrydowych mleczno-sojowych stawia wyzwania wynikające z odmiennych właściwości fizykochemicznych obu składników. Białka mleka (np. kazeina, serwatka) różnią się od białek soi pod względem koagulacji i rozpuszczalności, co utrudnia uzyskanie jednorodnej emulsji. Dodatkowo, soja zawiera inhibitory tripsyny i saponiny, wpływające negatywnie na smak i przyswajalność składników odżywczych. Aby ograniczyć te niepożądane związki, stosuje się obróbkę termiczną lub enzymatyczną, która wymaga dodatkowych etapów produkcyjnych. Fermentacja napojów hybrydowych jest skomplikowana, ponieważ wymaga precyzyjnego dostosowania pH i kwasowości dla



uzyskania optymalnej konsystencji i smaku.

Nowoczesne technologie pomagają w przewyżnianiu tych trudności. Mikroapsułkowanie probiotyków umożliwia ich ochronę w trakcie produkcji i przechowywania, co zwiększa ich prozdrowotne działanie. Homogenizacja wysokociśnieniowa pozwala na uzyskanie stabilnych emulsji, co wpływa na trwałość i konsystencję produktu. Inne technologie, jak ultrafiltracja i sonikacja, wspomagają modyfikację białek, zwiększając trwałość i poprawiając kompatybilność składników. Optymalizacja fermentacji, dzięki zastosowaniu bioreaktorów, umożliwia kontrolowanie parametrów produkcji w czasie rzeczywistym, co przekłada się na lepszą jakość i stabilność produktów.

Produkcja napojów mleczno-sojowych wpisuje się także w zrównoważony rozwój. Soja, jako źródło białka roślinnego, charakteryzuje się mniejszym śladem węglowym i wodnym niż mleko krowie. Połączenie składników roślinnych i zwierzęcych pozwala na zmniejszenie emisji metanu, dzięki czemu napoje hybrydowe są bardziej ekologiczne. Nowoczesne technologie, takie jak mikroapsułkowanie i homogenizacja, nie tylko poprawiają jakość produktu, lecz także zmniejszają ilość odpadów i zużycie energii. Dzięki tym rozwiązaniom napoje hybrydowe mleczno-sojowe są zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju i odpowiadają na rosnące zapotrzebowanie na żywność o niskim wpływie środowiskowym. Napoje te, jako produkty trwałe i niskoemisyjne, są atrakcyjną opcją dla konsumentów dbających o zdrowie i środowisko.

Badania nad napojami hybrydowymi mleczno-sojowymi

Badania nad napojami hybrydowymi mleczno-sojowymi skupiają się na ocenie wpływu fermentacji na jakość produktu oraz na walory zdrowotne. Literatura wykazuje, że fermentacja mleczno-sojowych mieszanek z użyciem bakterii kwasu mlekowego poprawia smak i teksturę, a także zwiększa wartość odżywczą i stabilność mikrobiologiczną. Stosowanie pałeczek mlekowych i bifidobakterii umożliwia fermentację laktozy i cukrów roślinnych, obniżając pH i wzbogacając napój o probiotyki wspierające mikroflorę jelitową oraz odporność organizmu.

Pod względem walorów sensorycznych, połączenie białek mleka i soi pozwala na uzyskanie kremowej konsystencji i łagodnego smaku. Soja zmniejsza kwasowość napoju i wzbogaca go o izoflawony, które mają właściwości przeciwutleniające. W kontekście zdrowotnym, regularne spożywanie napojów mleczno-sojowych wspiera zdrowie jelit, poprawia metabolizm lipidów oraz dostarcza bioaktywne składniki, takie jak przeciwutleniacze. Ponadto, napoje te mogą korzystnie wpływać na profil lipidowy krwi i układ sercowo-naczyniowy, co jest ważne w profilaktyce chorób przewlekłych.

Przyszłe badania mogłyby dotyczyć optymalizacji fermentacji, zwiększenia stabilności probiotyków i wzbogacaniu wartości odżywczej. Istotnym kierunkiem badawczym jest wprowadzanie szczepów probiotycznych opornych na zmienne warunki środowiskowe, co zwiększy ich skuteczność w układzie pokarmowym. Inną innowacją wspierającą efektywność probiotyków jest ich mikroapsułkowanie, które pozwala na dłuższe przechowywanie napojów z zachowaniem aktywności mikroorganizmów. Kolejnym obszarem badań jest wzbogacanie napojów o składniki bioaktywne, takie jak witaminy i minerały, co wspiera zdrowie konsumentów. Dzięki biotechnologii możliwe jest wybieranie kultur bakterii syntetyzujących cenne substancje bioaktywne in situ w produkcji. W przyszłości technologia produkcji napojów hybrydowych może korzystać z rozwiązań zrównoważonej produkcji, która zmniejsza ślad węglowy i zużycie zasobów naturalnych. Biotechnologie niskoodpadowe pozwalają na redukcję odpadów i recykling surowców, takich jak woda.

Podsumowując, napoje hybrydowe mleczno-sojowe mają duży potencjał innowacyjny. Ich korzyści zdrowotne, atrakcyjny smak i zgodność z ideą zrównoważonego rozwoju czynią je obiecującym produktem zarówno dla konsumentów, jak i przemysłu spożywczego.



Literatura:

1. Ziarno, M., Zaręba, D., Dryzek, W., Hassaliu, R., Florowski, T. (2022). Effect of the Addition of Soy Beverage and Propionic Bacteria on Selected Quality Characteristics of Cow's Milk Yoghurt Products. Applied Sciences, 12, 12603. <https://doi.org/10.3390/app122412603>
2. Jiang, W., Han, S., Wang, L., Li, X. (2024). The Effects of Compound Starter Culture and Sugar and Soy Milk on the Quality and Probiotic Activity of Milk-soy Mixed Yogurt. Journal of AOAC International, 20(3), 1418-1423.