

Dorota Zaręba, Małgorzata Ziarno

## ALTERNATYWNE PROBIOTYCZNE NAPOJE WARZYWNE I OWOCOWE

Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności Wydziału Nauk  
o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Kierownik: prof dr hab. M. Gniewosz

Hasła kluczowe: probiotyk, sok owocowy, sok warzywny, fermentacja mlekowa.  
Key words: probiotic, fruit juice, vegetable juice, lactic acid fermentation.

W ostatnich latach zwiększa się zainteresowanie zdrową dietą, przede wszystkim taką, która pomaga w profilaktyce chorób i ich powikłań. Z tego powodu żywność funkcjonalna zyskuje duże znaczenie na rynku żywnościowym. Jednym ze sposobów otrzymywania żywności funkcjonalnej jest dodawanie probiotyków i/lub prebiotyków do różnego rodzaju produktów. Z kolei zwiększająca się populacja osób wykazujących nietolerancję laktozy bądź alergię na składniki mleka powoduje, że w coraz większym stopniu rozwija się rynek produktów fermentowanych pozyskiwanych na bazie surowców nie-mlecznych. Fermentowane soki warzywne i owocowe mogą być alternatywą dla takiej grupy konsumentów. Do produkcji fermentowanych soków najczęściej są wykorzystywane: kapusta, burak ćwikłowy, pomidor, ogórek lub marchew.

W produkcji istotnym jest taki dobór kultury starterowej, aby była ona zdolna metabolizować węglowodanowe składniki soków owocowych lub warzywnych, zapewniając właściwy i powtarzalny postęp procesu fermentacji, zgodny z oczekiwaniem konsumentów. Napoje nowej generacji są otrzymywane w wyniku kontrolowanej fermentacji prowadzonej przez wyselekcjonowane bakterie fermentacji mlekowej, najlepiej przez szczepy o udowodnionych cechach probiotycznych. Szczepy takie, pochodzą najczęściej z następujących gatunków bakterii mlekowych: *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. johnsonii*, *Lb. casei*, *Lb. gasseri*, *Lb. plantarum*, *Lb. rhamnosus*, *Bifidobacterium longum*, *B. breve*, *B. bifidum*, *B. infantis* i *Enterococcus faecium*.

### MIKROFLORA AUTOCHTONICZNA WARZYW I OWOCÓW

Produkty fermentowane takie, jak kiszona kapusta i ogórki, towarzyszą człowiekowi od pokoleń. Proces produkcji tych wyrobów nadal często bazuje na naturalnej autochtonicznej mikroflorze surowca. W przypadku surowej kapusty i ogórków, wśród naturalnie występujących bakterii fermentacji mlekowej, można wymienić gatunki mezofilne takie, jak: *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevisiae* i *Leuconostoc mesenteroides*. Klewicka i współpr. (1) opisali autochtoniczną mikroflorę świeżego soku ćwikłowego i stwierdzili obecność mezofilnych bakterii fermentacji

mlekowej z rodzajów *Leuconostoc*, *Lactobacillus* i *Pediococcus*. Z kolei DiCagno i współpr. (2) wykazali obecność w surowym soku pomidorowym następujących gatunków bakterii mlekowych: *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Weissella cibaria*, *W. confusa*, *Pediococcus pentosaceus*, *Enterococcus faecium* i *Ent. faecalis*. Rok wcześniej ci sami autorzy scharakteryzowali mikroflorę surowego soku marchewkowego. Wśród występujących gatunków były: *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lb. fermentum*, *Weissella koreensis*, *Enterococcus faecalis* i *Pediococcus pentosaceus* (2).

Oprócz bakterii fermentacji mlekowej obecne są niekorzystne mikroorganizmy, zarówno bakterie, jak i grzyby. Najczęściej występującymi są: *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Bacillus subtilis* oraz grzyby: *Debaryomyces*, *Pichia*, *Endomycopsis* i *Candida*. Dlatego prowadzenie spontanicznego procesu fermentacji mlekowej wymaga użycia surowca o wysokiej jakości mikrobiologicznej oraz użycia NaCl do początkowej selekcji mikroflory. Dodatek NaCl umożliwia szybki wzrost i aktywność mezofilnym bakteriom fermentacji mlekowej, ogranicza natomiast rozwój mikroflory niepożądaney. Z kolei wzrost i aktywność pożądaney mikroflory (bakterii fermentacji mlekowej) ogranicza rozwój bakterii patogennych i jednocześnie umożliwia przeprowadzenie oczekiwanych przemian fermentacyjnych surowca. Zapewnienie warunków względnie beztlenowych także ogranicza rozwój drożdży, które mają zdolność wykorzystywania kwasu mlekowego jako źródła węgla i tym samym odkwaszania środowiska, zwiększając szansę rozwoju mikroflory patogennej.

### KORZYSTNY WPŁYW KULTUR BAKTERII MLEKOWYCH I ICH AKTYWNOŚĆ FERMENTACYJNA

Proces fermentacji ma dwa podstawowe wymiary dla technologii żywności. Pierwszym wymiarem jest poszerzanie asortymentu oferowanego konsumentom głównie o produkty o oryginalnych cechach smakowych i funkcjonalnych, przy zastosowaniu kultur probiotycznych. Drugim wymiarem jest otrzymywanie produktów o trwałości przedłużonej w sposób naturalny, czyli poprzez fermentację mlekową. Przedłużona trwałość, bez dodatku substancji konserwujących, stosowania zabiegów termicznych lub fizycznych, jest możliwa dzięki licznym substancjom bakteriostatycznym lub bakteriobójczym, wytwarzanym przez bakterie mlekowe podczas fermentacji. Do takich substancji należą m.in.: bakteriocyny, kwasy organiczne (m.in. mlekowy i octowy), ditlenek węgla, nadtlenuk wodoru, acetoina, diacetyl i alkohol. Związki te hamują wzrost gram-dodatnich bakterii patogennych i zanieczyszczających, drożdży i pleśni (3, 4, 5).

Produkty fermentowane są w diecie człowieka podstawowym i naturalnym źródłem korzystnej mikroflory. Mogą być również nośnikiem mikroflory probiotycznej, której właściwości prozdrowotne zostały potwierdzone w badaniach medycznych. Do takich efektów zalicza się m.in.: kolonizację przewodu pokarmowego (przez *Lb. rhamnosus* GG), zapobieganie biegunkom po terapii antybiotykowej lub infekcji rotawirusowej (wykazane u *Lb. rhamnosus* GG i *Lb. casei* Shirota), stymulację układu odpornościowego (przez *Lb. casei* Shirota, *Lb. casei* DN 114001 lub *Lb. john-*

*sonii*), obniżenie aktywności enzymów fekalnych (*Lb. gasseri* i *Lb. acidophilus*) oraz wiązanie cholesterolu (*Lb. acidophilus* i *B. bifidum*) (5, 6). Niektóre szczepy probiotyczne wykazują także aktywność antymutagenną i antykancerogenną, ponieważ wykazują zdolność do wytwarzania substancji hamujących aktywność enzymów kałowych takich, jak:  $\beta$ -glukuronidazy, azoreduktazy i nitroreduktazy, które są zaangażowane w aktywację mutagenów i prokancerogenów. Taką aktywność antymutagenną wykazano m.in. dla kwasów organicznych produkowanych przez różne szczepy *Lb. acidophilus* i *B. bifidum*. Ponadto, w czasie rozkładu białek niektóre bakterie probiotyczne uwalniają bioaktywne peptydy. Przykładami takich substancji są inhibitory konwertazy angiotensyny, zapobiegające nadciśnieniu tętniczemu, wytwarzane przez szczep *Lb. helveticus* podczas fermentacji mleka. Produkty zawierające szczepy *Lb. helveticus* są dostępne na rynku Unii Europejskiej (7, 8).

Warto wspomnieć, że soki owocowe i warzywne są uważane za dobre źródło cennych składników odżywczych. Wymienić tu należy witaminy, składniki mineralne, błonnik i naturalne przeciwutleniacze. Przeciwutleniacze obecne w żywności są najczęściej tracone w czasie obróbki termicznej surowców, natomiast proces fermentacji sprzyja zwiększeniu aktywności przeciwutleniającej. Ponadto, wykorzystując możliwość dodatku ekstraktu drożdży do surowców poddawanych procesowi fermentacji, można w naturalny sposób zwiększyć zawartość jonów wapnia, fosforu i żelaza, jak również  $\beta$ -karotenu (9, 10, 11).

## FERMENTACJA SOKÓW WARZYWNYCH

Wzrost zainteresowania funkcjonalnymi produktami pochodzenia nie-mlecznego wynika przede wszystkim ze wzrostu liczby przypadków alergii pokarmowych na białka mleka oraz zwiększania liczby zwolenników żywności pochodzenia roślinnego. Jednym z tego rodzajów produktów są odpowiedniki mlecznych napojów fermentowanych na bazie warzyw i owoców. Podstawowym problemem w produkcji tego rodzaju napojów jest dobór kultur starterowych tolerujących składniki warzyw lub owoców jako substratów do fermentacji oraz dopracowanie warunków technologicznych zapewniających powstanie powtarzalnego i akceptowalnego produktu finalnego.

W kulturze środkowoeuropejskiej najpopularniejszymi warzywami fermentowanymi są kapusta i ogórek, a także burak ćwikłowy. W celu rozszerzenia asortymentu oferowanych funkcjonalnych napojów fermentowanych najnowszym trendem w ich technologii jest wprowadzenie fermentowanych soków warzywnych. Ze względu na potrzebę uzyskania powtarzalnej jakości tego rodzaju produktów, prowadzone są liczne badania nad optymalizacją parametrów procesu, jak i doбором kultur starterowych. Wykazano dobry wzrost bakterii *Lb. plantarum*, *Lb. casei* i *Lb. delbrueckii* do poziomu  $10^8$  jtk/cm<sup>3</sup> po 48 godz. fermentacji soku z kapusty. Po 4 tygodniach przechowywania fermentowanego soku z kapusty liczba komórek *Lb. plantarum* wynosiła  $10^5$  jtk/cm<sup>3</sup>, zaś w przypadku *Lb. delbrueckii*  $10^7$  jtk/cm<sup>3</sup>. Natomiast bakterie gatunku *Lb. casei* wykazywały słabszą aktywność kwaszącą i wzrost w porównaniu do wcześniej wymienionych gatunków bakterii mlekowej, co potwierdza konieczność właściwego doboru kultur bakterii mlekowych (11, 12).

*Prado* i współpr. (11) stwierdzili wysoką przeżywalność kultur probiotycznych *Lb. acidophilus*, *Lb. delbrueckii*, *Lb. plantarum* i *Lb. casei* w soku pomidorowym. Wymienione kultury obniżyły pH soku do wartości 4,1, przy populacji komórek  $10^9$  jtk/cm<sup>3</sup> po 72 godz. procesu. Po 4 tyg. przechowywania w temp. 4°C liczba komórek probiotyków znajdowała się powyżej poziomu  $10^6$  jtk/cm<sup>3</sup>, który uznaje się za minimum terapeutyczne, czyli gwarantujące korzystny wpływ probiotyków na ludzki organizm (13).

Próby kontrolowanej fermentacji soku z buraka przeprowadzone przez *Klewicką* i współpr. (1) pozwoliły otrzymać produkt o powtarzalnych cechach organoleptycznych. Na drodze selekcji z 38 kultur wybrano 3 gatunki (*Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *Lb. plantarum* i *Lb. acidophilus*), które posłużyły do fermentacji pasteryzowanego soku z buraka o znormalizowanej zawartości cukru 9 – 10%. W efekcie otrzymano produkty o delikatnym, lekko kwaśnym smaku i kolorze czerwonego wina. Istnieje możliwość wykorzystania probiotycznych szczepów bakterii gatunków *Lb. acidophilus*, *Lb. plantarum* i *Lb. casei* do fermentacji soku z buraka ćwikłowego (14, 15). Liczba komórek wymienionych bakterii w czasie fermentacji osiągała poziom  $10^9$  jtk/cm<sup>3</sup>, przy czym *Lb. acidophilus* wykazały najslabszą przeżywalność podczas późniejszego przechowywania produktu finalnego w warunkach chłodniczych. Podobną tendencję obserwuje się w przypadku mleka fermentowanego przez *Lb. acidophilus*, co sugeruje, że słaba przeżywalność jest związana z kulturą startową bakterii, a nie tylko z warunkami środowiskowymi (16, 17). Po wzbogaceniu soku z buraka hydrolizatem z drożdży piwowarskich odnotowano efektywniejszy wzrost komórek *Lb. acidophilus*, skrócenie procesu fermentacji oraz wzbogacenie produktu końcowego w aminokwasy, witaminy, minerały i przeciwutleniacze. Zaobserwowano również zmniejszenie destrukcyjnego wpływu obróbki termicznej na zawartość witaminy C i betaniny (9, 11). Podobny efekt otrzymano podczas fermentacji soku z marchwi przez *Lb. acidophilus*. Zaobserwowano wzrost zawartości Ca, P, Fe oraz  $\beta$ -karotenu (9, 11). *DiCagno* i współpr. (18) porównali fermentację soku z marchwi prowadzoną przez wyselekcjonowaną autochtoniczną kulturę starterową (składająca się z gatunków *Lb. plantarum*, *Leuc. mesenteroides* i *Pediococcus pentosaceus*) oraz kulturę allochtoniczną (o takim samym składzie mikrobiologicznym, jak kultura autochtoniczna). Badacze wykazali, że kultura autochtoniczna efektywniej obniżała wartość pH soku, hamowała wzrost *Enterobacteriaceae* i drożdży, a także przyczyniła się do wyższej zawartości witaminy C i glutationu w produkcie finalnym. Poza tym, fermentacja spontaniczna prowadzona przez autochtoniczne szczepy spowodowała zwiększenie ogólnej aktywności przeciwutleniającej oraz powstanie szerokiego spektrum związków aromatycznych kreujących charakterystyczne cechy smakowo-zapachowe produktu.

## FERMENTACJA SOKÓW OWOCOWYCH

Doskonałym surowcem do produkcji napojów fermentowanych, w tym probiotycznych, są także soki owocowe. Są one źródłem wielu korzystnych substancji odżywczych: składników mineralnych, witamin, błonnika oraz przeciwutleniaczy i jednocześnie nie posiadają potencjalnych alergenów typowych dla mleka. *Shah*

i współpr. (19) analizowali możliwości przeżyciowe szczepów probiotycznych *Lb. rhamnosus* HN001, *Bifidobacterium lactis* HN001 i *Lb. paracasei* LPC37 w soku owocowym. Badaniu poddali tolerancję bakterii na podwyższoną zawartość różnych witamin i przeciwutleniaczy. Wykazali stymulujący wpływ witaminy C, wyciągu z zielonej herbaty i winogron na przeżywalność probiotyków. Jednocześnie stwierdzili, że soki wzbogacone w witaminy z grupy B lub witaminę E przyczyniały się do redukcji populacji komórek bakterii. Z kolei gatunki *Lb. casei*, *Lb. rhamnosus* i *Lb. paracasei* wykazywały żywotność w soku pomarańczowym i ananasowym (bez żadnych dodatków) na poziomie powyżej 6 log jtk/cm<sup>3</sup> podczas 12 tyg. przechowywania (15).

Hernandez-Orte i współpr. (20) opracowali sposób intensyfikacji procesu fermentacji mlekowej poprzez stymulację aktywności bakterii mlekowych i dodatek wybranych aminokwasów. Wykazano, że dodatek feniloalaniny, alaniny, kwasu asparaginowego i treoniny ma pozytywny wpływ na kinetykę fermentacji oraz zawartość produktów fermentacji.

Propozycja rozszerzenia asortymentu fermentowanych napojów owocowych zależy od akceptacji przez konsumentów. Prado i współpr. (11) przeprowadzili badania nad konsumencką akceptacją aromatu i smaku probiotycznych soków owocowych. Okazało się, że probiotyczny sok z czarnej porzeczki był tak samo akceptowany jak tradycyjny sok porzeczkowy. Jednak w ogólnej ocenie, konsumenci wskazali funkcjonalny sok porzeczkowy (z dodatkiem probiotyków) jako bardziej preferowany niż sok tradycyjny. W przypadku soku pomarańczowego wyspecjalizowany panel 10-osobowy wyraźnie odróżnił sok funkcjonalny od tradycyjnego i opisał go, jako produkt z wyczuwalnym mlecznym posmakiem. Przeprowadzone badania konsumenckie potwierdziły wyraźną przewagę tradycyjnego soku pomarańczowego nad sokiem funkcjonalnym. Jednak analiza pozwoliła wyłonić 11% grupę konsumentów, którym funkcjonalne soki pomarańczowe (z dodatkiem probiotyków, prebiotyków, składników mineralnych i witamin) lepiej smakowały niż sok tradycyjny.

## ZNACZENIE KULTUR STARTEROWYCH W FERMENTACJI WARZYW I OWOCÓW

Jak wiadomo, produkt fermentowany może powstać w wyniku spontanicznej fermentacji mlekowej (prowadzonej przez autochtoniczną mikroflorę obecną w surowcu) lub w wyniku wymuszonej fermentacji (prowadzonej przez kulturę starterową o określonych cechach technologicznych). Fermentacja spontaniczna pozwala otrzymać produkty o atrakcyjnych walorach smakowo-zapachowych, jednak towarzyszy jej ryzyko rozwoju mikroflory saprofitycznej, obniżającej jakość i bezpieczeństwo produktu w czasie chłodniczego przechowywania. Stosowanie kultur starterowych zwiększa natomiast szansę na dominację mikroflory pożądanej (mlekowej) nad innymi drobnoustrojami i przeprowadzenie właściwego, kontrolowanego procesu fermentacji mlekowej. W efekcie otrzymywane produkty mają powtarzalną jakość oraz kontrolowalny smak i zapach. Pozwala także na wprowadzenie szczepów probiotycznych, które nadają produktowi dodatkowych cech funkcjonalnych. Ponadto,

właściwie dobrana kultura starterowa może spełniać jednocześnie funkcję technologiczną i ochronną, co przyczynia się do zmniejszenia lub wyeliminowania stosowania termicznych lub chemicznych metod konserwowania (1).

Uwzględniając specyficzność środowiska, jakim jest sok owocowy lub warzywny, istotny jest dobór szczepów w składzie kultury starterowej, które zapewnią odpowiednią przeżywalność do końca terminu przydatności produktu do spożycia. Jak wcześniej wspomniano, minimalny poziom liczby żywych komórek bakterii, wyznaczony przez FAO/WHO i określany jako tzw. minimum terapeutyczne, wynosi  $10^6$  jtk/cm<sup>3</sup>.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom konsumentów preferujących soki owocowe, coraz częściej na rynku są dostępne niefermentowane soki z dodatkiem żywych komórek bakterii probiotycznych. Do takich produktów należy Gefilus, napój owocowy firmy Valio (Finlandia) zawierający dwa szczepy probiotyczne *Lb. rhamnosus* GG i *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* JS. Innym przykładem może być sok probiotyczny Biola produkowany w Norwegii przez firmę Tine BA, również zawierający szczep *Lb. rhamnosus* GG (firmy Valio) lub szwedzki napój firmy BioGaia, w 95% składający się z soku z owoców, bez dodatku cukru i zawierający szczep *Lb. reuteri* MM53.

Firmy biotechnologiczne, oferujące kultury starterowe dla przemysłu żywnościowego, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klientów, oferują wiele sprawdzonych kultur starterowych oraz nowatorskich rozwiązań technologicznych zapewniających wydłużenie przeżywalności komórek bakterii w tego rodzaju napojach. Znanym już powszechnie sposobem zwiększania przeżywalności komórek bakterii jest ich mikrokapsułkowanie, czyli umieszczanie w otoczkach izolujących je od środowiska. Zamknięcie komórek w takie powłoki daje możliwość ich zastosowania do produktów w warunkach mało sprzyjających przeżywalności komórek bakterii starterowych, szczególnie szczepów probiotycznych (11).

Do stosunkowo nowych rozwiązań dozowania kultur bakteryjnych do napojów jest opracowany przez firmę Chr. Hansen bezpośredni system dodawania probiotyków przed spożyciem (Direct Liquid Inoculation). Sposób ten był możliwy do realizacji dzięki technologii firmy Tetra Pak: aseptycznemu systemowi dozowania Flex Dos Tetra Pak, polegającemu na aseptycznym dawkowaniu do napojów suchej biomasy bakteryjnej z kapsułki lub saszetki poprzez rozerwanie oddzielającej biomasę membrany (21). Kapsułka bądź saszetka z bakteriami jest umieszczana pod nakrętką i uwolnienie jej zawartości następuje w momencie pierwszej próby otwarcia opakowania (odkręcenia nakrętki). Tego rodzaju rozwiązanie pozwala użyć soku jako nośnika probiotyków, bez ryzyka zmiany cech sensorycznych i składu soku, ponieważ bakterie mają bezpośredni kontakt z napojem dopiero tuż przed jego spożyciem. System ten zapewnia wysoką liczbę żywych komórek bakterii, bez destrukcyjnego wpływu składników soku lub produktów fermentacji na ich przeżywalność. Jest to szczególnie istotne w przypadku szczepów probiotycznych, które najczęściej są bardziej wrażliwe na czynniki środowiskowe niż inne bakterie mlekowe. Wysoka liczba żywych komórek szczepów probiotycznych warunkuje zachowanie cech funkcjonalnych produktu związane z udowodnionym medycznie działaniem prozdrowotnym użytych szczepów, jednocześnie nie powodując zmiany cech smakowo-zapachowych.

## WYSTĘPOWANIE AMIN BIOGENNYCH W FERMENTOWANYCH SOKACH

Powszechnie znaną wadą produktów fermentowanych długodojrzewających jest obecność amin biogennych, powstałych w wyniku dekarboksylacji aminokwasów. Obecność amin biogennych stwierdzono również w sokach owocowych (np. pomarańczowym, porzeczkowym, śliwkowym, grejpfrutowym, truskawkowym i winogronowym) oraz warzywnych (np. pomidorowym, z kapusty lub ogórków) (22, 23). Nadmierne spożywanie produktów żywnościowych zawierających duże ilości tych związków może powodować pojawienie się objawów zatrucia pokarmowego. Aminy biogenne przyjmowane wraz z pożywieniem są szybko metabolizowane w ludzkim układzie pokarmowym przez oksydazy aminowe. Jednak w organizmach osób wrażliwych lub po spożyciu znacznych ilości amin biogennych, proces detoksykacji zostaje spowolniony, a nawet zahamowany, co w efekcie prowadzi do kumulacji amin w organizmie.

Kultury bakterii mlekowych stosowane do fermentacji żywności mogą zwiększać lub zmniejszać zawartość amin w produkcie fermentowanym. Jeśli stosowane kultury będą posiadały zdolność do wytwarzania amin biogennych, to w produkcie końcowym zawartość tych substancji będzie wysoka. Jeśli natomiast kultury starterowe nie będą miały tej zdolności, a ponadto będą hamować rozwój mikroflory zanieczyszczającej wytwarzającej aminy biogenne, to w produkcie końcowym zawartość tych substancji będzie mniejsza niż w surowcu użytym do fermentacji (23). Zdolność do produkcji amin biogennych stwierdzono już u wielu gatunków bakterii mlekowych. Na przykład *Leuconostoc mesenteroides* produkują putrescynę w stężeniu ok. 250 mg/kg, bakterie rodzaju *Lactobacillus* produkują putrescynę i tyraminę, zaś *Pediococcus cerevisiae* produkują histaminę w stężeniu ok. 200 mg/kg. *Karovicova* i *Kohajdova* (24) stwierdziły obecność putrescyny, histaminy, kadaweryny, spermidyny i sperminy w zalewie z kapusty kiszzonej po kilkumiesięcznym jej przechowywaniu. Stężenie wymienionych amin biogennych było średnio 3-krotnie wyższe w porównaniu do soku z surowej kapusty. Cytowani autorzy stwierdzili obecność amin biogennych także w fermentowanej marchewce, jak i buraku ćwikłowym (w stężeniu 1–15 mg/kg). W celu zmniejszenia zawartości amin biogennych w warzywnych produktach fermentowanych autorzy zasugerowali, aby proces fermentacji rozpoczynać w temp. 15–20°C i przerywać go pasteryzacją po osiągnięciu stężenia kwasu mlekowego na poziomie 9–10 g/kg, co odpowiada kwasowości pH ok. 4,0–3,8 (24).

Prace innych badaczy wykazały różnice w poziomie tworzenia amin biogennych w zależności od stężenia chlorku sodu oraz zastosowanej kultury starterowej. *Penas* i współpracownicy (25) stwierdzili, że w kapuście kiszzonej z dodatkiem 0,5% NaCl zawartość amin biogennych była niższa niż w próbkach z dodatkiem 1,5% NaCl. Jednocześnie zaobserwowali, że bakterie gatunku *Leuconostoc mesenteroides* produkowały mniej amin biogennych niż *Lb. plantarum*.

Można przypuszczać, że zawartość amin biogennych może być ograniczana również poprzez redukcję liczby żywych komórek bakterii mlekowych w produkcie finalnym. Do tego celu można zastosować na przykład technikę wysokich ciśnień (HHP, high hydrostatic pressures). *Peñas* i współpracownicy (26) próbowali przedłużyć trwa-

łość kiszzonej kapusty wyprodukowanej w procesie fermentacji spontanicznej lub kontrolowanej z dodatkiem 0,5% lub 1,5% NaCl. W czasie przechowywania, badacze stwierdzili wyższą liczbę komórek bakterii mlekowych w próbkach kapusty z dodatkiem 0,5% NaCl niż w próbkach z dodatkiem 1,5% NaCl, ale liczba żywych komórek tych bakterii była znacząco niższa w kapuście ciśnieniowanej niż w kapuście nie poddanej działaniu HHP.

## PODSUMOWANIE

Zwiększone zainteresowanie konsumentów zdrowym odżywianiem spowodowało, że producenci zaczęli opracowywać nowe technologie otrzymywania żywności funkcjonalnej. Soki owocowe i warzywne szybko znalazły się w polu zainteresowań producentów żywności funkcjonalnej. Fermentacja kontrolowana, szczególnie z użyciem szczepów probiotycznych, pozwala na otrzymanie produktu bezpiecznego dla zdrowia konsumenta i jednocześnie o wyższej wartości odżywczej w porównaniu do wartości odżywczej użytego surowca. W osiągnięciu tego celu producentów wspierają nowoczesne techniki pakowania produktów i/lub dozowania probiotyków do produktu finalnego.

D. Zaręba, M. Ziarno

## ALTERNATIVE PROBIOTIC VEGETABLES AND FRUIT DRINKS

### PIŚMIENNICTWO

1. Klewicka E., Motyl I., Libudzisz Z.: Fermentation of beet juice by bacteria of genus *Lactobacillus* sp. Eur. Food Res. Technol., 2004; 218: 178-183. – 2. DiCagno R., Surico F.R., Paradiso A., De Angelis M., Salmon J.C., Buchin S., De Gara L., Gobbetti M.: Effect of autochthonous lactic acid bacteria starters on health-promoting and sensory properties of tomato juices. Int. J. Food Microbiol., 2009; 128: 473-483. – 3. Rodgers S., Kailasapathy K., Cox J., Peiris P.: Bacteriocin production by protective cultures. Food Serv. Technol., 2002; 2: 59-68. – 4. Soomro A.H., Masud T., Anwaar K.: Role of lactic acid bacteria (LAB) in food preservation and human health – a review. Pakistan J. Nutr., 2002, 1:20-24. 5. – Ziarno M.: Charakterystyka komercyjnych kultur starterowych stosowanych w przemyśle mleczarskim. Medycyna Wet., 2007; 63(8): 909-913. – 6. Salminen S., Isolauri E.: Intestinal colonization, microbiota, and probiotics. J. Pediatr., 2006; 12: 115-118. – 7. Stanton C., Ross R.P., Fitzgerald G.F., Van Sinderen D.: Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. Cur. Opinion Biotechnol., 2005; 16: 198-203. – 8. Shah N.P.: Functional cultures and health benefits. Int. Dairy J., 2007; 17: 1262-1277. – 9. Rakin M., Vukasinovic M., Siler-Marinkovic S., Maksimovic M.: Contribution of lactic acid fermentation to improved nutritive quality vegetable juices enriched with brewer's yeast autolysate. Food Chem., 2007; 100: 599-602. – 10. Kusznierevich B., Śmiechowska A., Bartoszek A., Namieśnik J.: The effect of heating and fermenting on antioxidant properties of white cabbage. Food Chem., 2008, 108:853-861.
11. Prado F.C., Parada J.C., Pandey A., Socol C.R.: Trends in non-dairy probiotic beverages. Food Res. Int., 2008; 41: 111-123. – 12. Young Y.K., Woodams E.E., Hang Y.D.: Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Biores. Technol., 2006; 97: 1427-1430. – 13. Gawęcki J., Libudzisz Z.: Mikroorganizmy w żywności i żywieniu. Wyd. AR Poznań, 2006; 31-36. – 14. Yoon K.J., Woodams E.E., Hang Y.D.: Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. Lebensm. –Wiss. u. –Technol., 2005; 38: 73-75. – 15. Rivera-Espinoza T., Gallardo-Navarro Y.: Non-dairy probiotic products. Food Microbiol., 2010; 27: 1-11. – 16. Zaręba D., Ziarno M., Obiedziński M.: Przeżywalność bakterii jogurtowych



i probiotycznych w układach modelowych mleka niefermentowanego i fermentowanego. *Medycyna Wet.*, 2008; 64(8): 1007-1010. – 17. *Zaręba D.*: Przeżywalność probiotycznego szczepu *Lb. acidophilus* w mleku niefermentowanym i fermentowanym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008; 5(60): 189-196. – 18. *DiCagno R., Surico F.R., Siragusa S., De Angelis M., Paradiso A., Minervini F., De Gara L., Gobbetti M.*: Selection and use of autochthonous mixed starter for lactic acid fermentation of carrots, French beans or marrows. *Int. J. Food Microbiol.*, 2008; 127: 220-228. – 19. *Shah N.P., Ding W.K., Fallourd M.J., Leyer G.*: Improving the stability of probiotic bacteria in model fruit juices using vitamins and antioxidants. *J. Food Sci.*, 2010; 75(5): 278-282. – 20. *Hernandez-Orte P., Ibarz M.J., Cacho J., Ferreira V.*: Addition of amino acids to grape juice of the Merlot variety: Effect on amino acid uptake and aroma generation during alcoholic fermentation. *Food Chem.*, 2006; 98: 300-310.

21. *Patton D.*: Chr. Hansen, Tetra Pak project removes obstacles to probiotic beverages. *Beveragedaily.com*, 2005. – 22. *Santos M.*: Biogenic amines: their importance in foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 1996; 29: 213-231. – 23. *Halasz A., Barath A., Simon-Sarkadi L., Holzapfel W.*: Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends Food Sci. Technol.*, 1994; 5: 42-48. – 24. *Karovicova J., Kohajdova Z.*: Lactic acid fermented vegetable juices. *Hort. Sci.*, 2003; 30(4): 152-158. – 25. *Peñas E., Frias J., Sidro B., Vidal-Valverde C.*: Impact of fermentation conditions and refrigerated storage on microbial quality and biogenic amine content of sauerkraut. *Food Chem.*, 2010; 123: 143-150. – 26. *Peñas E., Frias J., Gomez R., Vidal-Valverde C.*: High hydrostatic pressure can improve the microbial quality of sauerkraut during storage. *Food Control*, 2010; 21: 524-528.

Adres: 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c.