

ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA, DANUTA KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA

WPLYW DODATKU OLIGOFUKTOZY NA WYBRANE WYRÓŻNIKI JAKOŚCI PROBIOTYCZNYCH SORBETÓW OWOCOWO-HERBACIANYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie możliwości wytworzenia probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych z dodatkiem prebiotyku – oligofruktozy, które będą się charakteryzowały dobrą jakością mikrobiologiczną (pod względem przeżywalności bakterii probiotycznych) i sensoryczną. Zakres pracy obejmował produkcję probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych w warunkach laboratoryjnych, a następnie oznaczenie liczby bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900, pomiar pH oraz ocenę zmian jakości sensorycznej produktów podczas przechowywania w temperaturze -30 °C przez 12 tygodni. Stwierdzono, że dodatek oligofruktozy wpłynął pozytywnie na wzrost i przeżywalność bakterii probiotycznych w sorbetach owocowo-herbacianych. Wykazano istotny ($p \leq 0,05$) wpływ czasu przechowywania na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w badanych sorbetach. Przez cały okres przechowywania produktów liczba bakterii nie uległa jednak obniżeniu poniżej minimalnej dawki terapeutycznej (czyli 6 log jtk/g produktu). Najwyższą liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 spośród produktów przechowywanych przez 12 tygodni stwierdzono w sorbecie z 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy (8,22 log jtk/g).

Wprowadzenie do receptury oligofruktozy wpłynęło na podwyższenie ogólnej jakości sensorycznej sorbetów owocowo-herbacianych. Najwyżej oceniono sorbet z 2-procentowym udziałem prebiotyku. Dodatkowo zaobserwowano pozytywny wpływ oligofruktozy na jeden z wyróżników jakości sensorycznej produktu – konsystencję. Sorbety z dodatkiem oligofruktozy charakteryzowały się bardziej gładką konsystencją w porównaniu z próbą kontrolną. Podczas 12-tygodniowego przechowywania sorbety synbiotyczne (z dodatkiem oligofruktozy) oceniano wyżej niż sorbet probiotyczny bez dodatku prebiotyku.

Słowa kluczowe: sorbet, probiotyki, oligofruktoza, żywność funkcjonalna

Wprowadzenie

Problemem dla producentów żywności i dla nauki jest nadal projektowanie i produkcja żywności funkcjonalnej, która oprócz pełnienia funkcji odżywczej wywiera dodatkowo korzystny wpływ na organizm człowieka. W związku ze zmianą postaw konsumentów oraz zwiększeniem świadomości dotyczącej ich zdrowia taki rodzaj żywności stał się częścią codziennej diety w wielu krajach. Często wykorzystywanymi funkcjonalnymi składnikami dodatkowymi są probiotyki i prebiotyki, które wspólnie określa się mianem synbiotyków [5, 6, 26, 27].

Prebiotyki są dodawane do żywności probiotycznej w celu zwiększenia tempa wzrostu probiotycznych szczepów bakterii oraz ich przeżywalności w gotowym produkcie. Zastosowanie prebiotyków do produkcji żywności przyczynia się zarówno do uzyskania korzyści żywieniowych, jak i technologicznych. Są one także stosowane w celu poprawy wybranych wyróżników jakości sensorycznej produktów i zbilansowania wartości odżywczej [9, 15, 29, 31].

Ważnym zagadnieniem związanym z produktami probiotycznymi jest rodzaj użytej matrycy dla szczepów bakterii probiotycznych. Niewłaściwie dobrana może spowodować obniżenie żywotności bakterii oraz wpłynąć na zmianę ich właściwości [31]. Wyniki badań naukowych wskazują, że lody mogą stanowić dobry nośnik bakterii probiotycznych [8, 10, 11, 16].

Zgodnie z definicją lodów zawartą w nieaktualnej już normie PN-A-86431:1999/Az1:2002 [24]: *lody to produkty otrzymane z emulsji tłuszczu i białka i wody, z dodatkiem innych surowców i substancji zgodnie z odpowiednimi przepisami oraz produkty otrzymane z mieszaniny wody, cukru i innych surowców i substancji, poddane pasteryzacji, zamrożone, przeznaczone do bezpośredniego spożycia lub po przechowywaniu.*

Bardziej precyzyjną definicję lodów proponuje IDFA (*International Dairy Foods Association*) i określa je jako *żywność mrożoną, produkowaną na bazie surowców mlecznych, zawierającą co najmniej 10 % tłuszczu mlecznego* [21].

Natomiast w Europejskim Kodeksie Euroglaces (*European Ice Cream Association*) lody charakteryzuje się ogólnie jako *produkty żywnościowe, w skład których wchodzi różne składniki i dodatki dopuszczone odpowiednimi przepisami do stosowania, o strukturze i teksturze otrzymanej w wyniku zamrożenia, przechowywane, transportowane, sprzedawane i konsumowane w stanie zamrożonym.*

Sorbety stanowią odrębną grupę mrożonych deserów. W 2013 roku ogólna podstawowa definicja sorbetu według Europejskiego Kodeksu Euroglaces została zaktualizowana ze względów technologicznych. Definicja sorbetu, która wcześniej odnosiła się do możliwości wykorzystania w recepturze wyłącznie owoców, aktualnie obejmuje więcej surowców, nie uwzględnia jednak bazy mlecznej. Nowa definicja sorbetu nie wprowadza w błąd konsumenta co do składu produktu i pozwala na zastosowanie in-

nowacyjnych receptur z jednoczesnym utrzymaniem wysokiej jakości produktów finalnych [20].

Celem niniejszej pracy było określenie możliwości wytworzenia probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych z dodatkiem prebiotyku – oligofruktozy, które będą się charakteryzować dobrą jakością mikrobiologiczną (pod względem przeżywalności bakterii probiotycznych) i sensoryczną.

Material i metody badań

Do produkcji sorbetów zastosowano:

- napój owocowy „Multiwitamina” (Maspex, Wadowice);
- zieloną herbatę ekspresową (Herbapol, Polska). Napar przygotowywano, zalewając jedną saszetkę herbaty 250 ml wrzącej wody (czas parzenia 5 min);
- sacharozę jako substancję słodzącą (Diamant, Polska);
- szczep bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 pochodzący z kolekcji Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej. Spełniał on wymagania odnoszące się do szczepów probiotycznych [4, 18]. Szczep był hodowany na pożywce MRS w temp. 37 °C, następnie stosowano go do fermentacji napoju owocowego;
- oligofruktozę – prebiotyk (Raftilose P95, ORAFTI, Belgia).

Fermentację z udziałem szczepu bakterii probiotycznych *L. rhamnosus* LOCK900 prowadzono w trzech wariantach napoju owocowego. Każda próbka zawierała 15-procentowy dodatek sacharozy. Próbkę zaszczepiano 24-godzinną hodowlą bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 o gęstości zawiesiny 8 log jtk/ml. Szczep bakterii dodawano w ilości 1 % w stosunku do objętości napoju i poddawano inkubacji w temp. 32 °C przez 26 h. Następnie zafermentowane próbki napoju łączono z wcześniej przygotowanym, ostudzonym naparem z zielonej herbaty w stosunku objętościowym 3 : 1. Do dwóch wariantów synbiotycznych dodawano odpowiednio: 1 i 2 % oligofruktozy w stosunku do objętości napoju z naparem herbaty. Trzeci wariant (probiotyczny) stanowiła próba kontrolna bez dodatku prebiotyku. Po połączeniu składników otrzymano masę sorbetową, którą mieszano i zamrażano w warunkach laboratoryjnych przy użyciu maszyny do lodów typu IC 5000 (DeLonghi Treviso, Włochy). Następnie produkty pakowano w opakowania jednostkowe z tworzywa sztucznego i przechowywano w warunkach zamrażalniczych w temp. -30 °C przez 12 tygodni.

Liczbę bakterii kwasu mlekowego oznaczano w świeżej hodowli, w napoju owocowym po procesie fermentacji, w masach sorbetowych przed zamrożeniem oraz w gotowych sorbetach owocowo-herbacianych. Oznaczanie liczby bakterii kwasu mlekowego, pomiar pH oraz ocenę jakości sensorycznej probiotycznego i dwóch synbiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych wykonywano w odstępach 3-tygodniowych przez 12 tygodni przechowywania produktów. Do oznaczania liczby bakterii kwasu

mlekowego zastosowano metodę płytkową [25] przez posiew wgłębny na podłożu wybiórczym MRS (Biokar Diagnostic, Francja). Inkubację prowadzono w temp. 30 °C przez 72 h. Pomiar pH wykonywano zgodnie z normą PN-EN 1132:1999 [23], zawierającą wytyczne do wykonania pomiaru pH soków owocowych i warzywnych, z uwzględnieniem temperatury próbek, przy użyciu pH-metru CP-501 (Elmetron, Polska).

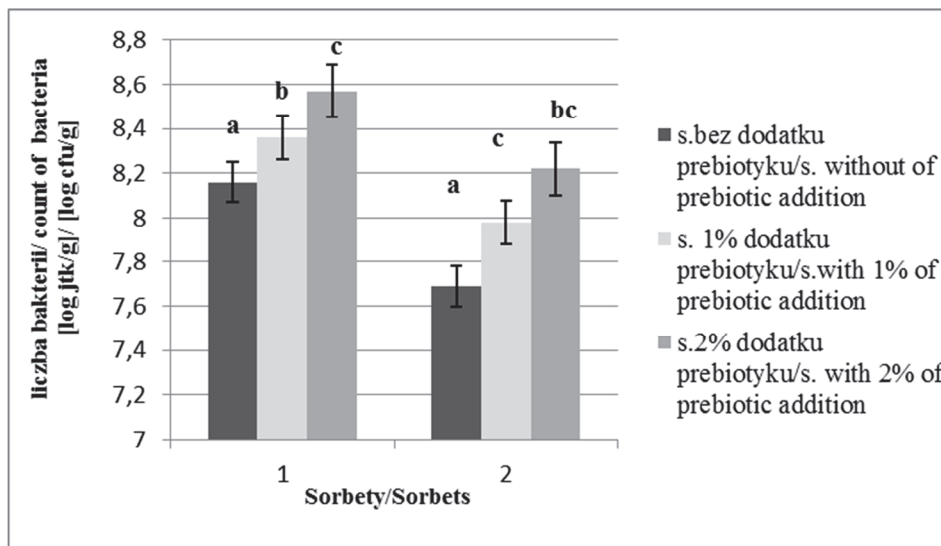
Do sensorycznej oceny jakości probiotycznego i dwóch synbiotycznych sorbetów owocowo-herbacyanych zastosowano metodę ilościowej analizy opisowej QDA [14]. W karcie oceny uwzględniono 9 wyróżników wytypowanych przez wyszkolony zespół oceniających (2 wyróżniki tekstury: gęstość, gładkość; 6 wyróżników smaku: wielowocowy, słodki, kwaśny, gorzki, cierpki, inny). Zadaniem oceniających było określenie intensywności każdego z wymienionych wyróżników jakości i naniesienie swojej oceny na odpowiednią skalę (niestrukturowaną skalę graficzną o zakresie 0 ÷ 10 j.u.). Na podstawie oceny wymienionych wyróżników dodatkowo na osobnej skali wyznaczano ogólną jakość sensoryczną produktów. Analizy zostały przeprowadzone w laboratorium sensorycznym z udziałem 10-osobowego zespołu pracowników Katedry Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW. Członkowie zespołu oceniającego zostali przeszkoleni w zakresie metodyki wykonywanych analiz oraz przebadani pod względem wrażliwości sensorycznej. Ocenę jakości sensorycznej powtarzano 3 razy w przypadku każdego okresu przechowywania. Podstawą wyników średnich było zatem 30 ocen jednostkowych.

Do analizy statystycznej uzyskanych wyników zastosowano program Statistica10, za pomocą którego wykonano test korelacji liniowej Pearsona oraz jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Przyjęto poziom istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Większość dostępnych publikacji dotyczy probiotycznych lodów mlecznych wytwarzanych z bazy mlecznej fermentowanej z udziałem probiotycznych szczepów bakterii lub bazy mlecznej z dodatkiem wybranych probiotyków. Natomiast w badaniach własnych podjęto próbę wyprodukowania sorbetów z udziałem probiotycznego szczepu bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900.

Stwierdzono, że w wyniku fermentacji napoju owocowego nastąpił wzrost liczby bakterii probiotycznych o jeden rząd logarytmiczny przy jednoczesnym obniżeniu wartości pH napoju o ok. 0,75 jednostki (tj. do wartości 3,4). Po połączeniu i wymieszaniu składników powstały masy sorbetowe, które również poddawano ocenie mikrobiologicznej. W wyniku zwiększenia masy produktu oraz powolnego procesu zamrażania liczba bakterii probiotycznych obniżyła się średnio o ok. 35 % w stosunku do liczby bakterii w napoju owocowym bezpośrednio po fermentacji.



Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – sorbety bezpośrednio po wyprodukowaniu / sorbets immediately after production; 2 – sorbety po 12 tygodniach przechowywania w temp. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ / sorbets after 12 week storage at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ of temperature. Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments); a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą statystycznie istotnie ($p > 0,05$) / mean values denoted by the same letters don't differ statistically significantly ($p > 0.05$)

Rys. 1. Wpływ dodatku prebiotyku na liczbę bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych bezpośrednio po wyprodukowaniu i po 12 tygodniach przechowywania w temp. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Fig. 1. Effect of prebiotic as additive on count of *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 bacteria in fruit-tea sorbets immediately after production and after 12 week storage at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ of temperature.

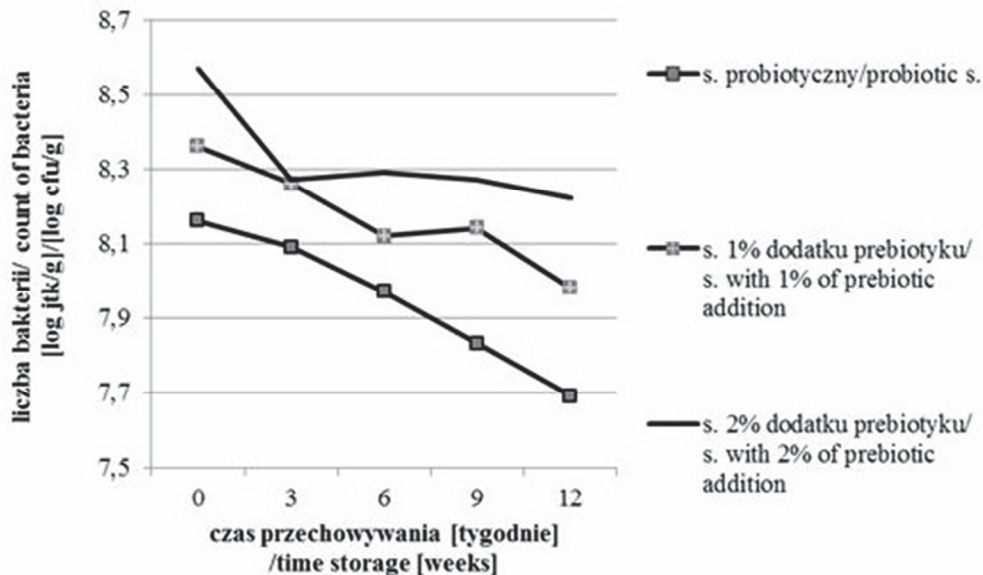
Podobne wyniki otrzymali Magarinos i wsp. [17]. Wykazali oni statystycznie istotny wpływ procesu zamrażania na liczbę bakterii probiotycznych w lodach mlecznych. Stwierdzili obniżenie o dwa rzędy logarytmiczne liczby tych bakterii podczas fazy mrożenia w warunkach produkcji lodów zbliżonych do badań własnych. Dodatek prebiotyków, tj. inuliny czy oligofruktozy, stymuluje wzrost i wpływa korzystnie na stabilność i przeżywalność probiotycznych szczepów bakterii w produktach funkcjonalnych podczas okresu ich przydatności do spożycia [29]. Na podstawie badań własnych wykazano także statystycznie istotny ($p \leq 0,05$) wpływ dodatku prebiotyku na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych bezpośrednio po wytworzeniu oraz przechowywanych przez 12 tygodni w temp. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (rys. 1). W obydwu przypadkach sorbety z dodatkiem oligofruktozy charakteryzowały się istotnie ($p \leq 0,05$) większą liczbą bakterii w porównaniu z próbą kontrolną bez

dodatku tego prebiotyku. Liczba bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w produktach po wytworzeniu była na poziomie $8,15 \div 8,6$ log jtk/g, natomiast po 12 tygodniach przechowywania obniżyła się do poziomu $7,7 \div 8,22$ log jtk/g w zależności od wariantu. Istotnie większą ($p \leq 0,05$) liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 stwierdzono w sorbecie z większym, 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy.

Akalin i Erisir [2] wykazali, że wzbogacenie inuliną i oligofruktozą niefermentowanych niskotłuszczowych lodów mlecznych z dodatkiem probiotycznego szczepu bakterii *L. acidophilus* La-5 lub *B. animalis* Bb-12 spowodowało wzrost przeżywalności tych bakterii w produktach oraz poprawę ich cech reologicznych. Lody przechowywano w temp. -18 °C przez 90 dni. Po przechowywaniu tylko produkt zawierający szczep bakterii *B. animalis* Bb-12 oraz dodatek jednego z prebiotyków – oligofruktozy charakteryzował się pożądaną terapeutycznie liczbą bakterii probiotycznych (wyższą od minimalnej dawki terapeutycznej, tj. 6 log jtk/g). Niższa, w porównaniu z badaniami własnymi, liczba bakterii probiotycznych w tych produktach po przechowywaniu może wynikać z tego, że niskotłuszczowe lody mleczne były jedynie wzbogacone w probiotyki, a nie fermentowane oraz były przechowywane przez dłuższy okres. Ahmadi i wsp. [1] badali przeżywalność probiotycznego szczepu bakterii *L. acidophilus* La-5 w lodach jogurtowych z dodatkiem FOS (fruktooligosacharydów) w ilości 0, 4 i 8 %. Produkty były przechowywane w temp. -18 °C przez 60 dni. Po upływie okresu przechowywania wymienieni autorzy odnotowali obniżenie liczby bakterii o 2 cykle logarytmiczne we wszystkich rodzajach lodów. Podobnie jak w badaniach własnych, autorzy ci zaobserwowali istotny wpływ dodatku prebiotyku na liczbę bakterii probiotycznych. Największą liczbą bakterii charakteryzował się produkt z 8-procentowym dodatkiem FOS.

W badaniach własnych stwierdzono istotny ($p \leq 0,05$) wpływ czasu przechowywania na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych (rys. 2). W miarę upływu czasu przechowywania liczba bakterii probiotycznych w produktach obniżała się. Najwyższą liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 spośród produktów przechowywanych przez 12 tygodni wykazano w sorbecie z 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy ($8,22$ log jtk/g).

Uzyskane wyniki są zbieżne z danymi literaturowymi. Salem i wsp. [28] badali przeżywalność różnych probiotycznych szczepów bakterii z rodzaju *Lactobacillus* oraz *Bifidobacterium* w lodach mlecznych. Produkty przechowywano również przez 12 tygodni, ale w temp. -26 °C. Po okresie przechowywania liczba bakterii wszystkich szczepów obniżyła się średnio o ok. $1 \div 2$ cykli logarytmicznych, do poziomu $6 \div 7$ log jtk/g, czyli niższego w porównaniu z wynikami badań własnych. Najwyższą przeżywalność zaobserwowano w przypadku bakterii *Bifidobacterium bifidum* oraz



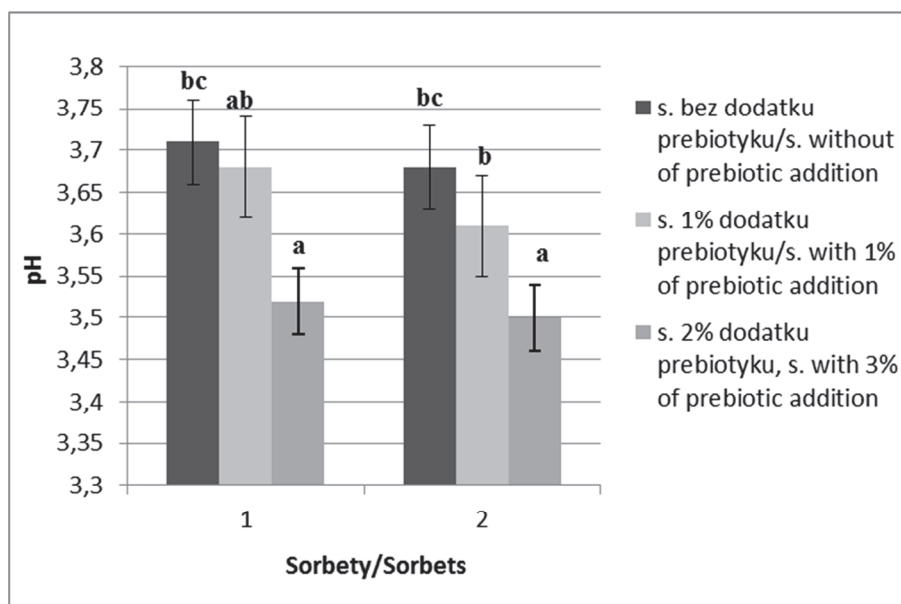
Rys. 2. Wpływ czasu przechowywania w temp. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ na liczbę bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych.

Fig. 2. Effect of storage time at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ of temperature for 12 weeks on the count of bacteria *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 in fruit-tea sorbets.

Lactobacillus reuteri. Liczbę bakterii probiotycznych na podobnym poziomie odnotowali również Ferraz i wsp. [8] w lodach mlecznych po upływie 60 dni przechowywania produktu w temp. $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Według Tamime'a [30] liczba bakterii kwasu mlekowego w mrożonym jogurcie bezpośrednio po procesie zamrażania wynosiła ok. 8 log jtk/g i była podobna do liczby bakterii probiotycznych w sorbetach po wyprodukowaniu w badaniach własnych. Z kolei Akalin i Erisir [2] zaobserwowali niższą liczbę bakterii probiotycznych w lodach mlecznych bezpośrednio po zamrożeniu – na poziomie $5,9 \div 6,6\text{ log jtk/g}$. Di Criscio i wsp. [7] sugerują, że możliwe jest otrzymanie synbiotycznych lodów owocowych i waniliowych produkowanych z niefermentowanej bazy mlecznej, z zastosowaniem 3-procentowego dodatku inuliny i potencjalnie probiotycznych szczepów bakterii *Lactobacillus rhamnosus* DSM 20021 i *Lactobacillus casei* DSM 20011.

Równocześnie z oznaczaniem liczby bakterii probiotycznych w sorbetach mierzono pH podczas całego okresu ich przechowywania. Wartość pH sorbetów kontrolnych nie zmieniała się. Zmierzone wartości nie ulegały istotnym zmianom podczas całego okresu przechowywania. Natomiast potwierdzono statystycznie istotny ($p \leq 0,05$) wpływ dodatku prebiotyku na wartości pH produktów po wyprodukowaniu i

po przechowywaniu przez 12 tygodni w temp. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (rys. 3). Z powyższych obserwacji wynika, że warunki zamrażalnicze nie mają istotnego wpływu na zmianę wartości pH w sorbetach, a dodatek oligofruktozy nieznacznie obniża tę wartość.



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 3. Wpływ dodatku prebiotyku na wartość pH sorbetów owocowo-herbacianych bezpośrednio po wyprodukowaniu i po upływie 12 tygodni przechowywania w temp. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

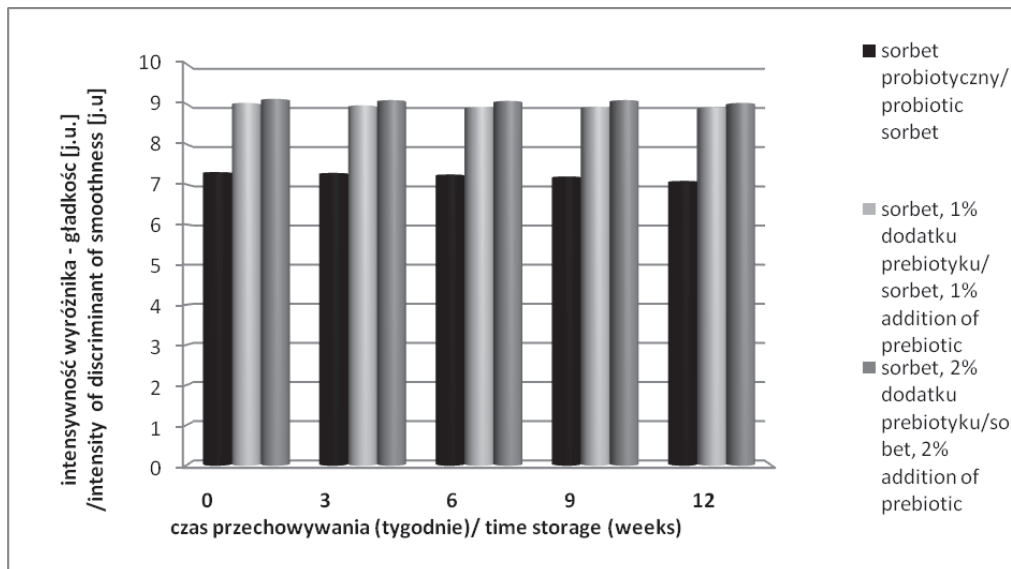
Fig. 3. Effect of prebiotic as additive on pH value of fruit - tea sorbets immediately after production and after 12 week storage at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ of temperature

Uzyskane wyniki potwierdzają dane zawarte w literaturze przedmiotu. Haynes i Playne [12] badali probiotyczne lody mleczne z dodatkiem szczepów bakterii *L. acidophilus*, *B. lactis* oraz *L. paracasei*. Średnia wartość pH produktów o obniżonej zawartości tłuszczu wynosiła ok. 6,4, a lodów o dużej zawartości tłuszczu – 6,3. Podczas przechowywania lodów przez 12 miesięcy w temp. $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ autorzy nie wykazali istotnych zmian wartości pH. Wyniki badań własnych były zbieżne z tymi, które wykazali Nousia i wsp. [19]. Lody z dodatkiem bakterii *L. acidophilus* LMGP-21381 były przechowywane w temp. $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ oraz $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez 45 tygodni. Po upływie tego okresu ww. autorzy nie zaobserwowali istotnych zmian wartości pH niezależnie od temperatury przechowywania produktu. Z kolei Ahmadi i wsp. [1] zaobserwowali, że dodatek FOS ma istotny wpływ na wartość pH wyprodukowanych lodów, co potwierdzono w badaniach własnych. W próbach z większym, 8-procentowym dodatkiem prebiotyku wymienieni autorzy odnotowali istotnie niższe wartości pH.

Przeprowadzono również ocenę jakości sensorycznej sorbetów owocowo-herbacianych. Wykazano istotną korelację pomiędzy czasem przechowywania a ogólną jakością sensoryczną sorbetów. Jakość ogólna produktów ulegała nieznacznemu obniżaniu w miarę upływu czasu przechowywania. Jednak wszystkie sorbety owocowo-herbaciane zostały wysoko ocenione pod względem cech sensorycznych (na poziomie $6,9 \div 8,5$ j.u. w skali 10-punktowej). Podczas 12-tygodniowego przechowywania sorbety synbiotyczne (z dodatkiem oligofruktozy) oceniano wyżej niż sorbet probiotyczny bez dodatku prebiotyku (czyli próbę kontrolną). Najwyższe noty przypisano sorbetowi z 2-procentowym dodatkiem prebiotyku. Wynika stąd wniosek, że wprowadzenie do receptury oligofruktozy pozytywnie wpłynęło na ogólną jakość sensoryczną sorbetów owocowo-herbacianych. Zaobserwowano również istotny wpływ rodzaju sorbetu na wyróżnik konsystencji – gładkość. Sorbety z dodatkiem oligofruktozy charakteryzowały się bardziej gładką konsystencją w porównaniu z próbą kontrolną. Oceniono je na poziomie 9 j.u. i taka wartość utrzymywała się przez cały okres przechowywania produktów (rys. 4).

Stwierdzono, że wyczuwalność smaku słodkiego była większa w sorbetach z dodatkiem prebiotyku. Jednak tylko w przypadku produktu z 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy wykazano istotny ($p \leq 0,05$) wpływ czasu przechowywania lodów na intensywność smaku słodkiego. W przypadku produktów fermentowanych niskie pH może wpływać na obniżenie akceptowalności sensorycznej, co usiłuje się niwelować przez zastosowanie dodatku inuliny lub oligofruktozy [13].

Nousia i wsp. [19] porównali wyróżniki jakości sensorycznej (aromat, smak, konsystencję oraz jakość ogólną produktów) probiotycznych lodów mlecznych przechowywanych w temp. -25 °C przez 15 oraz 45 tygodni. Dowiedli, że czas przechowywania nie wpłynął istotnie na zmianę jakości sensorycznej badanych produktów. Po upływie wskazanych okresów przechowywania lody wyprodukowane z dodatkiem kultur bakterii probiotycznych charakteryzowały się wyższymi notami w ocenie sensorycznej w porównaniu z próbą kontrolną. Ordonez i wsp. [22] poddali ocenie sensorycznej mrożone probiotyczne jogurty, przechowywane w temp. -29 °C przez 6 tygodni. W ocenie uwzględniono wyróżniki takie, jak: jakość ogólna, smak oraz tekstura. Wszystkie produkty oceniono na poziomie $6,5 \div 8,5$ j.u. (w skali 10-punktowej) i nie ulegały one istotnym zmianom podczas przechowywania. Z kolei Di Crisco i wsp. [7] wyprodukowali trzy rodzaje lodów: probiotyczne – różniące się smakiem (owocowe, waniliowe) oraz użytym szczepem bakterii (*L. rhamnosus*, *L. casei*), prebiotyczne – z różną zawartością inuliny (2,5, 5 i 10 %) oraz synbiotyczne – z różną zawartością inuliny (3 i 6 %) i szczepem bakterii (*L. rhamnosus*, *L. casei*). Po 7 dniach przechowywania w temp. -20 °C produkty poddano ocenie sensorycznej. W ocenie uwzględniono wyróżniki: smak, barwę i konsystencję. Zaobserwowano, że lody probiotyczne charakteryzowały się wyższymi ocenami w porównaniu z próbą kontrolną,



Rys. 4. Zmiany intensywności wyróżnika konsystencji: gładkość sorbetów owocowo-herbacianych podczas przechowywania w temp. $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez 12 tygodni

Fig. 4. Changes in intensity of distinguishing feature of texture: smoothness of fruit tea sorbets during storage at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ of temperature for 12 weeks

z wyjątkiem smaku. W przypadku lodów synbiotycznych dodatek inuliny wpłynął na obniżenie akceptacji produktu. Lodami o cechach najbardziej zbliżonych do próby kontrolnej były produkty z dodatkiem inuliny na poziomie 2,5 %. Wyniki te odbiegają od uzyskanych przez Akina i wsp. [3], którzy uwzględnili w badaniach aspekt wpływu dodatku różnych stężeń sacharozy oraz inuliny na jakość sensoryczną probiotycznych lodów, przechowywanych w temp. $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez 90 dni. W ocenie brano pod uwagę takie wyróżniki, jak: barwa, konsystencja i smak. Stwierdzono, że inulina nie wpływa na poprawę wyżej wymienionych wyróżników jakości sensorycznej, w przeciwieństwie do sacharozy. Lum i Albrecht [16] oceniali wpływ dodatku 10 % inuliny lub 10 % FOS na jakość sensoryczną lodów. Wykazali, że lody z dodatkiem prebiotyków uzyskały akceptację panelu oceniającego, pomimo że produkt konwencjonalny charakteryzował się wyższymi ocenami. Stwierdzono, że produkty wzbogacone w FOS zostały wyżej ocenione niż lody z dodatkiem inuliny.

Podsumowując, można zatem stwierdzić, że istnieje możliwość wytworzenia probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych z dodatkiem prebiotyku – oligofruktozy o dobrej jakości sensorycznej, jednocześnie z zachowaniem odpowiedniej liczby bakterii probiotycznych, aby produkty te mogły być uznane za funkcjonalne.

Wnioski

1. Dodatek oligofruktozy wpłynął pozytywnie na wzrost, przeżywalność i stabilność bakterii probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych.
2. Temperatura zamrażalnicza nie wpłynęła negatywnie na właściwości probiotyczne sorbetów produkowanych z udziałem szczepów bakterii probiotycznych.
3. Wykazano istotny ($p \leq 0,05$) wpływ czasu przechowywania na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w sorbetach, jednak w ciągu 12 tygodni przechowywania w warunkach zamrażalniczych liczba bakterii nie uległa obniżeniu poniżej minimalnej dawki terapeutycznej (tj. 6 log jtk/g produktu).
4. Sorbety produkowane na bazie soku owocowego fermentowanego probiotycznym szczepem bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 mogą stanowić przykład dobrej matrycy do dostarczania bakterii probiotycznych.

Literatura

- [1] Ahmadi A., Milani E., Madadlou A., Mortazavi S.A., Mokarram R.R., Salarbashi D.: Synbiotic yogurt-ice cream produced via incorporation of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* (La-5) and fructooligosaccharide. *J. Food Sci. Technol.*, **51** (8), 2014, 1568-1574.
- [2] Akalin A.S., Erisir D.: Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. *J. Food Sci.*, 2008, **73** (4), 184-188.
- [3] Akin M.B., Akin M.S., Kirmaci Z.: Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chem.*, 2007, **104** (1), 93-99.
- [4] Aleksandrak-Piekarczyk T., Koryszewska-Bagińska A., Bardowski J.: Genome sequence of the probiotic strain *Lactobacillus rhamnosus* (formerly *Lactobacillus casei*) LOCK908. *Genome Announc.*, 2013, **1** (4), 1-2.
- [5] Alu'datt M.H., Rababah T., Ereifej K., Gammoh S., Alhamad M.N., Mhaidat N., Kubow S., Johargy A., Alnaiemi O.J.: Investigation of natural lipid-phenolic interactions on biological properties of virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.*, 2014, **62** (49), 11967-11975.
- [6] Awaisheh S.S., Hadaddin M., Robinson R.K.I.: Incorporation of selected nutraceuticals and probiotic bacteria into fermented milk. *Inter. Dairy J.*, 2005, **15** (11), 1184-1190.
- [7] Di Crisco T., Fratianni A., Mignogna R., Cinquanta L., Coppola R., Sorrentino E., Panfili G.: Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. *J. Dairy Sci.*, 2010, **93** (10), 4555-4564.
- [8] Ferraz J.L., Cruz A.G., Cadena R.S., Freitas M.Q., Pinto U.M., Carvalho C.C., Faria J.A., Bolini H.M.: Sensory acceptance and survival of probiotic bacteria in ice cream produced with different overrun levels. *J. Food Sci.*, 2012, **77** (1), 24-28.
- [9] Franck A.: Technological functionality of inulin and oligofructose. *Brit. J. Nutr.*, 2002, **87** Suppl. 2, 287-291.
- [10] Goff H.D.: 65 Years of ice-cream science. *Intern. Dairy J.*, 2008, **18** (7), 754-758.
- [11] Hagen M., Narvhus J.A.: Production of ice cream containing probiotic bacteria. *Milchwissenschaft*, 1999, **54** (5), 265-268.
- [12] Haynes I.N., Playne M.J.: Survival of probiotic cultures in low-fat ice cream. *Australian J. Dairy Technol.*, 2002, **57** (1), 10-14.

- [13] Homayouni A., Azizi A., Javadi M., Mahdipour S., Ejtahed. H.: Factors influencing probiotic survival in ice cream: A review. *Inter. J. Dairy Sci.*, 2012, **7 (1)**, 1-10.
- [14] ISO 13299:2016. Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile.
- [15] Farinha L.R.L., Sabo S.S., Porto M.C., Souza E.C., Oliveira M.N., Oliveira R.P.S.: Influence of prebiotic ingredients on the growth kinetics and bacteriocin production of *Lactococcus lactis*. *Chem. Eng. Trans.*, 2015, **43**, 313-318.
- [16] Lum A.K., Albrecht J.A.: Sensory evaluation of ice cream made with prebiotic ingredients. *RURALS*, 2008, **3 (1)**, 1-9.
- [17] Magariños H., Selaive S., Costa M., Flores M., Pizarro O.: Viability of probiotic micro-organisms (*Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12) in ice cream. *Inter. J. Dairy Technol.*, 2007, **60 (2)**, 128-134.
- [18] Motyl I., Klewicka E., Libudzisz Z.: New strain of lactic acid bacteria *Lactobacillus casei*. Polish Patent Application 2009, PL382760 (A1)-2009-01-05.
- [19] Nousia F.G., Androukalis P.I., Fletouris D.J.: Survival of *Lactobacillus acidophilus* LMGP-21381 in probiotic ice cream and its influence on sensory acceptability. *Inter. J. Dairy Technol.*, 2011, **64 (1)**, 130-136.
- [20] Euroglaces (European Ice Cream Association). [on line]. Dostęp w Internecie [22.07.2016]: <http://euroglaces.eu>
- [21] IDFA (International Dairy Foods Association). [on line]. Dostęp w Internecie [22.07.2016]: <http://www.idfa.org>
- [22] Ordonez A., Jeon I.J., Roberts H.A.: Manufacture of frozen yogurt with ultrafiltered milk and probiotic lactic acid bacteria. *J. Food Proc. Preser.*, 2000, **24 (2)**, 163-176.
- [23] PN-EN 1132:1999. Soki owocowe i warzywne. Oznaczanie pH.
- [24] PN-A-86431:1999/Az1:2002. Mleko i przetwory mleczne. Lody. Wymagania i badania.
- [25] PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- [26] Ranadheera R.D.C.S., Baines S.K., Adams M.C.: Importance of food in probiotic efficacy. *Food Res. Inter.*, 2010, **43 (1)**, 1-7.
- [27] Nagpal R., Kumar A., Kumar M., Behare P.V., Jain S., Yadav H.: Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: A review. *FEMS Microbiol. Lett.*, 2012, **334 (1)**, 1-15.
- [28] Salem M.M.E., Faithi F.A., Awad R.A.: Production of probiotic ice cream. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55 (3)**, 267-271.
- [29] Śliżewska K., Nowak A., Barczyńska R., Libudzisz Z.: Prebiotyki – definicja, właściwości i zastosowanie w przemyśle. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **1 (86)**, 5-20.
- [30] Tamime A.Y. (Ed.): *Probiotic Dairy Products*. Blackwell Publishing Ltd., Ames, Iowa, 2006.
- [31] Yeo S.-K., Liong M.-T.: Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics soymilk. *J. Sci. Food Agric.*, 2010, **90 (2)**, 267-275.

EFFECT OF OLIGOFRUCTOSE AS ADDITIVE ON SELECTED DISTINGUISHING FEATURES OF QUALITY OF PROBIOTIC FRUIT-TEA SORBETS

Summary

The objective of the research study was to determine the possibilities of producing probiotic fruit-tea sorbets with an oligofructose prebiotic as additive so that they would be characterized by a good microbiological quality (in terms of the survival of probiotic bacteria) and a good sensory quality. The scope of the research study included: producing probiotic fruit-tea sorbets under laboratory conditions, determining the count of *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900, measuring the pH values, and assessing the changes in the

sensory quality of products during storage at a temperature of -30°C for a period of 12 weeks. It was found that the oligofructose additive had a beneficial effect on the growth and survival of probiotic bacteria in the fruit-tea sorbets. It was shown that the time period of storage had a significant ($p \leq 0.05$) effect on the amount of *L. rhamnosus* LOCK900 bacteria in the sorbets studied. During the entire period of storing the products, the count of bacteria didn't decrease below the minimum therapeutic dose (i.e. $6 \log \text{ jtk/g}$ of product). Of all the products stored for 12 weeks, the sorbet with a 2 percent of oligofructose added was reported to have the highest count of *L. rhamnosus* LOCK900 bacteria ($8.22 \log \text{ jtk/g}$).

The oligofructose included in the recipe caused the overall sensory quality of fruit-tea sorbets to improve. The sorbet that contained 2-percent of prebiotic added received the highest assessment score. Additionally, it was found that the oligofructose added had a beneficial effect on the one of the distinguishing features of the sensory quality of the product: on the texture. The sorbets with the oligofructose added were characterized by a smoother texture compared to the control sample. During 12 weeks of storage, the synbiotic sorbets (with the oligofructose added) were higher rated than the probiotic sorbet without that prebiotic.

Key words: sorbet, probiotics, oligofructose, functional food 