

KATARZYNA OSTRÓŻKA, DOROTA WICHROWSKA

## WPLYW ZAMIENNIKÓW CUKRU NA STOPIEŃ NAPOWIETRZENIA I TOPLIWOŚĆ ŚREDNIO TWARDYCH LODÓW ŚMIETANKOWYCH

### Streszczenie

Wśród odżywczych i dietetycznych deserów można wymienić lody mleczne, a do najczęściej spożywanych należą – śmietankowe. Lody te są cennym źródłem białka i wapnia w diecie. Charakteryzują się one mniejszą wartością energetyczną w porównaniu z innymi deserami. Mogą być propozycją deseru dla osób zmagających się z otyłością i cukrzycą, pod warunkiem ograniczenia w nich cukru białego lub wykorzystania zamienników sacharozy. Pożądanymi cechami lodów, zarówno dla branży lodziarskiej, jak również dla konsumentów, jest ich puszystość oraz niewielka topliwość.

Celem pracy było określenie możliwości zastosowania zamienników cukru i ich wpływu na stopień napowietrzenia i topliwość lodów śmietankowych średnio twardych. Badany materiał stanowiły średnio twarde lody śmietankowe z sacharozą jako wzorcem i z dodatkiem zamienników cukrowych, tj. maltitolu, ksylitolu, erytrytolu oraz stewii. Określono stopień napowietrzenia [%] i całkowity czas topnienia [min] lodów, oznaczono ich suchą masę oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną lodów. Największym stopniem napowietrzenia charakteryzowały się lody śmietankowe z sacharozą, kolejno ze stewią, ksylitolem, maltitolem. Najmniejszą puszystością cechowały się lody z erytrytolem. Topliwość lodów była skorelowana z ich puszystością – im lody były bardziej napowietrzone, tym wolniej się topiły, z wyjątkiem lodów z dodatkiem maltitolu. Najwolniej topiły się lody śmietankowe z sacharozą, kolejno z maltitolem, stewią, ksylitolem, a najszybciej – lody z erytrytolem. Najbardziej pożądanymi cechami pod względem stopnia napowietrzenia oraz szybkości topnienia charakteryzowały się lody ze stewią. Pod względem sensorycznym najwyżej oceniono lody śmietankowe z ksylitolem, kolejno lody z dodatkiem sacharozy, maltitolu, stewii. Najniższą ogólną ocenę sensoryczną przyporządkowano lodom śmietankowym z erytrytolem.

**Słowa kluczowe:** lody, sacharoza, maltitol, ksylitol, erytrytol, stewia

### Wprowadzenie

Lody mleczne, w szczególności lody śmietankowe, to chętnie spożywany deser w Polsce. Są napowietrzoną, zamrożoną koloidalną mieszaniną surowca mlecznego, wody, stabilizatora bądź jaj oraz cukru lub jego substytutów. Lody charakteryzują się

---

*Mgr inż. K. Ostróżka, dr inż. D. Wichrowska, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydz. Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz. Kontakt: wichrowska@utp.edu.pl*

puszystą, aksamitną, gładką strukturą oraz lekką konsystencją. Przy spożyciu przyjemnie ochładzają oraz rozpływają się w jamie ustnej, dostarczając konsumentom bardzo pożądanych doznań smakowych [3, 6, 11]. Lody te cechuje korzystna wartość dietetyczna, gdyż organizm ludzki musi zużyć dużo energii na ogrzanie produktu z temperatury na ogół  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (w której zwykle przechowywane są lody średnio twarde) do temp.  $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , czyli normalnej temperatury ciała ludzkiego, w której w sposób bezpośredni są odżywiane jego komórki. Fizycznie i sumarycznie organizm ludzki wykonuje pracę ocieplenia omawianego deseru o ok.  $54,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Powoduje to również długotrwałe utrzymywanie się posiłku wewnątrz organizmu, a więc produkt ten jest niezwykle sycający. Wynika z tego, że wartość energetyczna lodów powinna być postrzegana przez konsumentów nie tylko jako „puste” kalorie. Ze 100 g klasycznych, rzemieślniczych lodów śmietankowych organizm ludzki może uzyskać 160 kcal. Po ich spożyciu nie występuje zjawisko tzw. glikemii poposiłkowej, co dowodzi ich uznawanej wartości zdrowotnej [6, 21]. Lody wytworzone z zastosowaniem odpowiednich receptur i odznaczające się cechami żywności funkcjonalnej mogą przyczyniać się do zapobiegania niezakaźnym chorobom przewlekłym (tzw. chorobom cywilizacyjnym), takim jak otyłość czy cukrzyca. Jednocześnie produkty te będą źródłem białka i wapnia w diecie.

Celem pracy było określenie możliwości zastosowania zamienników cukru i ich wpływu na stopień napowietrzenia i topliwość lodów śmietankowych średnio twarde.

### Material i metody badań

Badany materiał stanowiły tradycyjne, średnio twarde lody śmietankowe wyprodukowane rzemieślniczo we współpracy z Lodziarnią Katarynka w Bydgoszczy. Próbę kontrolną (wzorzec) stanowiły lody z sacharozą pozyskiwaną z buraków cukrowych (Polski Cukier, Polska). Próby doświadczalne stanowiły lody śmietankowe, w których substancjami słodzącymi (zamiennikami sacharozy) były [2, 7, 20, 22]:

- maltitol E965 (Intenson, Polska) – półsyntetyczny wypełniacz należący do cukrów alkoholowych, pozyskiwany z ziaren kukurydzy;
- ksylitol E967 (Sante Skarby Ziemi, Polska) – półsyntetyczny wypełniacz należący do cukrów alkoholowych, pozyskiwany z kory brzozy,
- erytrytol E968 (Vital Food, Polska) – półsyntetyczny wypełniacz należący do cukrów alkoholowych, pozyskiwany z glukozy;
- stewia E960 – glikozydy stewiolowe (Zielony Listek, Polska) – naturalny preparat intensywnie słodzący, pozyskiwany z liści rośliny *Stevia rebaudiana* Bertoni. W dalszej części pracy, w celu uproszczenia nazewnictwa, preparat stewiolowy będzie określany jako „stewia”.

W lodach z sacharozą i z zamiennikami cukru zastosowano jako stabilizator gumę guar E417 (Vegamarket, Polska) pozyskiwaną z nasion *Cyamopsis tetragonoloba*.

Substancja ta korzystnie oddziałuje na cechy sensoryczne i teksturalne (w tym na konsystencję) produktów branży lodziarskiej [2, 10, 13, 20, 23].

Badane lody zawierały 10 % tłuszczu, czyli według ogólnej polskiej klasyfikacji była to ilość minimalna [3, 12].

Średnio twarde lody śmietankowe wykonano według własnej, sprawdzonej technologicznie (przez wykwalifikowanych lodziarzy – cukierników) i sensorycznie (przez studentów i pracowników Lodziarni) receptury, na którą składały się: woda, cukier (bądź zamiennik cukru), odtłuszczone granulowane mleko w proszku (SM Gostyń, Polska), śmietanka 30 % (Piątница, Polska) i guma guar jako stabilizator. Ilość zamiennika cukru w recepturze przyjęto na podstawie danych literaturowych [2, 19, 20] według miary odczuwanej słodkości, jaką uzyskuje się w porównaniu z sacharozą – cukrem kontrolnym. Im ta wartość była wyższa, tym mniejszy był dodatek zamiennika. Miało to zapobiec wyczuwalnej „mdłości” w smaku. W myśl tej zasady największy był dodatek cukru białego do mieszanki, a najmniejszy – stewii.

Surowce odważano z dokładnością do 0,01 g, mieszano i poddawano procesowi pasteryzacji. Zwyczajowo pasteryzacja mieszanki lodziarskiej odbywa się w temp. 82 - 85 °C przez 15 s. Jeżeli jednak w jednej maszynie zachodzi kilka procesów technologicznych, jeden po drugim, możliwe jest połączenie i uśrednienie parametrów technologicznych, tj. temperatury i czasu. W omawianym doświadczeniu pasteryzator Pasto 30 XPL Primulator (Carpigiani, Włochy) użyty do pasteryzacji lodów śmietankowych z różnymi zamiennikami cukru pełnił równocześnie funkcję homogenizatora, stąd przyjęto temp. 65 °C i czas – 15 min, aby procesy homogenizacji i pasteryzacji mogły zachodzić jeden po drugim. Parametry te wynikały z tego, że szybkie podgrzanie mieszanki lodziarskiej do wysokiej temperatury mogłoby doprowadzić do powstania trudno usuwalnych lub wręcz nieusuwalnych grudek śmietanki i sproszkowanego mleka, co mogłoby wpłynąć negatywnie na jakość produktu. Długotrwałe mieszanie i podgrzewanie mieszanki zapewnia jej optymalne cechy, dzięki czemu można pominąć etap filtracji i od razu poddać ją chłodniczemu dojrzewaniu. Dzwolak i Ziajka [3] uważają, że możliwa jest różna kolejność procesów podgrzewania, homogenizacji i pasteryzacji w produkcji lodów. Zostały one określone mianem wariantów I, II, III, a każdy kończy się etapem schładzania i zamrażania.

Dojrzewanie mieszanki lodziarskiej prowadzono w chłodziarce w temp. 4 °C przez 24 h. Całość przelewano do frezera o temp. -4 °C, w którym odbywało się napowietrzanie lodów do 30 % objętości (parametr lodów rzemieślniczych) oraz ich wstępne zamrażanie (powstawanie zarodków krystalizacji). Tak powstałe lody miękkie (typu lody włoskie czy lody z automatu) przekładano do opakowań i hartowano (utrzymanie i utrwalaanie wcześniej powstałych zarodków) w temp. -30 °C przez 15 min. Zamrażanie właściwe następowało podczas przechowywania w temp. -16 °C przez 2 tygodnie,

po czym stawały się one lodami średnio twardymi, czyli średnio zamrożonymi [1, 3, 12]. Po tym okresie dokonywano pomiarów.

Oznaczanie puszystości lodów jako stopnia napowietrzenia [%] wykonywano zgodnie z PN-A-86430:1967 [16].

Topliwość lodów określano jako całkowite upłynnienie próbki o określonej masie według metody własnej, opracowanej na podstawie doświadczenia i sugestii wykwalifikowanej kadry cukierniczej i lodziarskiej oraz przy uwzględnieniu metody „pierwszej kropli” Florowskiej i wsp. [5] oraz metody „wycieku” Jasińskiej i wsp. [8]. W tym celu 10-gramowe próbki każdego z badanych rodzajów lodów układano obok siebie na płaskim naczyniu i przetrzymywano w temp.  $20 \pm 2$  °C. Mierzono czas potrzebny do całkowitego upłynnienia lodów. Zmiany zachodzące w próbkach obserwowano co ok. 5 min.

Oznaczanie zawartości suchej masy [%] lodów wykonywano metodą techniczną zgodnie z PN-A-86430:1967 [16].

Oznaczenia wymienionych parametrów wykonano w trzech powtórzeniach.

Ocenę sensoryczną metodą 5-punktową przeprowadził zespół złożony z wyspecjalizowanych lodziarzy, cukierników oraz studentów i pracowników uczelni wyszkolonych w zakresie analizy sensorycznej produktów [17]. Zespół składał się z 50 dorosłych osób w różnym wieku i różnej płci. Jeden punkt oznaczał ocenę najniższą, a 5 pkt – najwyższą, przy czym możliwe było uwzględnienie ocen połówkowych. Ocenianym wyróżnikom przypisano współczynniki ważkości: wygląd – 0,4, barwa – 0,1, struktura oraz konsystencja – 0,2, zapach oraz smak – 0,3. Suma współczynników ważkości była równa 1. Ocena ogólna to suma poszczególnych średnich ocen cząstkowych wszystkich cech pomnożonych przez ich współczynniki ważkości.

Do opracowania wyników badań zastosowano programy komputerowe: LibreOffice Calc 6.1 oraz test ANOVA. Analizę statystyczną przeprowadzono dla układu całkowicie losowego testem Tukeya (NIR) przy  $p \leq 0,05$ . Obliczono również współczynniki korelacji Pearsona.

## Wyniki i dyskusja

Największym stopniem napowietrzenia odznaczały się średnio twarde, śmietankowe lody wzorcowe, czyli tradycyjne lody z sacharozą, kolejno lody z dodatkiem stewii, ksylitolu oraz z maltitolem. Najmniejszy stopień napowietrzenia uzyskano w lodach z erytrytolem (tab. 1). Stopień puszystości lodów tradycyjnych wynosił ok. 30 %, co jest maksymalną wartością do uzyskania w lodach rzemieślniczych, napowietrzanych we frezerze [3, 12]. Lody z dodatkiem: sacharozy, maltitolu, ksylitolu i stewii, z wyłączeniem lodów z dodatkiem erytrytolu, charakteryzowały się zadowalającą puszystością, zapewniającą odpowiednie dla każdego rodzaju lodów cechy sensoryczno-reologiczne.

Tabela 1. Stopień napowietrzenia, topliwość oraz sucha masa lodów śmietankowych średnio twardych z różnymi dodatkami substancji słodzących

Table 1. Aeration degree, meltability and dry matter of medium-hard dairy ice cream with various sweeteners added

Substancja słodząca Used sweetener	Zawartość powietrza Air content [%] ( $\bar{X} \pm SD$ )	Topliwość Meltability [min] ( $\bar{X} \pm SD$ )	Zawartość suchej masy Dry matter content [%] ( $\bar{X} \pm SD$ )
Sacharoza / Sucrose	29,88 <sup>a</sup> ± 0,014	60,3 <sup>a</sup> ± 0,71	5,28 <sup>d</sup> ± 0,07
Maltitol	19,06 <sup>d</sup> ± 0,011	41,0 <sup>b</sup> ± 2,12	3,90 <sup>e</sup> ± 0,07
Ksylitol / Xylitol	23,46 <sup>c</sup> ± 0,007	20,7 <sup>c</sup> ± 1,41	7,25 <sup>b</sup> ± 0,014
Erytrytol / Erythritol	11,12 <sup>e</sup> ± 0,009	10,2 <sup>d</sup> ± 0,35	7,62 <sup>a</sup> ± 0,014
Stewia / Stevia	26,59 <sup>b</sup> ± 0,012	29,7 <sup>c</sup> ± 0,71	6,26 <sup>c</sup> ± 0,014

Objaśnienia / Explanatory notes:

$\bar{X}$  – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; a, b, c... – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p \leq 0,05$  / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at  $p \leq 0.05$ .

Erytrytol charakteryzuje się krystaliczną, twardą strukturą. Była ona główną przyczyną bardzo słabego napowietrzenia lodów z dodatkiem tego zamiennika sacharozy, a tym samym zbitej konsystencji [4] oraz takich wad gotowego produktu, jak: smak ziarnisty, który przyczyniał się do wrażenia spożywania zamrożonych kryształków cukru, a także wyciek gorzkiego płynu przy spożyciu.

Jak podają Dzwolak [4] oraz Florowska i wsp. [5], na puszystość lodów wpływa odpowiednio dobrany skład surowców, a w szczególności zawartość białka i tłuszczu oraz ich stosunek ilościowy, które oddziałują na odpowiednią gęstość pianotwórczą mieszanki lodziarskiej. Bardziej istotny wpływ na ten parametr lodów ma zawartość białka, które utrzymuje strukturę białkowo-powietrzno-tłuszczową [8]. Na proces napowietrzania lodów wpływ mają ilość tłuszczu i zawartość suchej masy [4, 8, 14, 15]. Wielu autorów podaje graniczne zawartości tłuszczu w lodach śmietankowych, przy których uzyskuje się najlepszy efekt napowietrzenia, na poziomie 8 i 12 % [1, 3, 6, 8, 12, 15]. Ważny jest również stosunek zawartości tłuszczu do zawartości suchej masy i jest on zależny od rodzaju lodów. W przypadku lodów śmietankowych, wyprodukowanych z dodatkiem sacharozy, zawartość tłuszczu jest trzy razy mniejsza niż zawartość suchej masy przy 70-procentowym napowietrzeniu [3], a w lodach śmietankowych z dodatkiem inuliny zawartość tłuszczu jest prawie pięciokrotnie mniejsza od zawartości suchej masy przy 43-procentowym napowietrzeniu [5].

Średnia zawartość tłuszczu w badanych lodach wynosiła 10 %, a zawartość suchej masy zawierała się w granicach od 3,90 w próbkach lodów z maltitolem do 7,62 – z erytrytolem (tab. 1), przy średnim napowietrzeniu na poziomie ok. 20 %. Należy sądzić, że wpływ na to miała interakcja i rozpuszczalność składników mieszanki lo-

dziarskiej podczas zamrażalniczego przechowywania. Lody z dodatkiem erytrytolu zawierały najwięcej suchej masy i były najmniej napowietrzane. Ogólny stosunek zawartości tłuszczu do zawartości suchej masy wyniósł blisko 2 : 1. Można więc zauważyć, że ma to odniesienie do stopnia puszystości lodów.

Zdaniem Palki i Palicha [15] zawartość powietrza wpływa także na łatwość przenikania zimna lub ciepła do wnętrza mieszanki lodziarskiej, a w związku z tym na twardość lodów, i zapewnia aksamitną, gładką, jednolitą w całej objętości konsystencję (nie twardą) oraz delikatną, lekką ich strukturę. Lody zawierające dużo powietrza topnieją dłużej, co jest zjawiskiem pożądanym przez konsumentów [3, 9, 12]. Należy zaznaczyć, że wyprodukowane w badaniach własnych lody zawierały stabilizator, bez którego, jak podają Jasińska i wsp. [9], topiłyby się ponad dwa razy szybciej. Ponadto według Postolskiego [18] bardzo ważnym składnikiem we wszystkich rodzajach lodów są węglowodany, które obniżają punkt zamarzania mieszanki lodziarskiej. W lodach doświadczalnych dodatek substancji słodzącej aplikowano w różnych ilościach, co przypuszczalnie wpłynęło na różny stopień wymrożenia w nich wody. W próbkach, w których nie wszystkie kryształki wody uległy zamrożeniu, szybkość topnienia była większa, a widoczny wyciek płynu był dużo większy niż z lodów śmietankowych z sacharozą (fot. 1 i 2).



Fot. 1. Wygląd średnio twardych lodów śmietankowych z dodatkiem: maltitolu, ksylitolu, erytrytolu, sacharozy i stewii bezpośrednio po odważeniu

Photo 1. Appearance of medium-hard dairy ice cream with added: maltitol, xylitol, erythritol, sucrose and stevia immediately after weighing

Na puszystość lodów wpływ miał także dodatek gumy guar (stabilizatora), który w ilości ok. 0,3 % z jednej strony utrudnia napowietrzanie, ale wiąże składniki tak, że podczas topnienia nie rozlewają się [3, 4, 19]. Ten czynnik jest bardzo korzystny pod względem fizycznym i konsumenckim. Stwierdzono bowiem, że w średnio zamrożonych lodach śmietankowych, w recepturze których zastosowano maltitol lub ksylitol, należy uwzględnić większy dodatek stabilizatora niż w lodach z dodatkiem sacharozy (fot. 2). Z kolei do lodów śmietankowych ze stewią dodatek stabilizatora powinien być

jeszcze większy, aby ich puszystość doprowadzić do jakości zbliżonej do wzorca. Czas przekształcenia lodów doświadczalnych z formy stałej w płynną (z widocznym wyciekaniem – w zależności od zastosowanych zamienników) był najkrótszy w przypadku lodów z dodatkiem erytrytolu, a najdłuższy – lodów kontrolnych, do których dodano sacharozę (tab. 1).



Fot. 2. Wygląd średnio twardych lodów śmietankowych z dodatkiem: maltitolu, ksylitolu, erytrytolu, sacharozy i stewii po 40 min przetrzymywania w temp.  $20 \pm 2$  °C

Photo 2. Appearance of medium-hard dairy ice cream with added: maltitol, xylitol, erythritol, sucrose and stevia after 40 min storage at temp.  $20 \pm 2$  °C

Tabela 2. Współczynniki korelacji Pearsona między suchą masą, napowietrzeniem i topliwością średnio twardych lodów śmietankowych z różnymi dodatkami substancji słodzących

Table 2. Pearson coefficients of correlation between dry matter, aeration and meltability of medium-hard dairy ice cream with different sweeteners added

Cecha Feature	Sucha masa Dry matter	Stopień napowietrzenia Aeration degree	Topliwość Meltability
Sucha masa Dry matter	-	ni.	-0,73
Stopień napowietrzenia Aeration degree	-	-	0,77

Objaśnienie / Explanatory note:

ni. – nieistotne / insignificant

W większości badanych próbek lodów widoczna była zależność pomiędzy puszystością lodów (stopniem napowietrzenia) a czasem ich topnienia, wyrażona współczynnikami korelacji (tab. 2). Im lody były bardziej puszyste, tym wolniej się topiły, co jest cechą bardzo pożądaną w branży lodziarskiej. Wyjątkiem były lody z dodat-

kiem maltitolu, co mogło mieć związek z ich bardziej luźną i wodnistą konsystencją w porównaniu z innymi badanymi lodami.

Największą zawartością suchej masy charakteryzowały się lody z dodatkiem erytrytolu, a najmniejszą – z maltitolem. Im lody śmietankowe zawierały mniej suchej masy, tym były bardziej puszyste (tab. 1). Na stopień puszystości średnio twardych lodów śmietankowych wpływ miała również gęstość początkowa (pianotwórcza) mieszanki lodziarskiej. Im gęstsza była mieszanka, tym lody były bardziej napowietrzone. To z kolei wpływało na topliwość gotowych lodów. Im większy był stopień napowietrzenia, tym wolniej lody się topiły. W lodach z erytrytolem mogło to być spowodowane gruboziarnistą strukturą tego cukru, podczas gdy inne zamienniki sacharozy charakteryzowały się bardzo przybliżonym kształtem kryształków. Przez tę cechę fizyczną erytrytolu jego rozpuszczalność była bardzo mała, co skutkowało omówionymi wyżej wadami tego rodzaju lodów. Cukier ten powinien być dodany do mieszanki lodziarskiej w formie, która będzie rozpuszczalna. Wówczas taki roztwór połączy się z innymi składnikami, a lody będą wykazywać większy stopień napowietrzenia, a tym samym mniejszą zawartość suchej masy i dłuższy czas topnienia.

Im mniejsza zawartość suchej masy w średnio twardych lodach śmietankowych, tym większa ich topliwość. Wyjątek stanowiły lody śmietankowe z maltitolem, gdyż miały zbyt wodnistą konsystencję.

Poza cechami fizykochemicznymi, takimi jak zawartość: cukru, tłuszczu czy suchej masy oraz kwasowość mieszanki lodziarskiej [3, 14], na pozytywne odczuwanie wrażeń sensorycznych ważny wpływ mają takie cechy fizyczne, jak: lepkość (im więcej sacharozy bądź jej zamiennika, tym lody są bardziej lepkie i „mdłe”), puszystość i topliwość lodów. Jak podają Jasińska i wsp. [8], na ogólną topliwość lodów wpływ ma także sieć wytworzona przez kuleczki tłuszczu (proces homogenizacji mieszanki lodziarskiej przed zamrożeniem) oraz wielkość kryształków lodu w strukturze (korzystne jest, gdy przed mrożeniem w mieszance lodziarskiej tworzą się zarodki krystalizacji wody). Ostateczna struktura lodów kształtuje się podczas procesu zamrażalniczego przechowywania w temp.  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , co wpływa na pożądane teksturotwórcze walory lodów średnio twardych. Według licznych doniesień [4, 12, 14, 15] im temperatura przechowywania jest niższa, tym lody są twardsze.

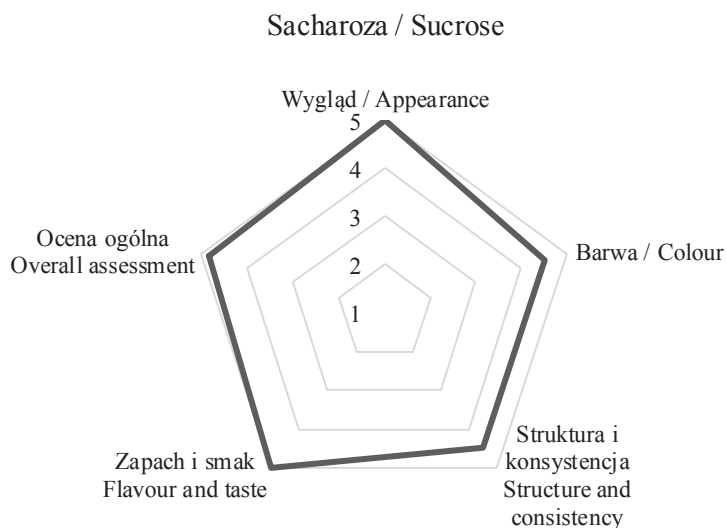
Specyficzną konsystencję lodów miękkich otrzymuje się poprzez obniżenie punktu zamarzania w nich wody. Efekt ten można uzyskać po zastosowaniu odpowiednich stabilizatorów, emulgatorów, ewentualnie zamienników cukru. Substancje te często wpływają także na poprawę konsystencji wyrobu, zapobiegają jego rozwarstwianiu, umożliwiają powstawanie puszystej struktury. Lepkość mieszanki lodziarskiej można zwiększyć poprzez wyżej wymienione dodatki bez ryzyka przesłodzenia (im twardsze lody, tym większy dodatek cukru) [1, 3, 6, 12], co skutkuje zmniejszeniem topliwości [8, 10, 12]. Ponadto dodatek stabilizatorów powoduje ograniczenie niepożądanych

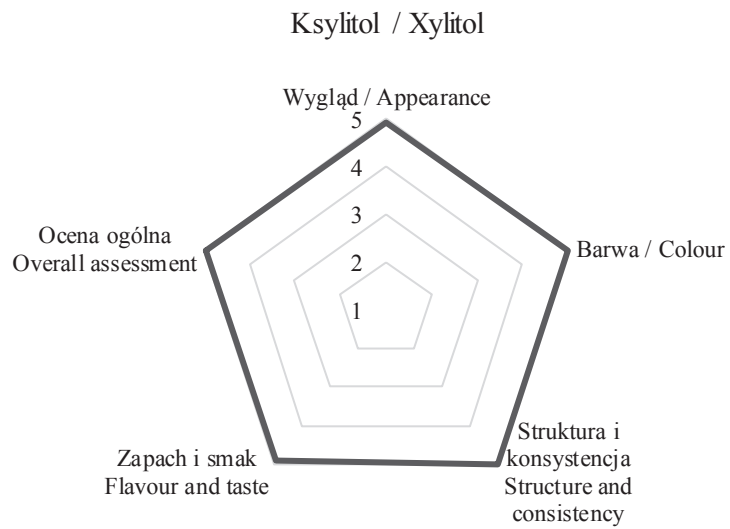
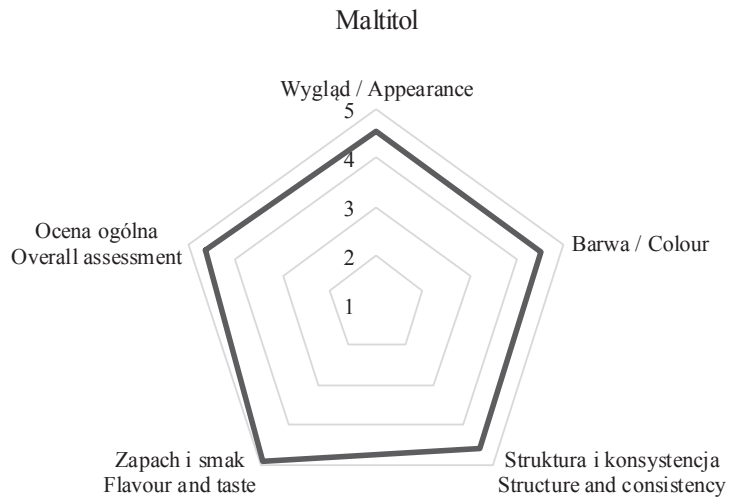


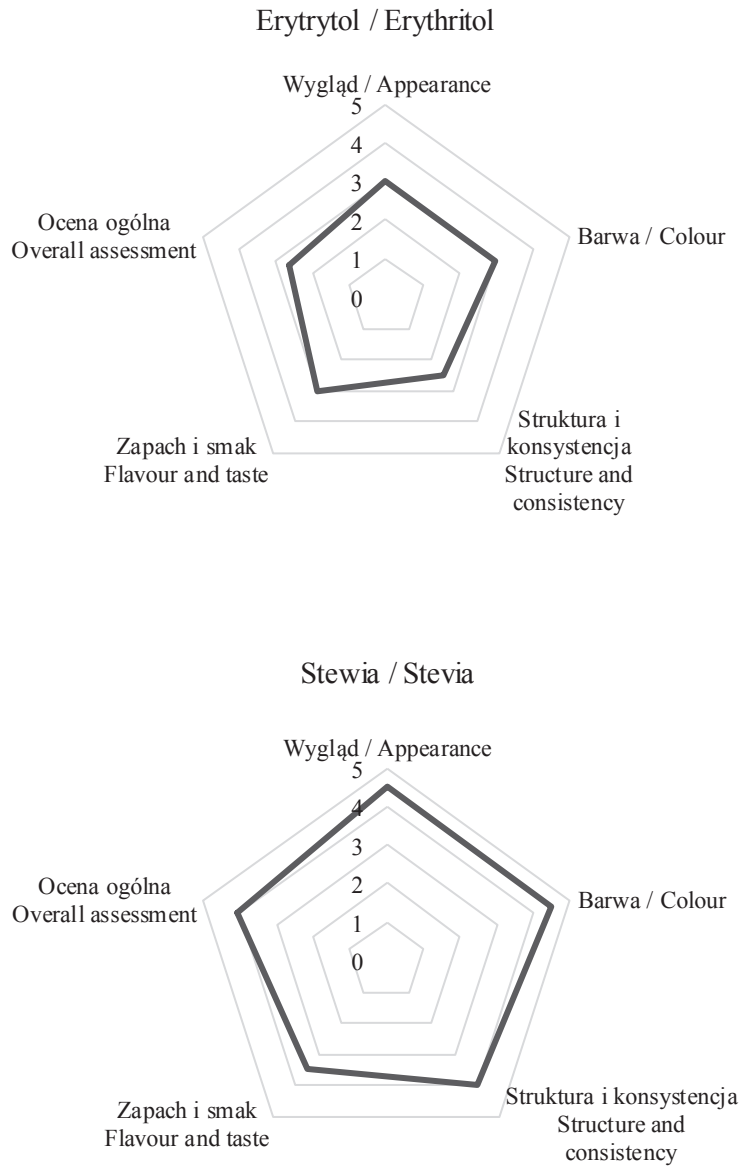
zmian puszystości w lodach przechowywanych zamrażalniczo. Stabilizatory zatrzymują wodę wewnątrz struktury lodów, a wiążąc ją, niwelują nadmierny wzrost kryształków lodu w wyrobie finalnym. Zaletą jest możliwość spożycia produktu w odczuwalnej wyższej temperaturze, dzięki której występuje większa odczuwalna podatność na topnienie. Dodatek stabilizatorów wpływa również korzystnie na walory smakowe poprzez brak wyczuwalnych kryształków lodu przy spożyciu. Dla przykładu, lody średnio twarde o temperaturze przechowywania  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  odczuwane są jak lody miękkie o temp.  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  [9]. Lody bez dodatku stabilizatora topią się ponad dwukrotnie szybciej [8].

Jak podają Jasińska i wsp. [8], determinantami twardości są puszystość i wielkość kryształków lodu, przy czym na stopień napowietrzenia wpływ ma zawartość suchej masy i tłuszczu. Zmniejszenie zawartości tłuszczu obniża stopień napowietrzenia lodów. Z kolei im większe są kryształki lodu w strukturze produktu, tym większa jest twardość lodów. Wraz ze wzrostem twardości lodów większa jest ich gęstość i mniejsze napowietrzenie [9]. Lody o wyższym stopniu napowietrzenia mają wysoką odporność na topnienie [8, 14]. Duże rozproszenie pęcherzyków powietrza w strukturze zapewnia lekką, delikatną, puszystą i aksamitną strukturę lodów.

Wyniki badań sensorycznych przedstawiono na wykresach radarowych dla każdego rodzaju lodów (rys. 1). Oprócz oceny ogólnej lodów na wykresach przedstawiono średnie oceny poszczególnych wyróżników jakości.







Rys. 1. Wykresy radarowe wyników 5-punktowej oceny sensorycznej średnio twardych lodów śmietankowych z różnymi zamiennikami cukru

Fig. 1. Radar graphs of 5-point sensory evaluation results of medium-hard dairy ice cream with various sugar substitutes

Pod względem ogólnej oceny sensorycznej średnio twardych lodów śmietankowych z różnymi substancjami słodzącymi (rys. 1) najwyżej oceniono lody z ksylitolem (4,93). Następnymi w kolejności malejących ocen były lody z dodatkiem sacharozy (4,85), maltitolu (4,65) i stewii (4,10). Wynikiem najniższych ocen cząstkowych była najniższa ogólna ocena sensoryczna lodów śmietankowym z erytrytolem – 2,65. Należy podkreślić, że lody z ksylitolem były wyższej jakości sensorycznej niż lody kontrolne, czyli z sacharozą, a lody z maltitolem uplasowały się poniżej jakości próby kontrolnej. Lody ze stewią oceniono jako dobre.

### **Wnioski**

1. Zastosowane zamienniki cukru miały wpływ na stopień napowietżenia średnio twardych lodów śmietankowych. Największym stopniem napowietżenia odznaczały się lody z sacharozą, kolejno lody śmietankowe ze stewią, a najmniejszym – lody śmietankowe z cukrami alkoholowymi (ksylitolem, maltitolem, erytrytolem).
2. Spośród średnio twardych lodów śmietankowych z cukrami alkoholowymi najdłuższym czasem całkowitego stopienia charakteryzowały się lody z maltitolem (41 min), a najkrótszym – lody z erytrytolem (10,2 min).
3. Stopień napowietżenia średnio twardych lodów śmietankowych był skorelowany z ich topliwością: im lody były bardziej puszyste tym wolniej się topiły. Wyjątek stanowiły lody z maltitolem, które przez luźną konsystencję były mniej puszyste i wolniej się topiły.
4. Znaczny wpływ na topliwość i napowietżenie lodów miała zawartość suchej masy. Im mniejsza była zawartość suchej masy, tym większa puszystość i tym samym lody wolniej się topiły.
5. Pod względem sensorycznym najwyżej oceniono lody śmietankowe z ksylitolem, kolejno lody z dodatkiem sacharozy, maltitolu i stewii. Najniższe noty przypisano lodom śmietankowym z erytrytolem, tym samym cechowały się one najniższą jakością sensoryczną.

### **Literatura**

- [1] Clarke C.: The science of ice cream. RSC Publishing, Cambridge 2012, p. 234.
- [2] Cygan-Szczegielniak D., Janicki B., Roślewska A., Stanek M., Stasiak K.: Dodatki do żywności. Wyd. Uczelniane UTP, Bydgoszcz 2015, s. 180.
- [3] Dzwolak W., Ziajka S.: Produkcja mlecznych deserów mrożonych. Oficyna Wydawnicza "Hoża", Warszawa 1998, s. 232.
- [4] Dzwolak W.: Wady w produkcji lodów i mlecznych deserów mrożonych – przyczyny oraz zapobieganie. Przegl. Mlecz., 2012, 11, 20-24.

- [5] Florowska A., Wójcik E., Florowski T., Dłużewska E.: Wpływ dodatku preparatów błonnikowych na wybrane wyróżniki jakości lodów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2013, 574, 11-18.
- [6] Goff H.D., Hartel R.W.: *Ice cream*. Springer Science, New York City 2013, p. 462.
- [7] Grypińska J., Grzelak T., Walczak M., Kramkowska M., Czyżewska K.: Korzyści i zagrożenia związane z konsumpcją naturalnych zamienników sacharozy. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2015, 1 (XLVIII), 1-10.
- [8] Jasińska M., Trzciniński J., Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A.: Koncentraty białek serwatkowych i preparaty serwatkowo-tłuszczowe jako zamiennik mleka w proszku w lodach nisko zamrożonych. *Acta Agrophysica*, 2012, 19 (1), 37-50.
- [9] Jasińska M., Gaczkowska K., Wasik K.: Wpływ częściowego zastąpienia sacharozy polidekstrozą na jakość lodów nisko zamrożonych. *Chłodnictwo*, 2010, 10 (45), 34-39.
- [10] Kasprzyk J., Markowska I., Polak E.: Zamienniki tłuszczu w produktach spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2016, 1, (70), 19-22.
- [11] Kuśmierczyk E., Ciborska J.: Wybrane aspekty związane ze spożyciem deserów. *Przegl. Mlecz.*, 2012, 11, 10-15.
- [12] Kobyłko E.: Uwarunkowania technologiczne i techniczne produkcji lodów spożywczych. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria*, 2013, 12, 27-37.
- [13] Król J., Brodziak A.: Substancje dodatkowe w produktach mlecznych. *Przem. Spoż.*, 2014, 11 (68), 7-11.
- [14] Mituniewicz-Małek A., Dmytrów I., Pilarczyk R., Bodnar J.: Ocena wybranych cech jakościowych lodów Delicja w czasie przechowywania. *Chłodnictwo*, 2009, 44 (12), 40-46.
- [15] Palka A., Palich P.: Wpływ fluktualizacji temperatury przechowywania na wybrane cechy jakościowe lodów. *Acta Agrophysica*, 2008, 12 (3), 755-765.
- [16] PN-A-86430:1967. Mleko i przetwory mleczarskie. Lody. Metody badań chemicznych.
- [17] PN-EN ISO 8586:2014-03. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania wybranych oceniających i ekspertów oceny sensorycznej.
- [18] Postolski J.: Mrożona żywność wygodna. Cz. 4. Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 2006, 9, 355-360.
- [19] Sikorski Z.E., Drozdowski B.: *Chemia żywności. Sacharydy, lipidy i białka*. WNT, Warszawa 2014, s. 303.
- [20] Statham B.: E213. Tabele dodatków i składników chemicznych. Wyd. RM, Warszawa 2014, s. 336.
- [21] Śliwińska A., Lesiów T.: Lody jako żywność funkcjonalna – badania konsumenckie. *Nauki Inż. Technol.*, 2013, 1 (8), 65-78.
- [22] Świerczek U., Borowiecka A., Feder-Kubis J.: Struktura, właściwości i przykłady zastosowań syntetycznych substancji słodzących. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 4 (107), 15-25.
- [23] Zychnowski M., Onacik-Gür S., Krygier K.: Właściwości i możliwości wykorzystania zamienników tłuszczu dostępnych na rynku. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015, 96 (1), 42-50.

#### **EFFECT OF SUGAR SUBSTITUTES ON AERATION DEGREE AND MELTABILITY OF MEDIUM-HARD DAIRY ICE CREAM**

##### **S u m m a r y**

Nourishing and diet desserts include ice cream of which dairy ice cream is most often consumed. This type of ice cream is a valuable source of protein and calcium in the diet. Compared to other desserts, dairy ice cream is characterised by a lower calorific value. Dairy ice cream can be a dessert proposal to obese people or to those with diabetes provided, however that the content of white sugar therein is reduced or

some sucrose substitutes are used. The desirable features of ice cream both for the ice cream industry and the consumers are fluffiness and low meltability.

The objective of the study was to determine the potential of using sugar substitutes and their effect on the aeration degree and meltability of medium-hard dairy ice cream. The tested material consisted of medium-hard dairy ice cream with sucrose as a benchmark and with added sugar substitutes, such as maltitol, xylitol, erythritol and stevia. There was determined the degree of aeration [%] and the total melting time [min] of the ice cream studied as was their dry matter; the ice cream studied underwent a sensory evaluation. The dairy ice cream with sucrose was characterised by the highest degree of aeration and was successively followed by the ice cream with stevia, xylitol and maltitol. The ice cream with erythritol was characterised by the lowest fluffiness. The meltability of the ice cream analysed was correlated with their fluffiness – the more aerated the ice cream was, the slower they melted, except for the ice cream with the maltitol added. The dairy ice cream with sucrose melted the slowest, then successively with maltitol, stevia and xylitol; the ice cream with erythritol melted at the fastest rate. The ice cream with stevia was characterised by the most desirable parameters in terms of aeration degree and melting rate. According to the sensory evaluation the dairy ice cream with xylitol was the best and it was followed by the ice cream with sucrose, maltitol and stevia. The lowest overall sensory evaluation score was given to the dairy ice cream with erythritol.

**Key words:** ice cream, sucrose, maltitol, xylitol, erythritol, stevia 