

KATARZYNA KOZŁOWICZ, FRANCISZEK KLUZA

WPŁYW DODATKÓW NAPOJÓW ALKOHOLOWYCH NA PROCES ZAMRAŻANIA SORBETÓW OWOCOWYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu napojów alkoholowych, dodawanych do sorbetów pomarańczowych, na kształtowanie się temperatury krioskopowej i przebieg zamrażania sorbetów. Próby sorbetów zamrażano metodą owiewową w temperaturze $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatura krioskopowa badanych produktów była zależna od rodzaju i ilości dodawanych wyrobów alkoholowych. Większy ich udział powodował istotniejsze obniżenie wartości temperatury krioskopowej sorbetów. Badając sorbety oznaczano w nich zawartość ekstraktu ogólnego oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną z zastosowaniem testu skalowania. Stwierdzono, że proces zamrażania wpływał w sposób zróżnicowany na zawartość ekstraktu. Sensorycznie najodpowiedniejszym mrożonym deserem owocowym tego typu okazały się sorbety zawierające w swoim składzie gin, szampan oraz wódkę, których udział masowy wynosił 7,50 %.

Słowa kluczowe: zamrażanie, temperatura krioskopowa, sorbet owocowy, dodatki alkoholowe

Wprowadzenie

Lody stają się coraz popularniejszym towarem w Polsce, a ich asortyment stale się zwiększa pod względem rodzajów i stosowanych dodatków smakowych. Obserwuje się wzrost spożycia tych produktów również poza sezonem letnim, przy czym dla konsumenta istotna jest coraz częściej wartość kaloryczna lodów. W ofercie towarowej pojawiły się więc lody niskokaloryczne, beztłuszczowe, wytwarzane z owoców i soków owocowych [13]. W związku ze zmianą modelu życia i bardziej świadomym odżywianiem się ludzi, przemysł chłodniczy powinien być przygotowany do zaspokojenia wzrastających potrzeb oraz wymagań konsumentów, w tym m.in. dotyczących produkcji nowych przetworów, szczególnie owocowych.

Sorbety, czyli lody wodne, są produktami niezawierającymi tłuszczu i białka. Produkowane są poprzez zamrażanie płynnej mieszanki owocowej, która zawiera

świeży sok owocowy lub owoce mrożone w postaci przecierów, kremogenów lub koncentratów. Nieodzownym czynnikiem kształującym ich jakość jest proces zamrażania. Dobranie odpowiedniej technologii zamrażania umożliwi zachowanie założonych właściwości sensorycznych sorbetu przez wiele miesięcy przechowywania.

Jedną z głównych cech termofizycznych każdego produktu zamrażanego jest jego temperatura krioskopowa. Znajomość jej pozwala na określenie optymalnych warunków zamrażania oraz przechowywania produktów w stanie przechłodzenia. Skutkuje to możliwością zminimalizowania ujemnego wpływu na zamrażany materiał powstających w nim kryształów lodu [1, 5, 15]. Krystalizacja wody zawartej w sorbetach podczas zamrażania jest podstawowym procesem, który kształtuje ich jakość. Kontrola wzrostu kryształów lodu, także poprzez obniżanie wartości temperatury krioskopowej takich produktów, może pozwolić na uzyskanie ich wysokich walorów sensorycznych, odżywczych i fizycznych [7, 10, 16, 18].

Celem pracy było określenie wpływu dodatku napojów alkoholowych do sorbetów pomarańczowych na kształtowanie się ich temperatury krioskopowej i przebieg zamrażania sorbetów.

Material i metody badań

Materiałem użytym do sporządzenia sorbetów był sok wyciśnięty ze świeżych owoców pomarańczy z dodatkiem wody i cukru (sacharozy). Surowce zakupiono w sieci detalicznej.

Pomarańcze wykorzystane w badaniach były świeże, średniej wielkości, kuliste oraz charakteryzowały się pozbawioną przebarwień pomarańczową skórką, a ich miąższ miał barwę pomarańczową i był soczysty. Owoce były w pełni dojrzałe, bez niedopuszczalnych zmian skórki i cechowały się właściwym kształtem, barwą oraz smakiem. Podstawowym składnikiem badanego sorbetu był wyciśnięty z nich sok, który charakteryzował się słodko-kwaśnym smakiem oraz właściwym dla danego owocu zapachem i barwą, a jego konsystencja była jednorodna, płynna, nieklarowna i bez cząstek miąższu. Zawartość ekstraktu wahała się w granicach od 10 do 12,6 %.

Sorbet pomarańczowy sporządzano z soku pomarańczowego i syropu cukrowego w stosunku 1 : 1 (m/m), przy czym używano syropu o 50-procentowej zawartości sacharozy. Tak przygotowana próba stanowiła próbę kontrolną, którą modyfikowano każdorazowo wyrobami alkoholowymi o udziale: 2,0; 5,0; 7,5 i 10,0 %, przy czym objętościowa zawartość alkoholu w tych wyrobach wynosiła: szampan – 10 %, likier – 22 %, Becherovka – 38 %, wódka „Balszój” – 40 %, koniak – 41 %, gin – 47 %, spirytus – 96 %.

Proces zamrażania sorbetów umieszczonych w pojemnikach o kształcie walca realizowano metodą owiewową w temp. $-32,0$ °C, rejestrując temperaturę centrum termicznego próby za pomocą wielokanałowego termometru elektronicznego z odpo-

wiednim oprogramowaniem (dokładność pomiaru $\pm 0,05$ °C). Wartość temperatury krioskopowej (T_{cr}) wyznaczano metodą stycznych z uzyskanych krzywych zamrażania [4, 15].

Krzywa zamrażania jest jednym z najpewniejszych i szeroko wykorzystywanych źródeł danych w metodach wyznaczania temperatury krioskopowej żywności, jeśli jest dokładnie sporządzona. Uzyskuje się ją na podstawie wartości temperatury prób zarejestrowanych w czasie procesu ich zamrażania [15].

Zawartość ekstraktu ogólnego w gotowym sorbecie przed zamrożeniem i po rozmrożeniu oznaczano metodą refraktometryczną (refraktometr PAL1). Oznaczenie wykonano w temp. 20,0 °C [12].

Ocenę sensoryczną prowadzono z zastosowaniem testu skalowania metodą punktową i opisową. Ustalono następujące podstawowe wyróżniki jakości: barwa, smak, zapach oraz konsystencja [2, 11].

Wyniki badań wartościowano, stosując analizę wariacji oraz analizę regresji. Istotność różnic między wartościami średnimi określono za pomocą testu Tukey'a, przyjmując poziom istotności $p = 0,05$.

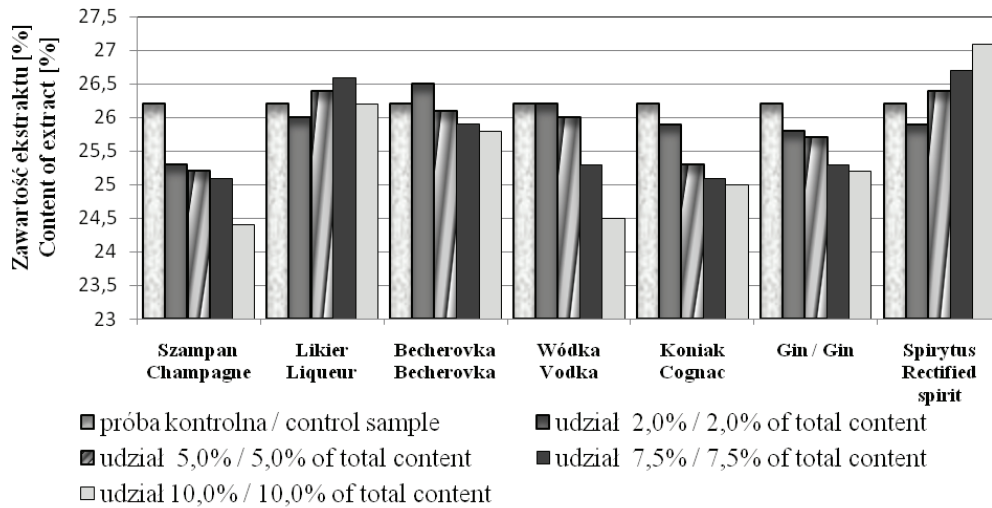
Wyniki i dyskusja

Wyróżnikiem jakości, charakterystycznym dla sorbetów owocowych, jest zawartość ekstraktu ogólnego. Na ekstrakt składają się wszystkie substancje rozpuszczalne w wodzie (cukry, kwasy organiczne, substancje mineralne, witaminy, barwniki, garbniki i inne).

W badanych sorbetach pomarańczowych zawartość ekstraktu ogólnego wahała się od 24,4 do 27,1 %, w zależności od modyfikacji składu napojem alkoholowym. Zwiększający się udział szampana, wódki, koniaku lub ginu powodował ilościowe zmniejszenie zawartości ekstraktu w oznaczanych próbach (rys. 1). Proces zamrażania wpłynął w niewielkim stopniu na zmniejszenie zawartości ekstraktu ogólnego w próbach.

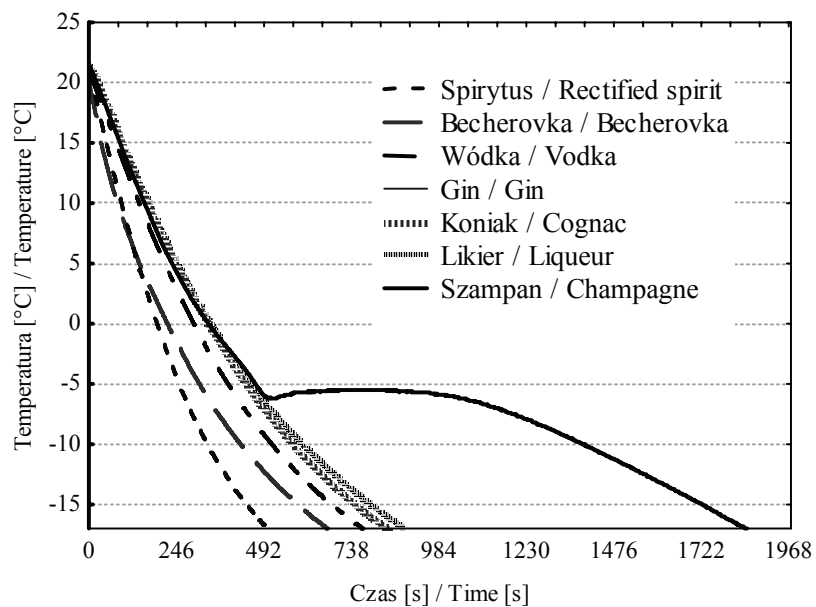
Z sondaży wynika, że Polacy zwracają uwagę, poza ceną i smakiem wyrobu alkoholowego, również na jego pochodzenie, naturalne procesy produkcyjne oraz tradycję. Innowacyjność i nowoczesność nie są natomiast czynnikami, które znalazłyby uznanie wśród większej rzeszy konsumentów. Około 40 % osób badanych uznało krajowe pochodzenie alkoholu za największy atut. Wśród nich najwięcej, bo aż 60,3 % stanowią osoby preferujące wódkę. Natomiast w grupie konsumentów wybierających koniak, brandy, gin i whisky bardzo liczyła się ekskluzywność napoju [8].

Analizując proces chłodzenia wyrobów alkoholowych wykorzystanych w badaniach (rys. 2) należy stwierdzić, że najkrótszym czasem chłodzenia cechował się spirytus. Jego konsystencja, jak również pozostałych alkoholi, poza szampanem, pozostała płynna. Czas chłodzenia szampana był najdłuższy, a po obniżeniu jego temperatury do -18,0 °C uzyskano stan stały.



Rys. 1. Zawartość ekstraktu ogólnego w sorbetach.

Fig. 1. Content of total extract in sorbets.



Rys. 2. Krzywe chłodzenia alkoholi.

Fig. 2. Chilling curves of alcohols.

Jedną z najważniejszych właściwości fizycznych produktów rolnych i żywności przetworzonej jest temperatura krioskopowa, której prawidłowe wyznaczenie stanowi niezwykle istotny problem w zamrażalnictwie, z uwagi na wielokierunkowe znaczenie

tej wielkości, np. jej znajomość daje możliwość oceny aktywności wody w produktach. Modele służące do wyznaczania początkowej temperatury krioskopowej żywności, za którą odpowiedzialny jest ułamek moliowy wody wolnej, wynikają z prawa Clausiusa-Clapeyrona i Raoult'a [3, 6, 9, 14, 19].

Zgodnie z oczekiwaniem, dodanie do sorbetów różnego rodzaju napojów alkoholowych spowodowało również zróżnicowaną zmianę wartości temperatury krioskopowej (tab. 1).

W celu dokładnego opisanie zjawiska wyznaczono równania regresji przedstawiające zależność wartości temperatury krioskopowej sorbetu od udziału w nim wyrobu alkoholowego. Potwierdzono obniżenie wartości temperatury krioskopowej sorbetu wraz ze zwiększającym się w nim udziałem danego napoju alkoholowego.

Tabela 1

Wartości temperatury krioskopowej sorbetu pomarańczowego z wybranymi napojami alkoholowymi.
Cryoscopic temperature of orange sorbet with some selected alcoholic drinks added.

Dodatek alkoholu [%] Addition of alcohol [%]	Temperatura krioskopowa T_{cr} [°C] Cryoscopic temperature T_{cr} [°C]						
	Gin Gin	Likier Liqueur	Koniak Cognac	Becherovka Becherovka	Wódka Vodka	Szampan Champagne	Spirytus Rectified spirit
Próba kontrolna Control sample	-2,23±0,09 ^a	-2,23±0,09 ^a	-2,23±0,09 ^a	-2,23±0,09 ^a	-2,23±0,09 ^a	-2,23±0,09 ^a	-2,23±0,09 ^a
2,0	-2,97±0,14 ^b	-2,50±0,0 ^{ab}	- 2,77±0,20 ^{ab}	-2,70±0,06 ^b	-3,67±0,26 ^b	-2,30±0,12 ^a	-3,13±0,18 ^b
5,0	-3,40±0,15 ^c	- 2,77±0,12 ^{bc}	- 3,27±0,23 ^{bc}	-3,27±0,09 ^c	-3,77±0,20 ^b	-2,47±0,12 ^a	-5,07±0,07 ^c
7,5	-4,10±0,06 ^d	- 3,07±0,13 ^{dc}	-3,77±0,26 ^c	-3,73±0,07 ^d	- 4,00±0,21 ^{bc}	-2,67±0,09 ^a	-5,70±0,10 ^d
10,0	-4,40±0,10 ^d	-3,43±0,09 ^d	-4,23±0,24 ^c	-4,50±0,15 ^c	-4,87±0,29 ^c	-2,73±0,20 ^a	-7,30±0,10 ^e

Objaśnienia: Explanatory notes:

*Wartości średnie, przy których występuje ta sama litera nie są statystycznie istotnie zróżnicowane / Mean values accompanied by the same letter are not statistically significantly differentiated.

Wartość temperatury krioskopowej próby kontrolnej sorbetu pomarańczowego wynosiła $T_{cr} = -2,23$ °C. Dodanie szampana do próby kontrolnej w ilości 2,0 % spowodowało obniżenie temp. krioskopowej o ok. 0,1 °C, a zwiększenie tego udziału do 10,0 % obniżyło temperaturę krioskopową do $T_{cr} = -2,73$ °C. Zwiększający się udział szampana nie wpłynął statystycznie istotnie na kształtowanie się temperatury krioskopowej. Natomiast dodanie 2,0 % likieru do sorbetu spowodowało obniżenie wartości

temperatury krioskopowej do $T_{cr} = -2,50$ °C. Przy jego maksymalnym badanym udziale 10,0 % w sorbecie, temperatura krioskopowa obniżyła się do wartości $T_{cr} = -3,43$ °C. Zależność wartości temperatury krioskopowej sorbetów od wielkości udziału w nich likieru przybrała postać funkcji liniowej o dużej sile powiązania ($r = 0,95$).

Tabela 2

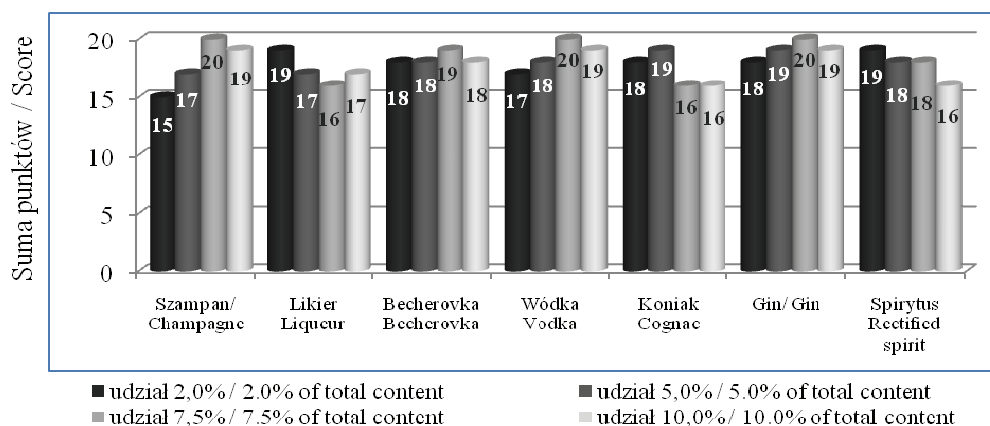
Zależności temperatury krioskopowej sorbetu (T_{cr}) od udziału napoju alkoholowego (x).
Dependence between the cryoscopic temperature of sorbet (T_{cr}) and the per cent content of alcoholic drink (x) in sorbet.

Dodatek alkoholu Addition of alcohol	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik korelacji r Correlation coefficient r
Szampan / Champagne	$T_{cr} = -2,22 - 0,05x$	-0,72
Gin / Gin	$T_{cr} = -2,37 - 0,212x$	-0,97
Likier / Liqueur	$T_{cr} = -2,23 - 0,12x$	-0,95
Koniak / Cognac	$T_{cr} = -2,29 - 0,192x$	-0,92
Becherovka / Becherovka	$T_{cr} = -2,22 - 0,22x$	-0,98
Wódka / Vodka	$T_{cr} = -2,65 - 0,212x$	-0,86
Spirytus / Rectified spirit	$T_{cr} = -2,24 - 0,50x$	-0,99

Podobnym przebiegiem zmian temperatury krioskopowej charakteryzowały się pozostałe próby z udziałem koniaku, becherovki, wódki i spirytusu. Przy maksymalnym dodatku koniaku na poziomie 10 % uzyskano obniżenie wartości tej temperatury do $T_{cr} = -4,23$ °C. Najniższą wartość temperatury krioskopowej, $T_{cr} = -7,30$ °C uzyskano przy 10 % udziale spirytusu. W przypadku każdej z badanych prób zwiększający się udział wybranego napoju alkoholowego powodował większe obniżenie wartości temperatury krioskopowej. Z analizy wariancji wynika, że zależności te, opisane równaniami prostoliniowymi, są statystycznie istotne ($p = 0,05$) i mają wysokie współczynniki korelacji (tab. 2).

Badane sorbety pomarańczowe charakteryzowały się przyjemnym i umiarkowanie słodkim smakiem. Również ich zapach był przyjemny, właściwy oraz charakterystyczny dla użytych pomarańczy. Cechowały się one także jednorodną konsystencją, bez widocznych rozwarstwień. Barwa sorbetów była intensywna i charakterystyczna dla pomarańczy. Największą liczbę punktów w ocenie sensorycznej otrzymały sorbety z dodatkiem szampana, wódki oraz ginu o udziałach 7,5 % w próbie (rys. 3). Natomiast najniższą notę otrzymał produkt z 2,0 % dodatkiem szampana. Charakteryzował się on

dużą słodyczą i niewyczuwalnym smakiem użytego alkoholu, a jego konsystencja odznaczała się niewielkim rozwarstwieniem.



Rys. 3. Wyniki oceny sensorycznej sorbetów pomarańczowych.

Fig. 3. Sensory analysis results of investigated orange sorbets.

Wnioski

1. Temperatura krioskopowa badanych sorbetów była istotnie zależna od rodzaju i ilości dodawanych napojów alkoholowych. W przypadku próby kontrolnej wynosiła ona $T_{cr} = -2,23$ °C, natomiast jej wartości w przypadku modyfikowanych sorbetów zawierały się w przedziale od $T_{cr} = -2,50$ °C do $T_{cr} = -7,30$ °C.
2. Dodatki alkoholi do badanych próbek sorbetów powodowały znaczne obniżenie ich temperatury krioskopowej i były one tym większe, im większy był udział dodawanych wyrobów alkoholowych. Najniższą jej wartość wynoszącą $T_{cr} = -7,30$ °C wykazywał sorbet, do którego dodano 10 % spirytusu.
3. Najwyższą jakością sensoryczną charakteryzowały się sorbety zawierające w swoim składzie szampan, gin lub wódkę w ilości 7,50 %.

Praca była prezentowana podczas I Sympozjum Żywności z okazji 30-lecia powołania specjalizacji Inżynieria Żywności na Wydziale Nauk o Żywności SGGW, Warszawa, 5 - 6 czerwca 2008 r.

Literatura

- [1] Bald W.B.: Food Freezing: Today and Tomorrow. Springer Verlag, London 1991.
- [2] Barylko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa 1975.
- [3] Chen C.S.: Relationship between water activity and freezing point depression of food systems. J. Food Sci., 1987, **52**, 433-435.

- [4] Fennema O., Powrie W., Marth E.: Low temperature preservation of foods and living matter. Marcel Dekker Inc., New York 1973.
- [5] Finney J.L., Lobban C., Kush W.F.: The phase diagram of water/ice and new metastable phase of ice. *Nature*, 1998, **391**, 268-270.
- [6] Góral D., Kluza F.: Experimental and analytical determination of freezing point depression, *EJPAU* 2002, **5** (2), <http://www.ejpau.media.pl/volume5/issue2/engineering/art-03.html>.
- [7] Hartel R.W.: Ice crystallization during the manufacture of ice cream. *Trends Food Sci. Technol.*, 1996, **7** (10), 315-321.
- [8] Kozłowicz K.: Badanie preferencji smakowych wyrobów alkoholowych konsumentów w Polsce. *Badania własne niepublikowane*, 2007.
- [9] Miles C.A., Mayer Z., Morley M.J., Houška M.: Estimating the initial freezing point of foods from composition data. *International J. Food Sci. Technol.*, 1997, **32**, 389-400.
- [10] Mleko S., Achremowicz B.: Wpływ szybkości zamrażania oraz stosowania zamienników tłuszczu na strukturę lodów. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1996, **4** (9), 5-10.
- [11] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [12] PN-90/A-75101/02. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- [13] Pluta A.: Wartość kaloryczna i żywieniowa lodów. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 1998, **7**, 55-56.
- [14] Rahman M.S.: The accuracy of prediction of the freezing point of meat from general models. *J. Food Eng.*, 1994, **21**, 127-136.
- [15] Rahman M.S., Guizani N., Al-Khaseibi M., Al-Hinai S.A., Al-Maskri S.S., Al-Hamhami K.: Analysis of cooling curve to determine the end point of freezing. *Food Hydrocoll.*, 2002, **16** (6), 653-659.
- [16] Rakowska D.: Jakość lodów i mrożonych deserów. *Chłodnictwo*, 1985, **2**, 12-13.
- [17] Ribero G.R., Rubiolo A.C., Zorrilla S.E.: Initial freezing point of Mozzarella cheese. *J. Food Eng.*, 2007, **81**, 157-161.
- [18] Russell A.B., Cheney P.E., Wantling S.D.: Influence of freezing conditions on ice crystallisation in ice cream. *J. Food Eng.*, 1999, **39**, 179-191.
- [19] Van der Sman R.G.M., Boer E.: Predicting the initial freezing point and water activity of meat products from composition data. *J. Food Eng.*, 2005, **66**, 469-475.

EFFECT OF ADDITIONS OF ALCOHOLIC DRINKS ON THE PROCESS OF FREEZING FRUIT SORBETS

S u m m a r y

The objective of this paper was to determine the effect of some alcoholic drinks added to orange sorbets on the development of cryoscopic temperature and the course of freezing process of sorbet. The sorbet samples were air frozen at $t = -32$ °C. The cryoscopic temperature of the products analyzed depended on the type and amounts of alcoholic products added. The higher content of those alcoholic products caused the cryoscopic temperature of sorbets to essentially decrease. The analysis of sorbets included the determination of total extract content in sorbets and the organoleptic assessment using a grading test. It was found that the freezing process affected the content of extract in a different way. The sorbets with gin, champagne, and vodka added in the amount of 7.50 % of the sorbet's total volume were the most suitable frozen fruit dessert from the sensory point of view.

Key words: freezing, cryoscopic temperature, fruit sorbet, alcoholic additives 