

WALDEMAR KMIECIK, GRAŻYNA JAWORSKA, ANNA BUDNIK

WPLYW RÓŻNYCH TECHNIK ROZMRAŻANIA MROŻONEK Z OWOCÓW JAGODOWYCH NA ICH JAKOŚĆ

EFFECT OF DIFFERENT THAWING TECHNIQUES ON THE QUALITY OF SMALL FRUIT FROZEN PRODUCTS

Z Katedry Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego AR w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. W. Kmiecik

Oceniono wpływ rozmrażania w temperaturze 2–4°C, temperaturze 18–20°C oraz w kuchni mikrofalowej na jakość owoców. Porównywane metody nie powodowały dużego różnicowania jakości. Za najlepszą uznano rozmrażanie w temperaturze 2–4°C.

Uprawiane w kraju owoce jagodowe, ze względu na ich biologię i specyficzny dla naszego położenia geograficznego klimat, są dostępne na rynku w stanie świeżym praktycznie tylko w okresie czerwca i lipca. Rozszerzenie ich spożycia na przeciąg całego roku wymaga stosowania różnych metod konserwowania. Jedną z bardziej popularnych, gwarantujących dobre zachowanie walorów odżywczych, smakowych i estetycznych jest zamrażanie [3, 4, 7, 9, 10].

Mrożone owoce jagodowe mogą być wykorzystane jako półprodukty w przemyśle owocowym, w cukiernictwie, a także w gospodarstwie domowym do wyrobu różnego rodzaju deserów, bądź do bezpośredniego spożycia [2, 4, 8]. Na ogół są one przerabiane lub spożywane po uprzednim rozmrożeniu. Stosowane w warunkach domowych, laboratoriach oceniających jakość mrożonej żywności, jak i w przemyśle techniki rozmrażania nie powinny powodować znaczących strat składników odżywczych przy równoczesnym zachowaniu korzystnych cech organoleptycznych.

Celem pracy było porównanie wpływu rozmrażania trzema sposobami, w tym rozmrażania w temperaturze pokojowej, temperaturze chłodziarki domowej oraz w kuchni mikrofalowej, na jakość owoców jagodowych. Za kryterium oceny przyjęto istotne wskaźniki jakości o charakterze fizyko-chemicznym jak i organoleptycznym.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były owoce niżej wymienionych gatunków i odmian: czarna jagoda (leśna), malina (odmiana Veten), porzeczka czarna (odmiana Roodkноп), porzeczka czerwona (odmiana Holenderska Czerwona), truskawka (odmiana Dukat).

Czarną jagodę pozyskano z lasów w rejonie Krzeszowice (woj. krakowskie). Owoce gatunków uprawnych pochodziły z plantacji doświadczalnej Katedry. Okres przechowywania owoców od zbioru do przerobu w przypadku żadnego gatunku nie trwał dłużej niż 24 h, a owoce przechowywano w temperaturze poniżej 5°C.

Proces technologiczny mrożenia owoców poprzedzono czynnościami przygotowawczymi obejmującymi: sortowanie i przebieranie, mycie, ewentualne odszypułkowanie, odciekanie na sitach i pakowanie do jednostkowych opakowań, którymi były kubki z tworzywa sztucznego. Wsad owoców wynosił $250 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$.

Opakowane owoce zamrożono w komorze klimatyzacyjnego typu Feutron (3101-01) z wymuszonym obiegiem powietrza. Czas mrożenia w temperaturze -40°C do uzyskania w środku termicznym owoców -30°C wynosił 75 minut. Dalsze składowanie mrozonek odbywało się w temperaturze -28°C do -30°C .

Owoce rozmrażano w zamkniętych opakowaniach stosując trzy techniki:

1. w temperaturze otoczenia (-18 do -30°C), czas 6–7 h,
2. w temperaturze $2-4^{\circ}\text{C}$ (odpowiednik chłodziarki domowej), czas 18 h,
3. w kuchni mikrofalowej firmy *Rosieres* typ MO-23 – nastawionej na program rozmrażania (30% maksymalnej mocy), czas 10 minut (3×3 minuty + 1 minuta), z przerwami 6 minutowymi po każdym cyklu pracy urządzenia. Okres rozmrażania ustalono na podstawie wielokrotnych prób, a trwał on do momentu, kiedy temperatura we wnętrzu opakowania osiągnęła poziom $4-5^{\circ}\text{C}$.

W celu wykazania wpływu techniki rozmrażania na zmiany rozmrażania na zmiany jakościowe badanych gatunków owoców określono:

- poziom wybranych wskaźników fizyko-chemicznych,
- masę odciekniętego soku po rozmrożeniu,
- organoleptyczną jakość owoców po rozmrożeniu.

W ocenę składu chemicznego, uwzględniono owoce świeże, owoce rozmrożone w dniu produkcji mrozonek oraz owoce rozmrożone po 6 miesiącach zamrażalniczego składowania. Analizy prowadzone dla każdego obiektu doświadczalnego w 4 powtórzeniach dotyczyły oznaczania:

Zawartości suchej masy, metodą suszenia, przystosowaną do produktów o wysokiej zawartości wody zasobnych w cukry (PN-90/A-75-101/03).

Zawartości kwasów lotnych, metodą destylacji z parą wodną (PN-90/A-75101/05).

Zawartości witaminy C, metodą ksylenową (PN-90/A-75101/11) po uprzednim zredukowaniu kwasu dehydroaskorbinowego do kwasu L-askorbinowego.

Ogólnej zawartości antocyjanów, metodą *Fuleki i Francis'a* (5).

Wyciek soku oznaczono bezpośrednio po zamrożeniu oraz po 6 miesiącach składowania mrozonek (w 4 powtórzeniach dla każdej próby), zgodnie z metodyką zamieszczoną w normie PN-81/A-57051. Wynik końcowy pomiaru podano w procentach, dzieląc masę odciekniętego soku przez masę badanej próby (250 g) i mnożąc uzyskaną wartość przez 100.

Analizę organoleptyczną rozmrożonych owoców wykonano po 6 miesiącach zamrażalniczego składowania. Przeprowadził ją 5-cio osobowy zespół w oparciu o metodę oceny bezpośredniej przy zastosowaniu 5 punktowej skali ocen [1] dla wyróżników jakości uznanych za najistotniejsze z punktu widzenia wymagań konsumenta.

W celu umożliwienia właściwej interpretacji uzyskanych wyników wykonano obliczenia statystyczne w oparciu o test *F-Snedecora* i test *t-Studenta*, a najmniejszą istotną różnicę (NRI) ustalono przy poziomie prawdopodobieństwa 0,01 dla składu chemicznego oraz 0,05 dla oceny odcieku i oceny organoleptycznej.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Jakość mrożonej żywności stanowi funkcję wielu czynników. Należą do nich jakość surowca, jego obróbka przed zamrożeniem, technika zamrażania, warunki składowania oraz sposób rozmrażania [3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Według *Postolskiego i Grudy* [9] najważniejszymi są jednak warunki chłodniczego składowania i technika rozmrażania. W przedstawionej pracy sposób obróbki surowca, technika mrożenia i warunki składowania wszystkich gatunków objętych badaniami były identyczne. Stąd różnice w pozio-

mie wskaźników fizykochemicznych i organoleptycznych będą wynikiem zróżnicowanych technik rozmrażania. Należy równocześnie podkreślić, że zgodnie z zaleceniami technologicznymi ostatnich lat [4], w czasie przechowywania produktu mrożonego stosowano niskie, bo zbliżone do -30°C temperatury składowania.

Rozmrażanie będące końcowym etapem obróbki zamrażalniczej ma na celu doprowadzenie produktu do stanu maksymalnie zbliżonego do wyjściowego. W czasie tego zabiegu dąży się do wyeliminowania lub ograniczenia wycieku soku, strat składników odżywczych jak i zachowania dobrej jakości sensorycznej [3, 4, 6, 7, 8, 10, 11].

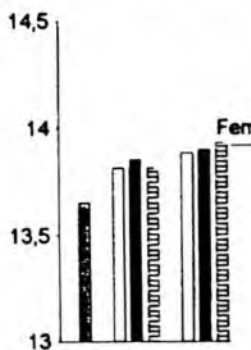
Podstawowym wskaźnikiem fizykochemicznym jest poziom suchej substancji. Mówi on nam z jednej strony o zasobności danego produktu w składniki rozpuszczalne i nierozpuszczalne, z drugiej zaś może wskazywać na pewne nieprawidłowości w procesie mrożenia i zamrażalniczego przechowywania. Zawartość suchej masy w świeżych owocach czarnej jagody wynosiła 13,65%, maliny 13,93%, czarnej porzeczki 18,90%, czerwonej porzeczki 16,91% i truskawki 10,39% (ryc. 1). W trakcie mrożenia, zamrażalniczego składowania i rozmrażania poziom ten nie uległ zróżnicowaniu statystycznemu, a ususzka kształtowała się w przedziale 1–2% i tylko przy truskawce rozmrożonej w temperaturze pokojowej i w kuchni mikrofalowej przekroczyła tę wielkość.

Ważnym wskaźnikiem jakości produktów owocowych jest zawartość tzw. kwasów lotnych. Zbyt duża ich ilość może świadczyć bowiem o niepożądanym fermentacji [13]. Poziom kwasów lotnych w badanych surowcach był minimalny i mieścił się w przedziale 0,08–0,11 g/1000 g świeżej masy. W owocach rozmrożonych bezpośrednio po zamrożeniu zawartość tych kwasów wzrosła przeciętnie prawie dwukrotnie. W owocach rozmrożonych po 6 miesiącach zamrażalniczego składowania poziom kwasów lotnych był wyraźnie większy, dotyczy to zwłaszcza porzeczek i truskawek. W odniesieniu do całkowitej zawartości kwasów były to jednak ilości marginalne. Stosowane techniki rozmrażania nie miały praktycznego wpływu na ten wskaźnik (ryc. 1).

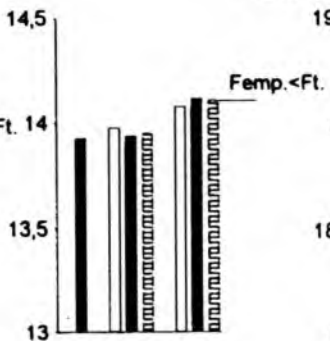
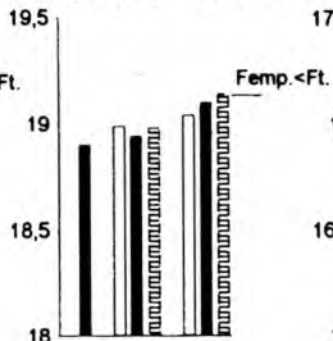
Witamina C jest jednym z najbardziej labilnych związków chemicznych stąd w konserwach i przetworach w odniesieniu do surowca notuje się stosunkowo duże jej straty. W przypadku mrozonek znaczący wpływ na poziom tej witaminy może mieć zabieg mrożenia i okres zamrażalniczego przechowywania [3, 4, 8, 11, 12], stosowane techniki rozmrażania generalnie nie powodowały wyraźnego zróżnicowania w zawartości witaminy C (ryc. 1). Zróżnicowanie to, średnio dla obu terminów rozmrażania wynosiło maksymalnie: dla czarnej jagody 4,7%, maliny 2,2%, czarnej porzeczki 6,1%, czerwonej porzeczki 2,6% i truskawki 2,8%.

Antocyjany są odpowiedzialne za barwę owoców, dlatego też wysoki ich poziom jest pożądanym. Uważa się, że degradację antocyjanów przyspieszają między innymi podwyższona temperatura, obecność tlenu i kwasu L-askorbinowego [12]. W trakcie zamrażalniczego składowania ilość omawianych związków ulegała wyraźnemu obniżeniu u czarnej porzeczki, była zaś dość stabilna u czarnej jagody. Rozmrażanie z wykorzystaniem mikrofal, zwłaszcza przy mrożonkach przechowywanych, w przypadku czarnej jagody, maliny i czarnej porzeczki powodowało większe straty antocyjanów niż rozmrażanie w temperaturze pokojowej i w warunkach chłodniczych (ryc. 1). Różnice nie przekraczały jednak 10%. U pozostałych gatunków takiej prawidłowości nie obserwowano.

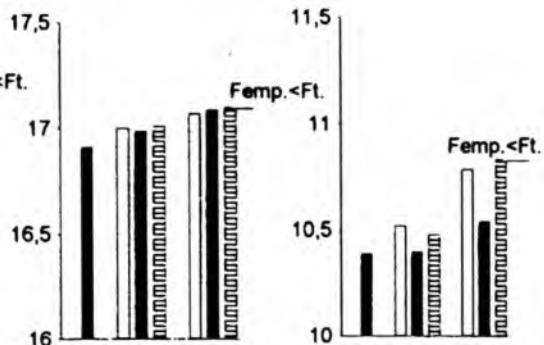
Czarna jagoda - Bilberry



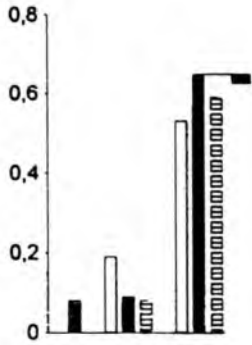
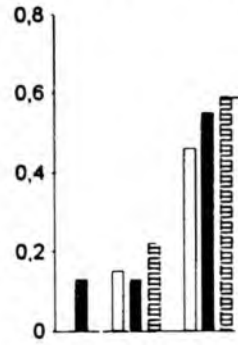
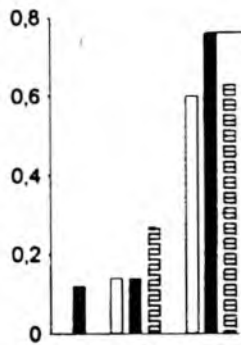
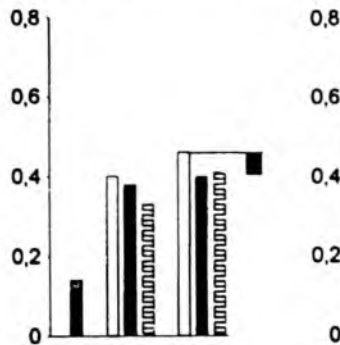
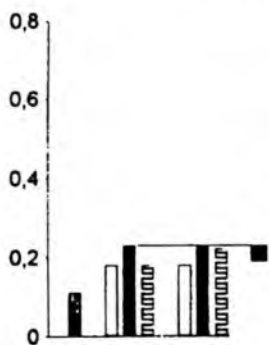
Malina - Raspberry

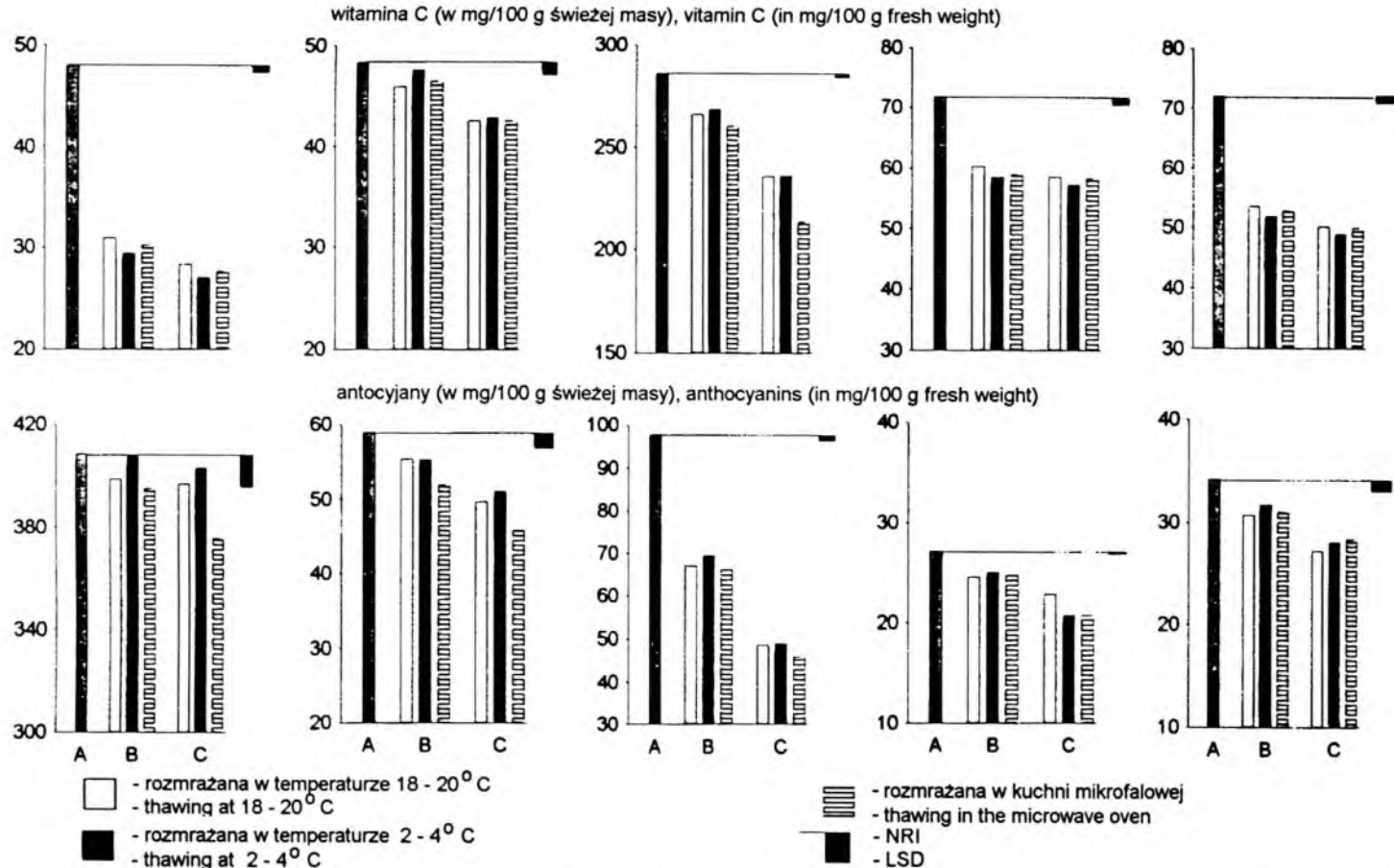
Porzeczka czarna - Redcurrant
sucha masa (w %), dry weight (in %)

Truskawka - Strawberry



kwasowość lotna (w g kwasu octowego/1 kg świeżej masy), volatile acids (in g acetic acid/kg fresh weight)





Ryc. 1. Wpływ różnych technik rozmrażania owoców jagodowych na wybrane wskaźniki fizykochemiczne. A – surowiec, B – mrożonka rozmrażana bezpośrednio po zamrożeniu, C – mrożonka rozmrażana po 6 miesiącach zamrażalniczego składowania.

Effect of different techniques of small fruit thawing on selected physico-chemical indices. A – raw material, B – fruit thawed directly after freezing, C – fruit thawed after 6 month freezing storage.

Tabela I. Wpływ różnych technik rozmrażania owoców jagodowych na ilość odciekniętego soku komórkowego (w % wagowych w stosunku do materiału zamrożonego).
Effect of different techniques of thawing small fruit on the amount of exuded cell sap (gravimetric percentage in relation to frozen material).

Gatunek owoców	Termin zbioru	Sposób rozmrażania			NRI p=0,05
		temperatura 18 – 20°C	temperatura 2 – 4°C	kuchnia mikrofalowa	
Czarna jagoda	bezpośrednio po zamrożeniu	6,7	6,3	10,3	1,82
	po 6 miesiącach składowania	7,9	6,4	16,3	
Malina	bezpośrednio po zamrożeniu	10,7	7,8	17,0	2,16
	po 6 miesiącach składowania	14,8	10,3	20,1	
Porzeczka czarna	bezpośrednio po zamrożeniu	1,8	1,5	2,3	0,53
	po 6 miesiącach składowania	1,4	1,5	2,5	
Porzeczka czerwona	bezpośrednio po zamrożeniu	28,4	21,4	32,5	4,31
	po 6 miesiącach składowania	28,7	20,7	31,3	
Truskawka	bezpośrednio po zamrożeniu	17,9	15,8	20,5	2,92
	po 6 miesiącach składowania	19,6	14,3	20,1	

Jakość produktu po rozmrożeniu zależy od stopnia odwracalności przemian zachodzących w obróbce zamrażalniczej. Najbardziej syntetycznym wskaźnikiem tych przemian jest tekstura owoców, w tym wielkość wycieku soku komórkowego [3, 6, 7, 8, 10, 11]. Spośród gatunków objętych badaniami śladowym wyciekiem, niezależnie od stosowanej techniki rozmrażania, charakteryzowały się owoce czarnej porzeczki, co niewątpliwie było związane z wysoką ich zasobnością w związki pektynowe [11]. Znaczący wyciek notowano u czarnej jagody, duży u maliny a zwłaszcza truskawki i bardzo duży u czerwonej porzeczki (tab. I). Ponadto u takich owoców jak czarna jagoda i malina nieco wyższy wyciek obserwowano po zamrażalniczym przechowywaniu. Spośród stosowanych technik rozmrażania najmniejszy wyciek stwierdzono przy rozmrażaniu w temperaturze 2–4°C. W temperaturze 18–20°C był on, przeciętnie dla wszystkich owoców, wyższy o 30%, a w kuchni mikrofalowej aż o 63%. Potwierdziła się więc opinia *Lenartowicz i wsp.* (7) oraz *Sewer-Lewandowskiej* [10, 11], że wielkość wycieku zależy od gatunku owocu, a także *Phan'a* [8] i *Sewer-Lewandowskiej* [11], że o tej cesze może decydować sposób rozmrażania.

Organoleptyczna jakość rozmrożonych mrozonek owocowych po 6 miesiącach zamrażalniczego składowania, przy ocenie której uwzględniono takie wyróżniki jak: wyciek soku, jednolitość wielkości owoców, barwę, konsystencję, zapach i smak, wyrażona w skali 5-punktowej zawarta była w przedziale 3,70–4,77 pkt. co generalnie należy uznać za ocenę dość wysoką. Najwyższą jakość produktu obserwowano w przypadku rozmrażania w temperaturze 2–4°C, wynosiła ona bowiem średnio 4,44 pkt., nieco niższą przy rozmrażaniu w temperaturze 18–22°C – 4,35 pkt., a najniższą kiedy rozmrażanie prowadzono w kuchni mikrofalowej – 4,13 pkt. Gatunkiem, który nie reagował pogorszeniem jakości na technikę rozmrażania była czarna porzeczka, natomiast szczególnie wyraźnie reagowała malina. Spośród wyróżników jakości, które przyczyniły się do najniższej oceny rozmrażania w kuchni mikrofalowej

Tabela 11. Wpływ różnych technik rozmrażania owoców jagodowych na ich jakość organoleptyczną.
Effect of different techniques of thawing on the organoleptic quality of small fruits.

Wyróżnik jakości	Mnożnik ważkości	Czarna jagoda			Malina			Porzeczka czarna			Porzeczka czerwona			Truskawka		
		temp. 18–20°C	temp. 2–4°C	kuch. mikr.	temp. 18–20°C	temp. 2–4°C	kuch. mikr.	temp. 18–20°C	temp. 2–4°C	kuch. mikr.	temp. 18–20°C	temp. 2–4°C	kuch. mikr.	temp. 18–20°C	temp. 2–4°C	kuch. mikr.
Wyciek soku	2	4,0	4,4	3,5	2,8	3,8	2,5	5,0	5,0	5,0	2,4	2,5	2,2	2,8	3,0	2,5
Jednolitość wielkości	1	4,8	4,8	4,8	4,5	4,5	4,5	4,9	4,9	4,9	4,7	4,7	4,7	4,2	4,2	4,2
Barwa	5	4,9	4,9	4,9	4,3	4,3	4,1	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,3	4,3	4,3
Konsystencja	3	4,4	4,5	4,1	4,1	4,2	3,5	4,8	4,9	4,6	2,9	3,0	2,5	3,7	4,0	3,4
Zapach	4	4,5	4,9	3,9	4,5	4,9	3,8	4,7	4,7	4,5	4,6	4,5	4,3	4,9	4,9	4,9
Smak	5	4,5	4,5	4,4	4,0	4,0	3,7	4,7	4,7	4,5	4,5	4,5	4,1	4,5	4,5	4,4
Ocena ostateczna	20	4,56	4,71	4,31	4,09	4,28	3,70	4,75	4,77	4,62	4,13	4,13	3,88	4,22	4,31	4,12
NRI $p=0,05$		0,073			0,071			Femp. < Ft.			0,198			0,055		

były przede wszystkim: zwiększony wyciek soku i gorsza konsystencja, ale także barwa owoców (malina) oraz zapach (czarna jagoda, malina, porzeczki) i smak (z różnym nasileniem u wszystkich owoców).

WNIOSKI

1. Stosowane techniki rozmrażania, z praktycznego punktu widzenia, miały niewielki wpływ na poziom suchej substancji, kwasów lotnych, witaminy C i antocyjanów. Jedynie próbki poddane działaniu mikrofal przy porzeczce czarnej zawierały mniej witaminy C oraz przy czarnej jagodzie, malinie i porzeczce czarnej mniej antocyjanów. Maksymalne zróżnicowanie nie przekroczyło jednak 10%.

2. Ilość soku komórkowego wyciekłego w trakcie rozmrażania pozostawała w zależności od gatunku owocu jak i sposobu rozmrażania. Wśród stosowanych technik rozmrażania najmniejszy wyciek soku obserwowano przy rozmrażaniu w temperaturze 2–4°C, większy o 30% przy rozmrażaniu w temperaturze 18–20°C i o 63% w kuchni mikrofalowej.

3. Stosowane techniki rozmrażania miały pewien wpływ na jakość organoleptyczną owoców jagodowych. Najwyższą jakością charakteryzowały się owoce rozmrażane w temperaturze 2–4°C, nieco niższą rozmrażane w temperaturze 18–20°C oraz istotnie najniższą rozmrażane w kuchni mikrofalowej. Gatunkiem, który nie reagował wyraźnie na sposób rozmrażania była czarna porzeczka, zaś najsilniej reagowała malina.

4. W pracowniach zajmujących się oceną jakości mrozonek, ze względu na najmniejsze zmiany składu chemicznego i jakości organoleptycznej winno być preferowane rozmrażanie w niskich temperaturach. Natomiast w warunkach gospodarstwa domowego, ze względu na szybkość rozmrażania można polecać kuchnie mikrofalowe, zwłaszcza wówczas kiedy nadmierny wyciek soku komórkowego nie ma praktycznego znaczenia.

W. Kmiecik, G. Jaworska, A. Budnik

EFFECT OF DIFFERENT THAWING TECHNIQUES ON THE QUALITY OF SMALL FRUIT FROZEN PRODUCTS

Summary

The investigation concerned the effect of three methods of thawing frozen products at 18–20°C (room temperature), 2–4°C (conditions of a domestic refrigerator), and in a microwave oven, on the quality of fruit of bilberry, raspberry, black- and redcurrant, and strawberry. Physico-chemical indices applied as the criteria of the estimate were the content of dry matter, volatile acids, vitamin C, and anthocyanins, the amount of cell sap exuded after thawing, and the results of organoleptic evaluation.

after harvest fruits were kept in a cold store and processed within 24 h. Frozen products were stored at about –30°C up to the time of degustation.

From the practical point of view the applied techniques of thawing insignificantly affected the level of the physico-chemical indices. Only in the case of fruit affected by microwaves the content of

vitamin C (blackcurrant) and anthocyanins (bilberry, raspberry, and blackcurrant) was smaller, though maximum differences did not exceed 10%.

The amount of cell sap exuded in the course of thawing depended on the fruit species and method of thawing. Blackcurrant exuded trace amount of sap, greater ones were noted, in the increasing order, with bilberry, raspberry, and strawberry, and the greatest with redcurrant. Of the thawing techniques tested the smallest amount of sap exuded at 2–4°C, at 18–20° it was by 30% and in the microwave oven by 63% greater.

The highest organoleptic value was assessed in fruit thawed at 2–4°C with a final average score of 4.44, a slightly lower one at 18–20°C, and in the microwave oven the lowest with an average score of 4.13. Blackcurrant did not distinctly respond to the method of thawing while the reaction of raspberry was strong.

PIŚMIENICTWO

1. *Barylko-Piekielna N.*: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa, 1975. – 2. *Duxbury D.D.*: Berries' deliver flavor and color bursts. Food Processing, USA, 1992, 53, 36. – 3. *Edwards M., Hall M.*: Freezing for quality. Food Manufacture, 1988, 63, 41. – 4. *Frączek T., Zalewska-Korona M.*: Wpływ różnych metod zamrażania owoców jagodowych i warunków przechowywania mrożonek na zawartość witaminy C. Przem. Ferm. i Ow.-Wa., 1990, 10, 19. – 5. *Fuleki T., Francis F.J.*: Quantitative methods for anthocyanins. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. J. Food Sci., 1968, 33, 78. – 6. *Garrote R.L., Bertone R.A.*: Osmotic concentration at low temperature of frozen strawberry halves. Effect of glycerol, glucose and sucrose solutions on exudate loss during thawing. Lebensm. Wiss. u. Technol., 1989, 22, 264. – 7. *Lenartowicz W., Plocharski W., Żurowicz E.*: Przydatność owoców kilku odmian truskawek dla zamrażalnictwa. Prace Inst. Sad., S.A, 1986, 26, 145. – 8. *Phan P.A.*: Microwave thawing of peaches comparative study of different treatments. Cz. I. J. of Microwave Power, 1977, 12, 2. – 9. *Pastolski J., Gruda Z.*: Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa 1974. – 10. *Sewer-Lewandowska B.*: Wpływ procesów mrożenia – rozmrażania na zmiany jakościowe owoców i warzyw. Cz. I. Prace Instytutów i Lab. Przem. Spoż., 1966, 3, 35.
11. *Sewer-Lewandowska B.*: Wpływ procesów mrożenia – rozmrażania na zmiany jakościowe owoców i warzyw. Cz. III. Prace Instytutów i Lab. Bad. Przem. Spoż., 1968, 3, 75. – 12. *Shenov V.R.*: Anthocyanins – prospective food colours. Current Sci., 1993, 64, 575. – 13. *Weisenberger A.*: ECRS – Euro – Standards zur Qualitäts und Authentizitätsbeurteilung. Fluessiges Obst., 1991, 58, 252.

Dn. 1994.12.16

30-239 Kraków, ul. Podłużna 3