

ROZMRAŻANIE TRUSKAWEK METODĄ PRÓŻNIOWO-PAROWĄ

Adam Kopeć, Jarosław Diakun, Tomasz Milewski
Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych, Politechnika Koszalińska

Streszczenie. W pracy zbadano przydatność metody próżniowo-parowej do rozmrażania truskawek oraz porównano ją z innymi sposobami rozmrażania. Do metod porównawczych przyjęto: rozmrażanie w powietrzu, w wodzie i mikrofalowe. Poszczególne metody rozmrażania badano i porównywano pod względem czasu trwania procesu, oraz efektu technologicznego, którego wyznacznikami były: ubytek masy próbki, ilość wycieku rozmrażalniczego, ocena sensoryczna, oraz zawartość witaminy C. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że próżniowo-parowe rozmrażanie truskawek należało do najszybszych metod rozmrażania. Metoda ta odznaczała się jednak większymi ubytkami masy, niższą jakością sensoryczną oraz gorszym zachowaniem witaminy C w rozmrażanych owocach, w odniesieniu do zastosowanych metod porównawczych.

Słowa kluczowe: rozmrażanie próżniowo-parowe, truskawka, czas rozmrażania, wyciek rozmrażalniczy, ocena sensoryczna, witamina C

Wprowadzenie

Rozmrażanie próżniowo-parowe jest metodą rozmrażania żywności w atmosferze pary wodnej w warunkach obniżonego ciśnienia. Metoda ta została opracowana w Anglii na początku lat 70-tych zeszłego stulecia przez firmę APV Clark Built i Stację Badawczą Torry w Aberdeen. W 1974 roku firma APV Clark Built zmieniła nazwę na APV Parafreeze, a w 2003 roku na Jackstone Freezing Systems Ltd [www.jackstoneairblast.co.uk]. Rozmrażany tą metodą produkt umieszcza się w komorze próżniowej, z której odpompowuje się powietrze. Komora jest połączona z zewnętrznym zbiornikiem wypełnionym wodą lub na dnie komory znajduje się otwarty zbiornik z wodą. W wyniku powstającej próżni, woda zaczyna wrzeć w temperaturze otoczenia (ok. 20°C). Aby utrzymać wodę w stanie wrzenia musi być ona podgrzewana. Zwykle stosowane jest podgrzewanie parą wodną, czasami przez wodny wymiennik ciepła lub grzałki elektryczne. Powstająca para wodna wypełnia komorę rozmrażalniczą i kondensuje na powierzchni produktu. Ciepło kondensacji jest przejmowane przez zamrożony produkt powodując jego szybkie rozmrażanie (około 120 g kondensującej wody rozmraża 2 kg zamrożonego produktu) [Janson 1974].

Pomimo blisko 40 letniej obecności tej metody w technologii chłodniczej żywności oraz wymienianiu jej w publikacjach naukowych i podręcznikach akademickich jako jednego z najszybszych sposobów powierzchniowego rozmrażania żywności [Urbaniak 1981, Szeluto 1974, Gruda 1999, Zalewski 1997] nie znalazła ona na dzień dzisiejszy szerokiego zastosowania.

Cel badań

Celem badań było określenie przydatności metody próżniowo-parowej do rozmrażania truskawek oraz porównanie jej z innymi sposobami rozmrażania.

Plan i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły truskawki odmiany Senga Sengana. Próbki o masie $500 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$ po zapakowaniu w woreczki polietylenowe zamrożono w warunkach konwekcji swobodnej do temperatury -28°C i w tych warunkach przechowywano przez 8 miesięcy.

Próbki poddano rozmrażaniu następującymi metodami:

- rozmrażanie w powietrzu (temperatura powietrza 20°C , konwekcja swobodna),
- rozmrażanie w wodzie (temperatura wody 20°C , konwekcja swobodna, zbiornik wody 25l, próbka opakowana w szczelny woreczek polietylenowy, w celu całkowitego zanurzenia próbki woreczek obciążono specjalnymi ciężarkami),
- rozmrażanie próżniowo-parowe (p-p) – próbka umieszczona na sicie (temperatura wody w generatorze pary ok. 20°C),
- rozmrażanie próżniowo-parowe (p-p(w)) – próbka umieszczona na talerzu, tzw. rozmrażanie w wycieku (temperatura wody w generatorze pary ok. 20°C),
- rozmrażanie mikrofalowe (kuchenka mikrofalowa Whirlpool MT 245, standardowy program rozmrażania o mocy 160 W).

Poszczególne metody rozmrażania badano i porównywano pod względem czasu trwania procesu, oraz efektu technologicznego, którego wyznacznikami były: ubytek masy próbki, ilość wycieku rozmrażalniczego, ocena sensoryczna, oraz zawartość witaminy C.

Jako czas rozmrażania przyjęto czas od rozpoczęcia procesu rozmrażania do momentu uzyskania w centrum geometrycznym próbki 0°C .

Względny ubytek masy U_M określano jako: $U_M = \frac{M_Z - M_R}{M_Z} \cdot 100\%$, a ilość względ-

nego wycieku rozmrażalniczego W_R jako: $W_R = \frac{W}{M_Z} \cdot 100\%$,

gdzie:

- M_Z – masa próbki zamrożonej,
- M_R – masa próbki po rozmrożeniu,
- W – masa wycieku rozmrażalniczego.

Ubytek masy próbki i wielkość wycieku rozmrażalniczego określono wagowo przy pomocy wagi laboratoryjnej Radwag WPS 1200 z dokładnością $0,01\text{g}$.

Zawartość witaminy C w rozmrożonych owocach oznaczano metodą Tillmansa (zmodyfikowaną do oznaczeń w próbach intensywnie zabarwionych).

Ocenę sensoryczną przeprowadzono w skali 5-punktowej na podstawie specjalnie opracowanego arkusza. Oceniano następujące wyróżniki jakościowe przy odpowiednich współ-

Rozmrażanie truskawek...

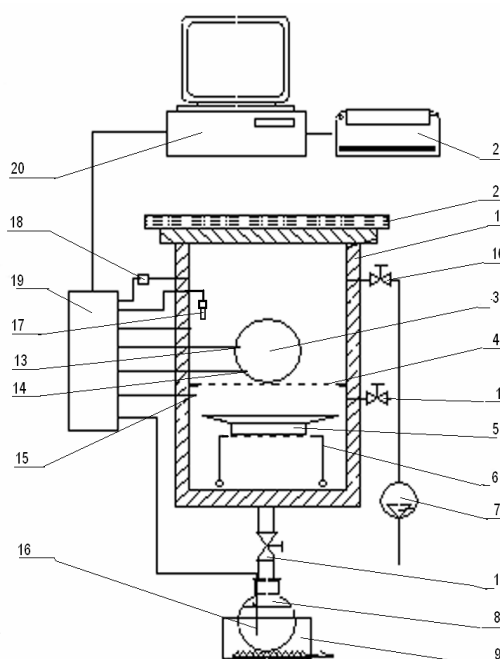
czynnikach ważkości: barwę (0,14), kształt (0,09), zapach (natężenie 0,09, typ 0,18), konsystencję (0,18) i smakowość (natężenie 0,09, typ 0,23).

Każdą próbę rozmrażania powtórzono trzykrotnie, obliczono wartości średnie dla serii pomiarowych oraz odchylenia standardowe wartości średniej.

Stanowisko badawcze i proces rozmrażania s-p-p

Rozmrażanie metodą próżniowo-parową przeprowadzono na specjalnie zbudowanym stanowisku przedstawionym na rys. 1.

- 1 – komora,
- 2 – pokrywa szklana,
- 3 – rozmrażana próbka,
- 4 – siatka z tworzywa sztucznego,
- 5 – talerz,
- 6 – stojak na nóżkach,
- 7 – pompa próżniowa BL15P,
- 8 – zbiornik z wodą,
- 9 – płaszcz grzejny,
- 10 – zawór odcinający pompę,
- 11 – zawór powietrza,
- 12 – zawór odcinający generator pary,
- 13 – czujnik temperatury w centrum próbki,
- 14 – czujnik temperatury na powierzchni próbki,
- 15 – czujnik temperatury w komorze,
- 16 – termopara do pomiaru temperatury wody w zbiorniku,
- 17 – czujnik wilgotności,
- 18 – przetwornik podciśnienia,

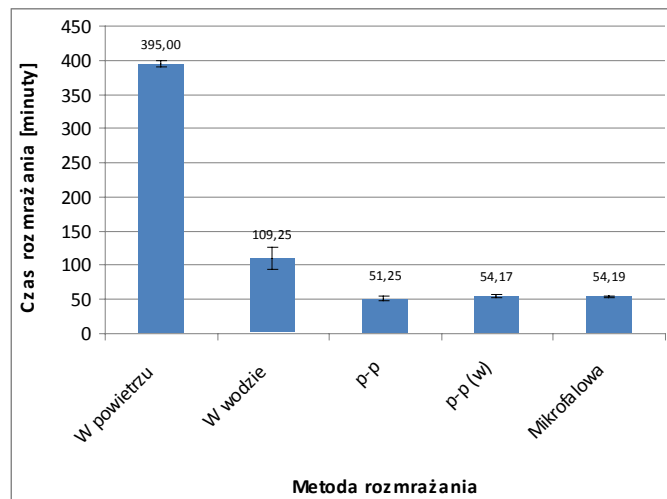


Rys. 1. Stanowisko badawcze do rozmrażania próżniowo-parowego [rys. własny autorów]

Fig. 1. Test stand for vacuum-steam thawing [own illustration by the authors]

Wyniki badań i ich analiza

Najkrótsze czasy rozmrażania (rys. 2) uzyskano dla metod: próżniowo-parowej (p-p), próżniowo-parowej p-p(w) i mikrofalowej. Różnice pomiędzy nimi nie były statystycznie istotne. Czas rozmrażania w przypadku tych metod wynosił ok. 50 min. Ponad dwukrotnie dłuższy czas rozmrażania wystąpił dla truskawek rozmrażanych w wodzie (ok. 100 min.) i prawie ośmiokrotnie dłuższy dla truskawek rozmrażanych w powietrzu (395 min.). Różnice pomiędzy tymi czasami były statystycznie istotne.



Rys. 2. Czas rozmrażania truskawek wybranymi metodami [rys. własny autorów]

Fig. 2. Strawberry thawing time using selected methods [own illustration by the authors]

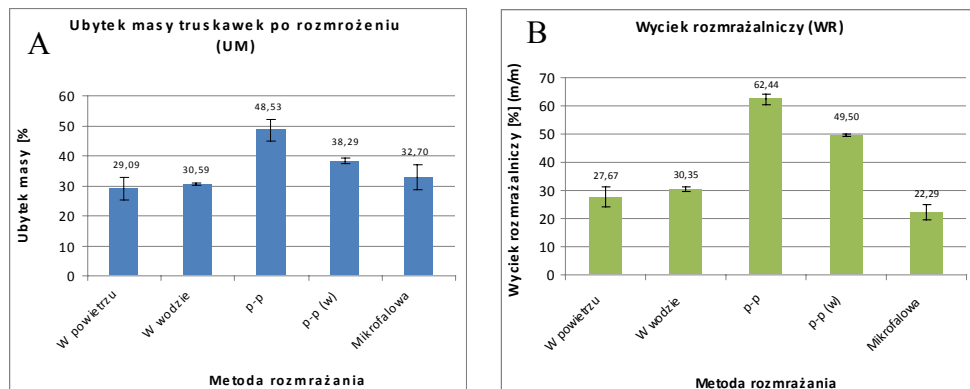
Najmniejsze ubytki masy (rys. 3A) wystąpiły przy zastosowaniu metod rozmrażania w powietrzu (29,1%), w wodzie (30,6%) i mikrofalowej (32,7%). Różnice pomiędzy tymi metodami nie były statystycznie istotne. Metody próżniowe rozmrażania charakteryzowały się istotnie większym ubytkiem masy. W przypadku rozmrażania próżniowo-parowego owoców umieszczonych na sicie (p-p) wyniósł on 48,5%. Mniejszy ubytek masy wystąpił podczas rozmrażania metodą próżniowo-parową w wycieku p-p(w) i wyniósł (38,3%).

Najmniejszy wyciek rozmrażalniczy (rys. 3B) zaobserwowano przy rozmrażaniu mikrofalowym (22,3%) i w powietrzu (27,7%). W przypadku rozmrażania w wodzie wyciek był większy i wyniósł 30,3% (w porównaniu z rozmrażaniem w powietrzu różnica ta nie była istotna). W trakcie rozmrażania mikrofalowego wyciek nagrzewał się do temperatury 45°C i w wyniku parowania uległ zagęszczeniu. Przy rozmrażaniu truskawek zapakowanych w worki polietylenowe w wodzie ciśnienie hydrostatyczne wody działające na próbkę mogło zwiększyć ilość wycieku. Największym wyciekiem rozmrażalniczym cechowały się metody podciśnieniowe. W przypadku rozmrażania próżniowo-parowego na sicie (p-p) wyniósł on 62,4%, a przy rozmrażaniu próżniowo-parowym w wycieku (p-p(w)) 49,5%. Należy zaznaczyć, że na wielkość wycieku w metodach próżniowo-parowych składają się również skropliny pary wodnej, która kondensując na produkcie rozcieńcza sok tkankowy uwalniany w czasie rozmrażania.

Największa zawartość witaminy C (rys. 4A) wystąpiła w owocach rozmrażanych w powietrzu ($49,2 \text{ (mg} \cdot 100\text{g}^{-1})$) i mikrofalowo ($47,5 \text{ (mg} \cdot 100\text{g}^{-1})$).

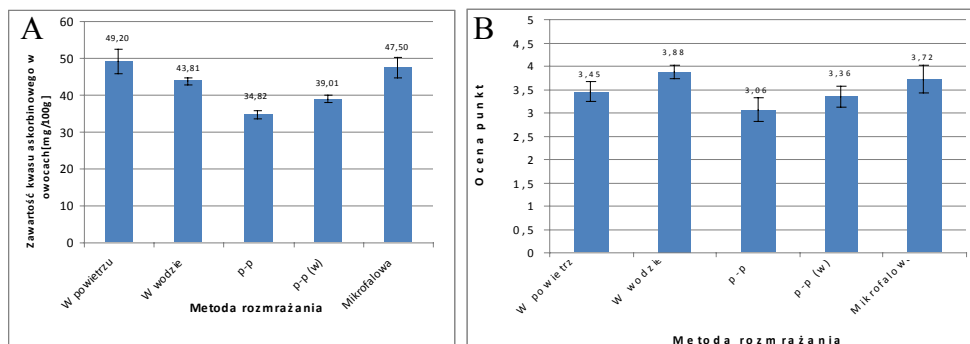
Owoce rozmrażane w wodzie miały istotnie mniejszą zawartość witaminy C ($43,8 \text{ (mg} \cdot 100\text{g}^{-1})$) w porównaniu do w/w metod. Najniższa zawartość witaminy C istotnie różna w porównaniu do innych metod wystąpiła w owocach rozmrażanych próżniowo-parowo w wycieku ($39 \text{ (mg} \cdot 100\text{g}^{-1})$) i na sicie ($34,8 \text{ (mg} \cdot 100\text{g}^{-1})$).

Rozmrażanie truskawek...



Rys. 3. A) Względny ubytek masy truskawek rozmrażanych wybranymi metodami B) Względny wyciek rozmrażalniczy z truskawek rozmrażanych wybranymi metodami [rys. własny autorów]

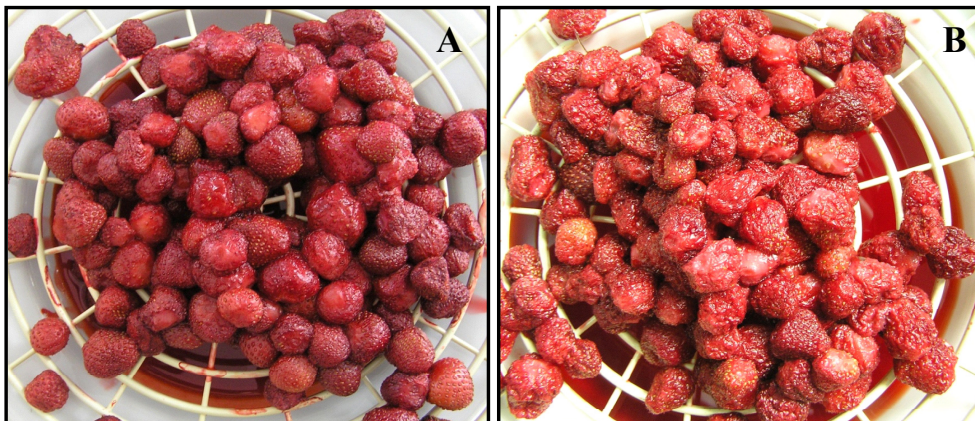
Fig. 3. A) Relative mass decrement for strawberries thawed using the selected methods B) Relative thawing spill from strawberries thawed using the selected methods [own illustration by the authors]



Rys. 4. A) Zawartość witaminy C w truskawkach rozmrażanych wybranymi metodami, B) Ocena sensoryczna truskawek rozmrażanych wybranymi metodami (w skali 5-cio punktowej) [rys. własny autorów]

Fig. 4. A) Vitamin C content in strawberries thawed using the selected methods B) Sensory assessment of strawberries thawed using the selected methods (in 5-point scale)

Najwyższą ocenę sensoryczną w skali 5-cio punktowej (rys. 4B) uzyskały truskawki rozmrażane w wodzie (3,88 pkt.) i mikrofalowo (3,72 pkt.). Niższą ocenę uzyskały truskawki rozmrażane w powietrzu (3,45 pkt.) i próżniowo-parowo w wycieku p-p(w) (3,36 pkt.). Najniższą ocenę uzyskały truskawki rozmrażane metodą próżniowo-parową na sicie (p-p) (3,06 pkt.). Ocena ta była statystycznie istotnie różna od ocen uzyskanych w innych metodach.



Rys. 5. Truskawki rozmrożone metodami: A) mikrofalową i B) próżniowo-parową (p-p) [rys. własny autorów]

Fig. 5. Strawberries thawed using the following methods: A) microwave, and B) vacuum-steam (v-s) [own illustration by the authors]

Dokonując obserwacji procesu rozmrażania próżniowo-parowego stwierdzono, że podczas rozmrażania, w wyniku panującego w komorze podciśnienia, występuje wysysanie powietrza wraz z sokami komórkowymi z rozmrażanych truskawek. Pęcherzyki wysysanego powietrza przechodząc przez film skondensowanej na powierzchni owoców pary wodnej tworzą specyficzną pianę. Kondensująca para wodna wraz z uwalniającymi się sokami komórkowymi tworzy wyciek rozmrażalniczy. Owoce w tym czasie utrzymują swoją objętość i kształt. W momencie zapowietrzania komory, pod wpływem wzrastającego ciśnienia, następuje gwałtowne zmniejszenie objętości i silna deformacja rozmrażanych truskawek. Efekt ten autorzy określili jako „załamanie struktury” rozmrażanych owoców. Truskawki rozmrażane metodami próżniowymi miały znacznie mniejszą objętość i były mocniej zdeformowane. Na rys. 5 porównano truskawki rozmrożone metodą mikrofalową A) i próżniowo-parową B).

Podsumowanie

Próżniowo-parowa metoda rozmrażania truskawek należała do najszybszych metod rozmrażania. Metoda ta odznaczała się jednak większymi ubytkami masy, niższą jakością sensoryczną oraz gorszym zachowaniem witaminy C w rozmrażanych owocach, w porównaniu z pozostałymi metodami.

Występujące podczas rozmrażania próżniowo-parowego wysysanie powietrza wraz z sokami komórkowymi z rozmrażanych truskawek oraz efekt „załamania struktury” w momencie zapowietrzania komory, skutkujący dużym zmniejszeniem objętości i deformacją owoców, spowodowały znaczne obniżenie wskaźników jakościowych rozmrażanych tą metodą owoców. Stanowi to znaczne ograniczenie wykorzystywania metody próżniowo-parowej do rozmrażania owoców.

Metoda próżniowo-parowa może znaleźć zastosowanie do szybkiego rozmrażania truskawek (również innych owoców miękkich) w przypadku gdy kształt i konsystencja rozmrażanych owoców stawiane są na dalszym planie, oraz gdy wykorzystywane są nie tylko rozmrażane owoce, ale również wyciek rozmrażalniczy. Metoda ta może być zastosowana na przykład w technologii produkcji koktajli, jogurtów lub musów owocowych.

Bibliografia

- Gruda Z. Postolski J.** 1999. Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa.
- Jason A. C.** 1974. Thawing frozen fish. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Torry Research Station, HMSO Press, Edinburgh.
- Szeluto J.** 1974. Rozmrażanie żywności w warunkach próżni. Chłodnictwo nr 1, SIGMA-NOT, Warszawa.
- Urbaniak M.** 1981. Utrwalanie drobiu przez zamrażanie. Chłodnictwo nr 4, SIGMA-NOT, Warszawa.
- Zalewski S.** 1997. Podstawy technologii gastronomicznej. WNT, Warszawa.
- Company overview. Brief history leading to the formation of Jackstone Freezing Systems Ltd [online]. Jackstone Freezing Systems Ltd. [dostęp 25.05.2007]. Dostępny w internecie: http://www.jackstoneairblast.co.uk/company_overview.htm

THAWING OF STRAWBERRIES USING THE VACUUM-STEAM METHOD

Abstract. The work involved examination of the vacuum-steam method usability for thawing of strawberries. Then, the method was compared with other thawing methods. The following were used as comparative methods: air thawing, water thawing and microwave thawing. Individual thawing methods were examined and compared as regards process duration and technological effect determined by: sample mass decrement, thawing spill volume, sensory assessment, and vitamin C content. Completed research allowed to observe that vacuum-steam strawberry thawing belonged to the fastest thawing methods. However, this method was characterised by higher mass decrements, lower sensory quality and inferior behaviour of vitamin C in thawed fruit when referred to the comparative methods.

Key words: vacuum-steam thawing, strawberry, thawing time, thawing spill, sensory assessment, vitamin C

Adres do korespondencji:

Adam Kopeć; e-mail: adam.kopiec@tu.koszalin.pl
Katedra Inżynierii Spożywczej i Tworzyw Sztucznych
Politechnika Koszalińska
ul. Raclawicka 15-17
75-620 Koszalin