

DOROTA WALKOWIAK-TOMCZAK

WPLYW PROCESU MROŻENIA NA JAKOŚĆ RESTRUKTURYZOWANYCH TRUSKAWEK

Streszczenie

Restrukturyzowanie pozwala na wykorzystanie surowców mniej wartościowych oraz odpadów produkcyjnych, nadając im atrakcyjną formę. Produkty te mogą być poddawane suszeniu, zamrażaniu i ogrzewaniu. Restrukturyzowane owoce stosowane są jako nadzienia do ciast, dodatek do lodów, deserów czy jogurtów.

Celem przedstawionej pracy było określenie wpływu procesu mrożenia na jakość truskawek restrukturyzowanych wytwarzanych metodą zestalenia wewnętrznego. Produkty przed mrożeniem i po rozmrożeniu poddano ocenie sensorycznej barwy, smaku i zapachu oraz instrumentalnym pomiarom barwy i tekstury. Badano trzy grupy produktów, różniące się zawartością przecieru owocowego (66, 76, 86 g/100 g) i sacharozy (odpowiednio 30, 20, 10 g/100 g).

Jakość wytworzonych owoców uzależniona była od ich składu (zawartości przecieru truskawkowego). Wszystkie próby, zarówno przed, jak i po mrożeniu, charakteryzowały się bardzo dobrym smakiem i zapachem, z wyjątkiem prób o największej zawartości przecieru, w których zaobserwowano obniżenie poziomu tych cech, jak również barwy i tekstury. Zmiany wartości parametrów barwy (XYZ, L*a*b*) świadczyły o niewielkim ciemnieniu produktów i zmianie tonu zabarwienia w kierunku żółtego, co prawdopodobnie związane jest z brązowaniem enzymatycznym. Na podstawie instrumentalnej analizy tekstury stwierdzono, że twardość owoców po rozmrożeniu była w przybliżeniu o 50% mniejsza niż prób wyjściowych. Mimo tych zmian, przyznano produktom dobre noty w sensorycznej ocenie pożądalności (od 3 do 5 pkt) w zależności od zawartości wsadu owocowego.

Słowa kluczowe: truskawki, owoce restrukturyzowane, alginian, mrożenie

Wprowadzenie

Produkty restrukturyzowane, czyli przebudowane, wytwarzane są z naturalnych surowców, a swoim wyglądem i teksturą przypominają produkty oryginalne. Proces restrukturyzowania pozwala na wykorzystanie surowców mniej wartościowych (owoce drobne, przejrzyste oraz odpady produkcyjne), ułatwia mechanizację produkcji oraz

umożliwia poszerzenie asortymentu [4, 7]. Restrukturyzowane produkty owocowe wytwarzane są z przecierów owocowych, żeli hydrokoloidowych oraz innych dodatków, jak cukier i kwasy spożywcze. Metody ich wytwarzania z reguły są objęte patentem i wdrożone w produkcji przemysłowej [8]. Na teksturę tak wytwarzanych owoców wpływają proporcje i rodzaj składników (przecierów i soków owocowych, cukru, kwasów, hydrokoloidów) oraz metody wytwarzania [2, 5, 11]. Produkty takie mogą być poddawane procesom technologicznym, takim jak suszenie, mrożenie i obróbka termiczna, stąd są wykorzystywane jako nadzienie do ciast oraz dodatek do lodów czy dżemów [4, 7]. Suszone owoce restrukturyzowane są potencjalnym źródłem zdrowych przekąsek owocowych, które w zależności od zastosowanych dodatków, mogą cechować się mniejszą lub większą kalorycznością [8].

Powszechnie stosowanym czynnikiem żelującym w produktach restrukturyzowanych są alginiany, naturalne polisacharydy ekstrahowane z brązowych alg morskich (*Phaeophyceae*). Alginiany to nierozgałęzione polimery zbudowane z jednostek kwasu D-mannuronowego (M) i L-galuronowego (G), zblokowanych w rejony homo- i heteropolimeryczne [7]. Tworzenie żelu alginowego zachodzi w obecności jonów wapnia, a jego struktura zależy od proporcji ilościowych jednostek M i G, stężenia alginianu i jonów sieciujących w roztworze oraz metody zestalania produktu [4].

Produkty restrukturyzowane mogą być zestalane różnymi metodami. Najprostszym sposobem jest zestalenie dyfuzyjne polegające na wkraplaniu mieszaniny roztworu alginianu i przecieru owocowego do roztworu zawierającego jony wapniowe. Metoda zestalania wewnętrznego polega na kontrolowanym uwalnianiu jonów sieciujących w roztworze żelującym, w obecności sekwestrantów opóźniających ten proces. Kolejnym sposobem wytwarzania żelu jest obniżenie temperatury gorącej mieszaniny wszystkich składników [3]. Owoce wytworzone poprzez zestalenie dyfuzyjne mają niejednorodną strukturę, mocną skórkę i półpłynny rdzeń oraz wykazują skłonność do synerezy. Żele otrzymane metodą zestalania wewnętrznego oraz przez obniżenie temperatury są miękkie i jednorodne, mało podatne na synerezę i kurczenie się [4].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu mrożenia na jakość restrukturyzowanych truskawek, wytwarzanych metodą zestalania wewnętrznego. Analizie poddano owoce przed procesem mrożenia oraz po ich rozmrożeniu, przeprowadzając ocenę jakości sensorycznej oraz instrumentalny pomiar barwy i tekstury.

Material i metody badań

W badaniach użyto truskawek zakupionych w Przedsiębiorstwie Przemysłu Chłodniczego w Poznaniu, z których, po rozmrożeniu, otrzymywano przecier.

Owoce restrukturyzowane wytwarzano metodą zestalania wewnętrznego [6] (we własnej modyfikacji w zakresie procentowego udziału składników). W tym celu przygotowywano roztwór alginianowy oraz owocowy. W skład pierwszej mieszaniny

wchodziły alginian sodu (3%) jako składnik żelujący, bezwodny fosforan wapniowy (0,6%) jako czynnik inicjujący żelowanie oraz dwuzasadowy fosforan sodu (0,14%) jako sekwestrant, a także sacharoza (20%) i woda. Składniki roztworu alginianu rozpuszczano w autoklawie (15 min, 121°C). Natomiast w skład roztworu owocowego wchodziły: przecier truskawkowy (66-86%), sacharoza (10-30%), kwas cytrynowy (2%) jako regulator kwasowości i cytrynian sodu (2%) jako sekwestrant. Oba roztwory mieszano przy użyciu miksera, dozowano do foremek i pozostawiano w celu żelowania. Tak przygotowane analogi owoców wyjmowano z foremek, zamykano w woreczkach foliowych i przechowywano w temp. -20°C przez 21 dni. Doświadczenie wykonano w dwóch powtórzeniach.

Zarówno przed zamrożeniem, jak i po rozmrożeniu dokonywano analizy sensorycznej i instrumentalnej otrzymanych produktów.

Ocenę sensoryczną barwy i tekstury wykonano metodą punktową, a smaku i zapachu metodą profilową [1]. Analizę sensoryczną przeprowadzał 5-osobowy zespół, o odpowiednim przygotowaniu metodycznym. Ton barwy określano opisowo, zaś wyróżniki smaku i zapachu analizowano metodą profilową z zastosowaniem skali graficznej. Natężenie i naturalność barwy, smaku i zapachu oraz teksturę (twardość) oceniano w skali 5-punktowej.

Parametry barwy oznaczano metodą spektrofotometryczną w układzie CIE XYZ, za pomocą spektrofotometru Hitachi U3000, w zakresie długości fal 380-780 nm, przy szczeliny 1 nm i prędkości skanowania 600 nm/min, w świetle odbitym, przy źródle światła C. Barwę określano na podstawie następujących parametrów: X, Y, Z (składowe barwy), L* (jasność), a* (udział barwy czerwonej), b* (udział barwy żółtej), pobierając do pomiarów po 6 prób z każdego wariantu produktu.

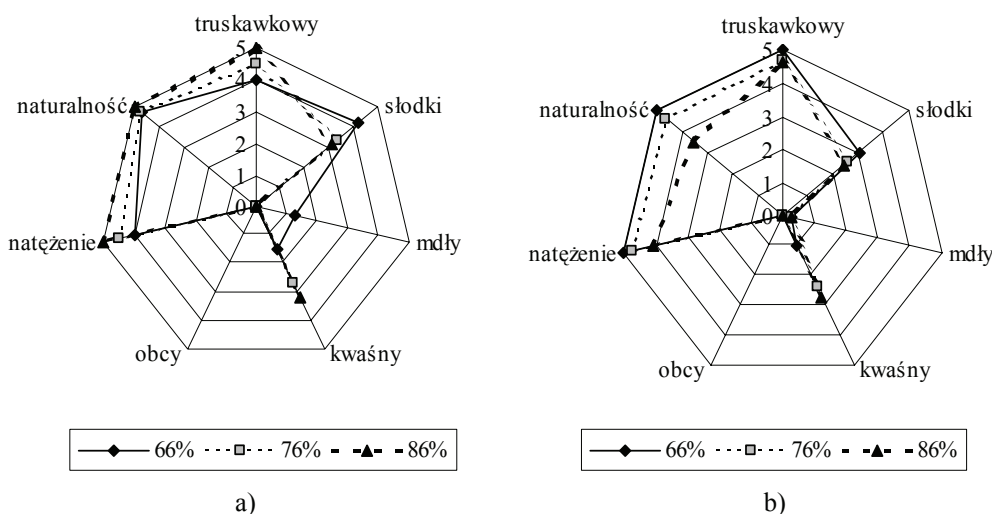
Teksturę mierzono za pomocą teksturometru TA-XT2 firmy Stable Micro Systems (Anglia), stosując siłę ściskania 0,49 N, średnicę trzpienia 4 cm, prędkość przesuwu 0,5 mm/s i kalibrację 25 kg. Na podstawie krzywej pomiarowej wyznaczano maksymalną siłę ściskania F_{max} , potrzebną do odkształcenia próbki do 75% jej wysokości. Pomiaru wykonywano na 10 próbach z każdego rodzaju produktu.

Wyniki i dyskusja

Proces zamrażania i rozmrażania wpłynął na zmianę jakości restrukturyzowanych truskawek, jednak zakres tych zmian zależał od zawartości przecieru owocowego w produkcie. Badaniom poddano trzy grupy produktów różniące się zawartością przecieru owocowego (66, 76 i 86 g/100 g) i sacharozy (30, 20, 10 g/100 g). Udział wsadu owocowego zwiększano kosztem zawartości sacharozy. Pozostałe składniki pozostały bez zmian.

W próbach przed zamrożeniem stwierdzono wzrost natężenia smaku i zapachu truskawkowego oraz kwaśnego, a zmniejszenie słodkiego wraz ze wzrostem zawarto-

ści przecieru owocowego (rys. 1). Po przechowywaniu zamrażalniczym i rozmrożeniu, próby zawierające 66 i 76% przecieru owocowego uzyskały noty smaku i zapachu podobne jak w próbach wyjściowych, niekiedy nawet wyższe, natomiast w próbach z 86-procentowym udziałem przecieru truskawkowego oceniający obniżyli noty oceny smaku i zapachu, ich naturalności i natężenia, z 5 pkt przed zamrożeniem do 3,5 – 3,7 pkt po rozmrożeniu.



Rys. 1. Profilogramy smaku restrukturyzowanych truskawek w zależności od zawartości przecieru owocowego (66, 76, 86%); a) przed zamrożeniem, b) po rozmrożeniu.

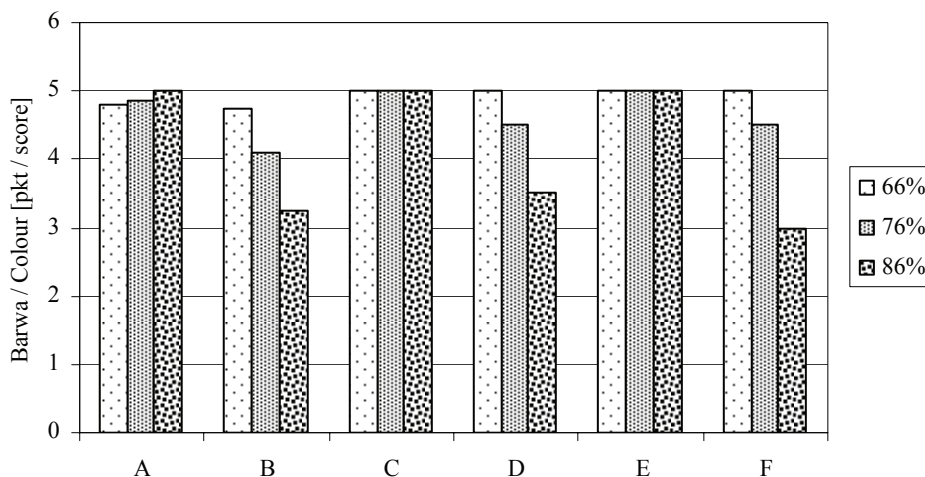
Fig. 1. Profilograms of taste of restructured strawberries depending on fruit puree content (66, 76, 86%); a) before freezing, b) after defrosting.

Objaśnienia: / Explanatory notes:

truskawkowy / strawberry; słodki / sweet; mdły / insipid; kwaśny / sour; obcy / strange; natężenie / intensity; naturalność / naturalness.

Na podstawie not oceny sensorycznej barwy stwierdzono, że największe jej zmiany nastąpiły w próbach o najwyższym udziale wsadu owocowego (rys. 2). Obniżenie not naturalności, natężenia i pożądalności barwy osiągnęło 2 pkt w skali 5-punktowej. W próbach zawierających 66% wsadu owocowego nie stwierdzono zmian ich zabarwienia w ocenie sensorycznej.

Pod względem tekstury restrukturyzowanych owoców, przed i po mrożeniu, wykazano podobną zależność w ocenie sensorycznej. Wraz ze wzrostem zawartości przecieru truskawkowego noty oceny twardości owoców po rozmrożeniu były niższe, co znalazło odzwierciedlenie w obniżeniu oceny pożądalności tekstury.



Rys. 2. Ocena sensoryczna barwy truskawek restrukturyzowanych przed zamrożeniem i po rozmrożeniu, w zależności od zawartości przecieru owocowego (66, 76, 86%); Objaśnienia: A i B – natężenie barwy przed zamrożeniem i po rozmrożeniu, C i D – naturalność barwy przed zamrożeniem i po rozmrożeniu, E i F – pożądalność barwy przed zamrożeniem i po rozmrożeniu.

Fig. 2. Sensory analysis of colour of restructured strawberries before and after freezing, depending on fruit puree content (66, 76, 86%); Explanatory notes: A and B –intensity of colour before and after freezing, C and D – naturalness of colour before and after freezing, E and F – colour desirability before and after freezing.

Analizując wyniki instrumentalnej oceny barwy, stwierdzono, że wartości składowych barwy X, Y, Z po rozmrożeniu owoców były niższe niż w próbach wyjściowych (tab. 1). Jest to widoczne zwłaszcza w próbie o największym udziale przecieru owocowego. Zmniejszenie wartości X, Y i Z świadczy o wzroście natężenia barwy, co może być związane z procesem brązowienia enzymatycznego. W wyniku procesów zamrażania i rozmrażania zmniejszyły się także wartości parametrów L^* i a^* , co oznacza, że próby ciemniały, a udział barwy czerwonej zmniejszał się. Wartości parametru b^* , czyli udziału barwy żółtej, prób po rozmrożeniu były wyższe w porównaniu z próbkami wyjściowymi, co również świadczy o brązowieniu produktu.

Na podstawie wyników instrumentalnego pomiaru tekstury stwierdzono, że wartość siły F_{max} potrzebnej do odkształcenia badanych prób do 75% ich wysokości była większa przed zamrożeniem niż po rozmrożeniu (rys. 3). Twardość owoców restrukturyzowanych obniżała się wraz ze wzrostem udziału przecieru owocowego. Jednakże w każdym przypadku, bez względu na zawartość tego przecieru i cukru w badanych produktach, wartość siły F_{max} po procesie rozmrożenia była o około 50% niższa aniżeli w próbach wyjściowych.

Tabela 1

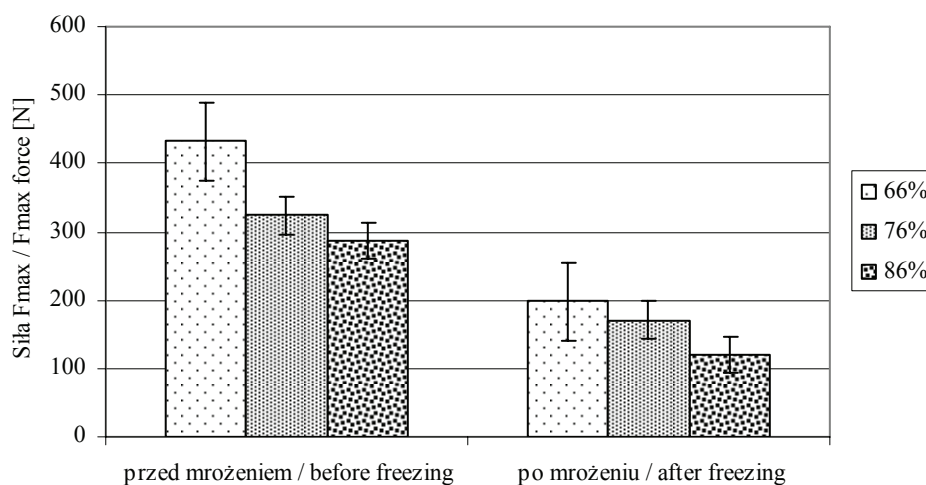
Wartości parametrów barwy truskawek restrukturyzowanych przed zamrożeniem i po rozmrożeniu.

Values of the colour parameters of restructured strawberries before and after freezing.

Zawartość przecieru owocowego Fruit puree content [%]	X	Y	Z	L*	a*	b*
Przed zamrożeniem / Before freezing						
66	11,3±0,38	8,9±0,27	7,8±0,48	35,8±0,52	21,3±2,02	8,6±1,31
76	9,8±1,22	7,8±1,21	6,7±1,49	33,3±2,46	19,6±2,13	7,9±1,31
86	9,9±1,27	7,9±1,25	6,6±1,48	33,7±2,55	18,1±1,33	5,9±0,71
Po mrożeniu / After freezing						
66	11,4±0,53	8,6±0,56	7,1±0,74	35,2±1,09	20,6±1,00	9,9±0,89
76	9,3±0,31	7,5±0,52	6,3±0,73	33,1±1,13	18,7±2,92	8,1±0,92
86	9,1±0,53	6,9±0,49	5,7±0,71	31,7±1,13	18,5±2,08	6,9±1,08

Wartości średnie ± odchylenie standardowe / Mean values ± standard deviation.

Liczba powtórzeń: 6 / Number of repeated: 6.



Rys. 3. Wartości siły F_{max} truskawek restrukturyzowanych przed zamrożeniem i po rozmrożeniu, w zależności od zawartości przecieru owocowego (66, 76, 86%); I – odchylenie standardowe z 10 powtórzeń.

Fig. 3. Values of F_{max} force of restructured strawberries before and after freezing, depending on fruit puree content (66, 76, 86%); I – standard deviation from 10 repetitions.

Proces restrukturyzowania owoców i warzyw jest coraz częściej stosowany w praktyce, przy zagospodarowywaniu surowców gorszej jakości lub odpadów przemysłowych, zwłaszcza w przypadku wysokich kosztów zakupu świeżego materiału [6]. Truskawki charakteryzują się małą trwałością po zbiorze. Dojrzałość zbiorcza praktycznie pokrywa się z dojrzałością konsumpcyjną i przemysłową, co uniemożliwia przechowywanie świeżych truskawek, gdyż szybko ulegają przejrzeniu. Metoda restrukturyzowania umożliwiłaby wykorzystanie owoców zbyt dojrzałych lub gorszej jakości. Proces ten pozwala ponadto wytwarzać produkty o określonym, standardowym kształcie lub wielkości, ułatwiając działanie linii technologicznej [6].

Zastosowany w niniejszej pracy proces restrukturyzowania pozwolił otrzymać analogi truskawek o typowym intensywnym aromacie, smaku i barwie. Po 21-dniowym przechowywaniu zamrażalniczym zachowały one korzystny smak i zapach, a pogorszeniu uległy barwa i tekstura owoców, zwłaszcza w przypadku prób o największym udziale przecieru truskawkowego. W celu poprawy zabarwienia tego rodzaju produktów, należałoby rozważyć wprowadzenie dodatku inhibitora brązowienia, zaś dla polepszenia tekstury zwiększenie stężenia alginianu, co umożliwiłoby otrzymanie produktu o niskiej zawartości cukru i wysokiej zawartości wsadu owocowego. Wpływ rodzaju i stężenia hydrokoloidów oraz pozostałych składników na teksturę produktów restrukturyzowanych określano w wielu badaniach [5, 9]. Wyższą jakość w zakresie struktury fizycznej, cech sensorycznych oraz stabilności termicznej uzyskano stosując jako środki strukturotwórcze mieszaninę hydrokoloidów, np. alginianu i pektyn [6]. Alginian jako nośnik związków hamujących brązowienie zastosowano m.in. w technologii owoców mało przetworzonych [10].

Wnioski

1. Truskawki restrukturyzowane poddane zamrożeniu i rozmrożeniu cechowały się korzystnym smakiem i aromatem, zaś ich barwa i tekstura uległy pogorszeniu.
2. Owoce o największym udziale przecieru truskawkowego charakteryzowały się największymi zmianami jakościowymi po zamrażalniczym składowaniu i rozmrożeniu.

Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26 – 27.IX.2006

Literatura

- [1] Barylko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa 1975.
- [2] Ben-Zion O., Nussinovitch A.: Predicting the deformability modulus of multi-layered texturized fruit and gels. *Lebensm.-Wiss, u.-Technol.*, 1996, **29** (1-2), 129-134.

- [3] Clare K.: Algin. W: Industrial gums. Ed. R.L. Whistler, J.N. BeMiller, Academic Press, Inc., New York 1993, pp. 105-143.
- [4] Jankowski T.: Restrukturowane owoce i warzywa. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2000, **4**, 24-26.
- [5] Kaletunc G., Nussinovitch A., Peleg M.: Alginate texturization of highly acid fruit pulps and juices. J. Food Sci., 1990, **55** (6), 1759-1761.
- [6] Kelco technical bulletin F-83: structured foods with the algin/calcium reaction. Kelco Div. Of Merck & Co. Inc. Whitehouse Station, N. J., 1994.
- [7] Mancini F., McHugh T.H.: Fruit-alginate interaction in novel restructured products. Nahrung, 2000, **44** (3), 152-157.
- [8] Nussinovitch A., Jaffe N., Gillilov M.: Fractal pore-size distribution on freeze-dried agar-texturized fruit surfaces. Food Hydrocoll., 2004, **18**, 825-835.
- [9] Nussinovitch A., Peleg M.: Mechanical properties of a raspberry product texturized with alginate. J. Food Proces. Preserv., 1990, **14**, 267-278.
- [10] Rojas-Graü M.A., Tapia M.S., Rodriguez F.J., Carmona A.J., Martin-Belloso O.: Alginate and gelatin-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. Food Hydrocoll., 2007, **21**, 118-127.
- [11] Weiner G., Nussinovitch A.: Succulent, hydrocolloid-based, texturized grapefruit gels. Lebensm.-Wiss, u.-Technol., 1994, **27**, 394-399.

THE EFFECT OF FREEZING PROCESS ON QUALITY OF RESTRUCTURED STRAWBERRIES

S u m m a r y

Restructuring makes it possible to utilize less valuable raw material and waste products, providing them with an attractive form. Restructured products may be dried, frozen or heated. Restructured fruit is used as filling for pies and cakes, or additives for ice-creams, desserts or yoghurts.

The aim of the presented study was to determine the effect of the freezing process on the quality of restructured strawberries produced by internal setting. Products were subjected to sensory examination of colour, taste and aroma, and instrumental measurements of colour and texture, before freezing and after defrosting. Three groups of products were analyzed, differing in the content of fruit puree (66, 76, 86 g/100g) and sucrose (30, 20, 10 g/100g, respectively).

Quality of produced fruit depended on its composition (strawberry mash content). Taste and aroma in all samples, both before and after freezing, received high scores, apart from samples with the highest fruit puree content, in which taste and aroma, as well as colour and texture were found to deteriorate. The change in values of colour parameters (XYZ, L*a*b*) indicated slight darkening of samples and changes in the colour tone towards yellow, which was probably connected with enzymatic browning. On the basis of instrumental texture analysis it was found that hardness of fruits after defrosting was by 50% lower in comparison to original samples. In spite of these changes, products received good scores in sensory analysis of desirability, ranging from 3 to 5 points, depending on the fruit puree content.

Key words: strawberries, restructured fruit, alginate, freezing ☒