

OCENA JAKOŚCI PRZECIERÓW Z TRUSKAWEK ODMIANY 'ELSANTA'

Katarzyna Skupień, Barbara Wójcik-Stopczyńska
Akademia Rolnicza w Szczecinie

Streszczenie. Przedmiotem badań było określenie zmian jakościowych w świeżych, zamrożonych i przechowywanych przez 6 i 12 miesięcy przecierach z truskawek odmiany 'Elsanta'. Sporządzono 3 warianty homogenatów: bez cukru oraz z dodatkiem 5 i 10% cukru. Oznaczano w nich zawartość suchej masy, witaminy C i polifenoli ogółem oraz kwasowość ogólną. Ponadto w homogenatach świeżych i zamrożonych przez 2 dni, 6 i 12 miesięcy określono ogólną liczbę bakterii, drożdży i pleśni oraz miano *coli* i enterokoków. W czasie przechowywania zamrożonych homogenatów najmniejsze zmiany ilościowe zaobserwowano w zawartości suchej masy i kwasowości ogólnej a największe w zawartości witaminy C i polifenoli ogółem. W procesie zamrażania cukier działał ochronnie na mikroorganizmy, dlatego w homogenatach z dodatkiem 5 i 10% cukru występowała większa liczba bakterii, drożdży i pleśni niż w przecierze niesłodzonym. Świeżo zamrożone homogenaty odznaczały się nadmierną, w stosunku do wymagań, ilością pleśni i drożdży (tj. $> 5,0 \times 10^2$ jtk·g⁻¹). Natomiast po 6 miesiącach przechowywania we wszystkich homogenatach nie stwierdzono obecności drożdży, pleśnie występowały nielicznie, a większa liczba bakterii (10^3 jtk·g⁻¹) utrzymywała się jedynie w homogenatach z dodatkiem 10% cukru. Po 12 miesiącach składowania stan mikrobiologiczny wszystkich zamrożonych przecierów był do siebie zbliżony.

Słowa kluczowe: truskawka, homogenat świeży i mrożony, składniki odżywcze, jakość mikrobiologiczna

WSTĘP

Mrożenie truskawek w całości jest podstawowym sposobem przedłużenia czasu ich sprzedaży przez cały rok. W innych krajach, np. we Francji, oferta produktów truskawkowych obejmuje: truskawki w syropie (apertyzowane), syropy truskawkowe alkoholizowane, purée truskawkowe z dodatkiem cukru lub bez i purée truskawkowe z dodatkiem syropu truskawkowego (coulis de fraises). Wszystkie ww. produkty są dostępne nie tylko w opakowaniach szklanych (apertyzowane) lub w formie zamrożonej, ale także są sprzedawane w opakowaniach typu Tetra-Brik UTH [Piesiewicz i Wasiluk

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Katarzyna Skupień, Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska Akademii Rolniczej w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, e-mail: kskupien@agro.ar.szczecin.pl

2000]. W Szwajcarii z bardzo małych truskawek – wielkości wiśni – produkuje się truskawki suszone. Po zbiorze i odszypułkowaniu przecina się je na pół i suszy w niskiej temperaturze (35-36°C) przez 48 godzin, aby nie utraciły aromatu. Towar taki pakowany jest po 35 g w woreczki foliowe i sprzedawany [MM 1999].

W latach osiemdziesiątych można było kupić w Szczecinie mrożone przeciera (homogenaty) truskawkowe i malinowe, pakowane w pojemniki plastikowe o pojemności 250 ml z plastikowymi pokrywkami. Jednak, wraz z pogłębiającym się ogólnym kryzysem gospodarczym w tamtym okresie, znikły one z oferty handlowej. Mrożone purée truskawkowe jest atrakcyjnym pod względem organoleptycznym i dietetycznym produktem spożywczym oraz może stanowić dodatek do lodów, deserów, naleśników, makaronów i innych dań, zwłaszcza słodkich. Ze względu na sposób wykorzystania (krótki czas rozmrażania porcji produktu) można homogenaty zaliczyć do żywności wygodnej (ready to eat), o niewątpliwych walorach prozdrowotnych (witamina C, związki polifenolowe).

Celem przeprowadzonych badań było określenie zmian wybranych wskaźników fizykochemicznych i mikrobiologicznych w przecierach świeżych, zamrożonych oraz poddanych zamrażalnictwu przechowywaniu.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły truskawki odmiany 'Elsanta' pochodzące z plantacji towarowej, zlokalizowanej w pobliżu Szczecina, ze zbiorów roku 2002. Zabiegi uprawowe i ochrony roślin na plantacji były prowadzone zgodnie z zaleceniami dla tego gatunku. Owoce zebrano w fazie dojrzałości konsumpcyjnej i, po umyciu oraz odszypułkowaniu, homogenizowano je w urządzeniu Zelmer typ 875, wyposażonym w czaszę ochronną, zabezpieczającą przed nadmiernym napowietrzaniem rozdrabnianego produktu. Przygotowano trzy następujące warianty przecierów: bez dodatku cukru (wariant kontrolny), z 5-procentowym i 10-procentowym dodatkiem cukru białego (sacharoza spożywcza). Następnie homogenatem napełniano pudełka z pokrywkami przeznaczone do zamrażania żywności (PP, Rubbermaid typ 1575, 0,5 l) i zamrażano w temperaturze $-25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Dla każdego wariantu przyjęto dwa powtórzenia. W homogenatach świeżych, przechowywanych przez 6 i 12 miesięcy w stanie zamrożonym oraz do badań rozmrażanych sposobem podanym przez Małolepszy [1985] oznaczano następujące parametry fizykochemiczne: zawartość suchej masy metodą suszarkową [Krełowska-Kułas 1993], kwasowość ogólną potencjometrycznie [PN-90/A-75101/04] z wykorzystaniem pehametru Orion 720 A, zawartość witaminy C jodometrycznie [Sapożnikova i Dorofiejewa 1966] oraz zawartość polifenoli ogółem spektrofotometrycznie przy długości fali 760 nm [Official methods... 1960] z zastosowaniem odczynnika Folin-Ciocalteu, wobec kwasu galusowego jako wzorca. Oznaczenia fizykochemiczne wykonywano w dwóch powtórzeniach, a uzyskane wyniki poddano analizie wariancji dwuczynnikowej (I czynnik – dodatek cukru, II czynnik – okres przechowywania mrozonek) w układzie kompletnej randomizacji. Istotność różnic pomiędzy średnimi oznaczano za pomocą półprzedziałów ufności Tukeya dla poziomu istotności $p = 0,05$.

Homogenaty świeże, zamrożone (w drugim dniu po zamrożeniu) oraz przechowywane w stanie zamrożenia przez 6 i 12 miesięcy poddano również ocenie mikrobiologicznej. Próby do badań pobierano i przygotowywano zgodnie z zaleceniami

PN-90/A75052/04. Analiza mikrobiologiczna materiału badawczego obejmowała następujące oznaczenia:

- ogólną liczbę bakterii tlenowych mezofilnych – na agarze wzbogaconym z dodatkiem glukozy [PN-90/A75052/05];
- liczbę drożdży i grzybów pleśniowych – na agarze z ekstraktem drożdżowym, glukozą i chloramfenikolem [PN-90/A75052/08];
- miano pałeczek z grupy *coli* – w płynnym podłożu z żółcią i zielenią brylantową [PN-90/A75052/11];
- miano enterokoków – w płynnym podłożu z azydkiem sodowym i fioletem krystalicznym [PN-90/A75052/13].

Powyższe wskaźniki oznaczono też dla cukru białego, który był dodawany do homogenatów. Wyniki badań mikrobiologicznych podano jako średnią z trzech powtórzeń, wyrażając liczbę drobnoustrojów w jednostkach tworzących kolonie w odniesieniu do 1 g homogenatu ($\text{jtk} \cdot \text{g}^{-1}$).

WYNIKI I DISKUSJA

Dodatek cukru spowodował oczywiste i statystycznie istotne różnice w zawartości suchej masy pomiędzy wariantami przygotowanych homogenatów (tab. 1). Po 6 miesiącach przechowywania mrożonek, we wszystkich wariantach odnotowano niewielki wzrost zawartości suchej masy, a po kolejnych 6 miesiącach nastąpił jej spadek. W bilansie całego roku największa ususzka wystąpiła w wariacie z 5-procentowym dodatkiem cukru (4,9%), w wariacie z 10-procentowym dodatkiem cukru wynosiła ona 3,5%, a najmniejszą odnotowano w wariacie bez dodatku cukru (2,5%). Uzyskane wyniki wskazują na możliwość migracji wody przez zastosowane opakowania w obu kierunkach. Ponieważ jednak obserwowane ubytki w wartościach bezwzględnych nie są wysokie i według wzrastającego stężenia sacharozy wynoszą odpowiednio: 0,23, 0,68 i 0,64%, to pudełka Rubbermaid można uznać za opakowania przydatne do przechowywania mrożonych homogenatów owocowych. Kmiecik i in. [2000], po 12 miesiącach przechowywania mrożonych truskawek odmiany 'Dukat' w pudełkach polietylenowych o podobnej pojemności (wariant kontrolny), stwierdzili wzrost zawartości suchej masy o 0,32%, co jest wartością zbliżoną do zmian obserwowanych w niniejszym doświadczeniu (wariant z 10-procentowym dodatkiem cukru po 6 miesiącach składowania).

Dodatek cukru do homogenatów spowodował statystycznie istotne obniżenie w masie próbki udziału kwasów ogółem, polifenoli ogółem i witaminy C (tab. 1 i tab. 2).

Kwasowość homogenatu wyjściowego była niższa ($0,76 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) niż truskawek badanych przez Nunesa i in. [1995] – $0,97 \div 1,12 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Natomiast Sturm i in. [2003] stwierdzili znacznie szerszy zakres kwasowości w badanych przez siebie odmianach truskawek (od 0,5 do $10,9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Wynik ten autorzy uzyskali poprzez zsumowanie oznaczeń ilościowych metodą HPLC dla kwasu cytrynowego, winowego, szikimowego i fumarowego. W przeprowadzonym doświadczeniu, w czasie składowania mrożonek przez 12 miesięcy, nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości kwasów ogółem w żadnej z badanych kombinacji. Kwasowość ogólna była najbardziej stabilnym spośród analizowanych parametrów fizykochemicznych (tab. 1). Podobnie Kmiecik i in. [2000] w truskawkach odmiany 'Dukat', przechowywanych

Tabela 1. Średnia zawartość suchej masy i kwasu w świeżych i mrożonych (po 6 i 12 miesiącach przechowywania) homogenatach z truskawek odmiany 'Elsanta' z różnym dodatkiem cukru (0, 5 i 10%)

Table 1. Average dry weight content and total acidity of fresh (0) and frozen (after 6 and 12 months of cold storage) strawberry homogenate cv 'Elsanta' with different sugar supplement (0, 5 and 10%)

Dodatek sacharozy Saccharose supplement %	Sucha masa – Dry weight %				Kwasowość* – Acidity* g·100 g ⁻¹			
	okres przechowywania, miesiące storage time, months				okres przechowywania, miesiące storage time, months			
	0	6	12	\bar{x}	0	6	12	\bar{x}
0	9,15	9,32	8,92	9,13	0,76	0,75	0,77	0,76
5	13,90	13,99	13,22	13,70	0,72	0,73	0,72	0,72
10	18,33	18,62	17,69	18,20	0,69	0,68	0,67	0,68
\bar{x}	13,79	13,98	13,28	–	0,72	0,72	0,72	–
NIR _{0,05} I – LSD _{0,05} I	0,303				0,009			
NIR _{0,05} II – LSD _{0,05} II	0,303				r.n. – n.s.			
NIR _{0,05} I×II – LSD _{0,05} I×II	r.n. – n.s.				0,023			

*Kwasowość w przeliczeniu na kwas cytrynowy.

r.n. – różnica nieistotna.

*Acidity expressed as citric acid.

n.s. – not significant.

w temp. –30°C przez 12 miesięcy, zaobserwowali minimalny wzrost kwasowości (1,02 g kwasu cytrynowego·100 g⁻¹) w stosunku do owoców świeżych (1,00 g kwasu cytrynowego·100 g⁻¹). Sahari i in. [2004] w truskawkach odmiany 'Kordestan' mrożonych w całości, w ciągu 3 miesięcy składowania w temp. –24°C odnotowali spadek kwasowości z 1,22 do 1,14 g kwasu cytrynowego·100 g⁻¹.

Stosunek cukrów do kwasów kształtuje smakowość owoców i ich przetworów. Najwyższą ocenę za smak w stanie świeżym oraz po 6 i 12 miesiącach zamrażalniczego przechowywania uzyskał homogenat z 5-procentowym dodatkiem cukru, a najniżej był oceniony wariant bez dodatku cukru (dane niezamieszczone).

W ciągu pierwszych 6 miesięcy przechowywania zawartość polifenoli ogółem uległa istotnemu zmniejszeniu we wszystkich wariantach homogenatów (tab. 2). Najmniejsze zmiany wystąpiły w homogenacie bez cukru (o 11,2%), a wyższe i zbliżone do siebie zaobserwowano w wariantach słodzonych (z dodatkiem 5 oraz 10% cukru spadek odpowiednio o 14,1 i 14,2%). Po kolejnych 6 miesiącach w homogenacie bez cukru i z 5-procentowym dodatkiem cukru odnotowano zwiększenie zawartości polifenoli (zostały przekroczone wartości początkowe), natomiast w wariantach z 10-procentowym dodatkiem cukru nastąpiło dalsze zmniejszenie się zawartości związków polifenolowych (o 9%). We wcześniej prowadzonych badaniach [Skupień i Jakubowska 2004], w których oceniano zawartość polifenoli w truskawkach tej samej odmiany, lecz mrożonych w całości, stwierdzono znaczący spadek zawartości polifenoli w ciągu pierwszych

Tabela 2. Średnia zawartość polifenoli ogółem i witaminy C w świeżych i mrożonych (po 6 i 12 miesiącach przechowywania) homogenatach z truskawek odmiany 'Elsanta' z różnym dodatkiem cukru (0, 5 i 10%)

Table 2. Average total polyphenol and vitamin C content of fresh (0) and frozen (after 6 and 12 months of cold storage) strawberry homogenate cv 'Elsanta' with different sugar supplement (0, 5 and 10%)

Dodatek sacharozы Saccharose supplement %	Polifenole ogółem Total polyphenol mg·100 g ⁻¹				Witamina C – Vitamin C mg·100 g ⁻¹			
	okres przechowywania, miesiące storage time, months				okres przechowywania, miesiące storage time, months			
	0	6	12	\bar{x}	0	6	12	\bar{x}
0	373,8	331,8	385,7	363,7	62,5	53,5	51,5	55,8
5	379,6	325,6	383,2	362,8	60,5	51,0	49,3	53,8
10	357,9	307,6	280,0	315,2	56,2	46,9	46,9	50,0
\bar{x}	370,4	349,6	321,6	–	59,7	50,5	49,2	–
NIR _{0,05} I – LSD _{0,05} I	27,46				1,01			
NIR _{0,05} II – LSD _{0,05} II	27,46				1,01			
NIR _{0,05} I×II – LSD _{0,05} I×II	67,41				r.n. – n.s.			

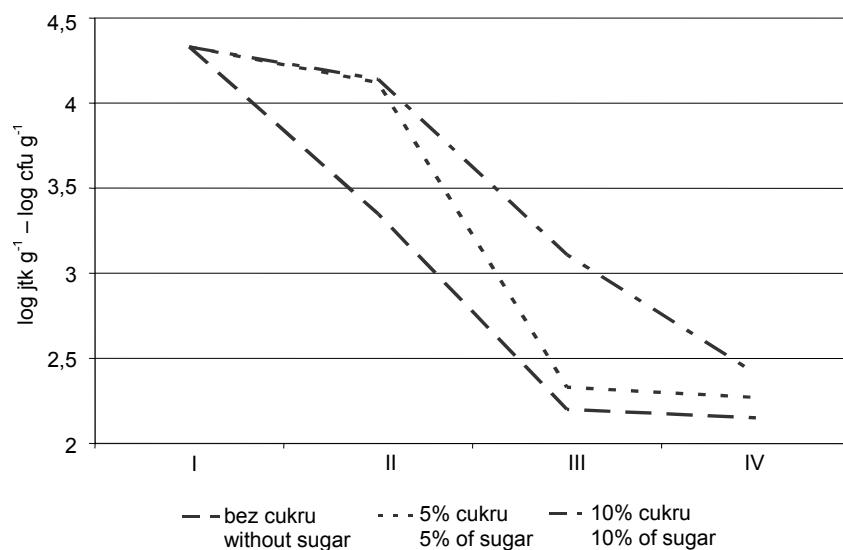
r.n. – różnica nieistotna.
n.s. – not significant.

4 miesięcy składowania (o 66%), a po następnych 4 miesiącach dalsze zmniejszenie się ich zawartości (o 10%). W porównaniu z tymi wynikami podobny kierunek miały zmiany odnotowane w homogenacie z 10-procentowym dodatkiem cukru, ale ilościowe ubytki były znacznie mniejsze. Zaobserwowane zmiany związków polifenolowych są trudne do jednoznacznego zinterpretowania. Wrolstad i Skrede [1990] podają, że oddziaływanie cukrów na antocyjany (jedna z grup polifenoli) jest oceniane na ogół pozytywnie, ponieważ ich obecność hamuje tworzenie się brunatnych polimerów. Stasiak i in. [1998] oceniają, że 13-procentowy udział sacharozы nie ma większego znaczenia dla stabilności antocyjanów w napojach i sokach owocowych, natomiast wpływ wysokiego stężenia cukru (65%) w syropach jest wyraźnie pozytywny. Häkkinen i Törrönen [2000] podają, że w czasie przechowywania truskawek, zwłaszcza przez kilka miesięcy, możliwy jest zarówno wzrost, jak i spadek zawartości poszczególnych związków polifenolowych.

Zawartość witaminy C stwierdzona w świeżym homogenacie bez cukru (62,5 mg·100 g⁻¹) odpowiadała wartościom uzyskanym dla truskawek świeżych badanych przez Hakalę i in. [2003] – 32,4-84,7 mg·100 g⁻¹ oraz Cordenunsiego i in. [2003] – 44-62 mg·100 g⁻¹. Największy spadek zawartości witaminy C stwierdzono w ciągu pierwszych 6 miesięcy zamrażalniczego przechowywania przecierów truskawkowych (tab. 2). Wynosił on 16,2% w wariancie z 10-procentowym dodatkiem cukru, 15,7% w wariancie z 5-procentowym dodatkiem cukru i 14,4% w homogenacie bez cukru. Palich i Puksza [2001] odnotowali spadek zawartości witaminy C w wysokości 24% po

5 miesiącach przechowywania truskawek mrożonych w całości, w temp. -18°C . Dalsze przechowywanie homogenatów, w niniejszym doświadczeniu, spowodowało już tylko nieznaczne zmniejszenie zawartości witaminy C w wariantach bez cukru i z 5-procentowym dodatkiem cukru (odpowiednio o 3,7 i 3,3%). Natomiast w przecierze z 10-procentowym dodatkiem cukru nie obserwowano zmian w zawartości witaminy C. W bilansie rocznym składowania homogenatów najmniejszy ogólny ubytek witaminy C był odnotowany w wariantach z 10-procentowym dodatkiem cukru (16,2%), co jest zgodne z obserwacjami Grudy i Postolskiego [1999], dotyczącymi ochronnej roli sacharozy wobec witaminy C w owocach mrożonych. Takiej zależności nie stwierdzono jednak dla przecieru z 5-procentowym dodatkiem cukru, gdyż straty witaminy C były w nim największe (19%).

Na rysunku 1 oraz w tabeli 3 zamieszczono wyniki badań mikrobiologicznych. Wskazują one, że w świeżo otrzymanym homogenacie ogólna liczba bakterii mezofilnych tlenowych wynosiła $3,3 \times 10^4$ jtk $\cdot\text{g}^{-1}$, liczba pleśni i drożdży miała poziom odpowiednio $6,02 \times 10^2$ oraz $1,54 \times 10^4$ jtk $\cdot\text{g}^{-1}$, a miano *coli* i enterokoków wynosiło powyżej 0,1. Wartości te przyjęto jako wyjściowe zarówno dla przecierów bez cukru, jak i słodzonych. Dodatek cukru nie wpływał bowiem na zmianę ilości drobnoustrojów, gdyż zgodnie z danymi przytaczanymi przez Burbiankę i in. [1983] nie stwierdzono w nim (w 1 g) obecności pleśni, drożdży oraz bakterii z grupy *coli* i enterokoków, a ogólna liczba bakterii była niższa od 10 jtk $\cdot\text{g}^{-1}$.



Rys. 1. Zmiany ogólnej liczby bakterii w przecierze świeżym – I i zamrożonym: 2 dni – II, 6 miesięcy – III i 12 miesięcy – IV

Fig. 1. Changes of total count of bacteria in fresh homogenate – I and after freezing: 2 days – II, 6 months – III, 12 months – IV

Tabela 3. Liczba grzybów pleśniowych i drożdży w świeżym oraz zamrożonym homogenacie z truskawek

Table 3. Total count of moulds and yeasts in raw and frozen strawberry homogenate

Termin oceny Determination date	Liczba pleśni, jtk·g ⁻¹ Count of moulds, cfu·g ⁻¹			Liczba drożdży, jtk·g ⁻¹ Count of yeasts, cfu·g ⁻¹			Miano <i>coli</i> i enterokoków Titre of coliforms and enerococci
	a	b	c	a	b	c	a, b, c
Homogenat świeży Fresh homogenate	6,02 × 10 ²			1,54 × 10 ⁴			> 0,1
2 dni po zamrożeniu 2 days after freezing	3,71 × 10 ² (61,5)*	5,00 × 10 ² (83,1)	5,75 × 10 ² (95,5)	4,30 × 10 ³ (27,9)	6,35 × 10 ³ (41,2)	6,30 × 10 ³ (40,9)	> 0,1 dla wszystkich homoge- natów for all homo- genates
6 miesięcy po zamrożeniu 6 months after freezing	1,50 × 10 ¹ (2,5)	0,60 × 10 ¹ (1,0)	0,80 × 10 ¹ (1,3)	nbc absent	nbc absent	nbc absent	
12 miesięcy po zamrożeniu 12 months after freezing	nbc absent	0,50 × 10 ¹ (0,8)	0,50 × 10 ¹ (0,8)	nbc absent	nbc absent	nbc absent	

a – homogenat bez cukru; b – dodatek cukru 5%; c – dodatek cukru 10%.

nbc – nieobecne.

*W nawiasach podano % przeżycia drobnoustrojów w stosunku do stanu w świeżym homogenacie.

a – homogenat bez cukru; b – z dodatkiem 5% cukru; c – z dodatkiem 10% cukru.

*There is % of survival rate in brackets.

Badania wykazały, że proces zamrażania przecierów spowodował redukcję liczby drobnoustrojów, przy czym w warunkach doświadczenia stopień zmian był uzależniony od grupy mikroorganizmów oraz rodzaju homogenatu. Zmniejszenie ilości bakterii, drożdży i pleśni było zróżnicowane, ale bardziej efektywne w przecierach niesłodzonych. Po dwóch dniach od zamrożenia, w produkcie bez cukru ogólna liczba bakterii (rys. 1) obniżyła się o 0,8 rzędu w skali logarytmicznej, z $3,3 \times 10^4$ do $3,5 \times 10^3$ jtk·g⁻¹, a więc przeżywalność wyniosła 10,6%. W homogenatach słodzonych przeżycie bakterii było większe – w wariacie z dodatkiem 5% cukru pozostało ich w stosunku do stanu wyjściowego 36,4% (tj. $1,2 \times 10^4$ jtk·g⁻¹), a przy 10-procentowym dodatku cukru 42,4% (a więc $1,4 \times 10^4$ jtk·g⁻¹). Po półrocznym zamrażalniczym składowaniu przecieru bez cukru oraz z 5-procentowym dodatkiem cukru ilość bakterii obniżyła się do poziomu 10² jtk·g⁻¹ (przeżywalność nie przekraczała 1%), natomiast w produkcie z udziałem 10% cukru redukcja ilości bakterii była mniejsza – do 10³ jtk·g⁻¹ (przeżywalność wynosiła 3,5%). Podczas dalszych 6 miesięcy przechowywania, zmiany liczby bakterii w homogenacie niesłodzonym oraz z 5-procentowym dodatkiem cukru były z kolei nieznaczne, a w produkcie z 10-procentowym udziałem cukru nastąpiło zmniejszenie ilości bakterii o kolejny rząd w skali logarytmicznej. Po upływie roku we wszystkich zamrożonych homogenatach ogólna liczba bakterii kształtowała się więc na poziomie 10² jtk·g⁻¹.

Przeżywalność drożdży w procesie zamrażania przecierów słodzonych wynosiła 41,2 oraz 40,9%, odpowiednio w wariancie z 5- i 10-procentowym dodatkiem cukru (tab. 3). W homogenacie bez cukru liczba drożdży zmniejszyła się natomiast z $1,54 \times 10^4$ do $4,30 \times 10^3$ jtk·g⁻¹, a więc o 73%. Najmniejsze zmiany, w porównaniu z przeżywalnością bakterii i drożdży, odnotowano w ilości grzybów pleśniowych, gdyż po zamrożeniu pozostało ich w przecierze bez cukru 61,5%, a w produktach z dodatkiem 5 i 10% cukru odpowiednio 83,6 oraz 96,3%. W czasie przechowywania zamrożonych homogenatów następowała dalsza redukcja ilości drożdży i pleśni, przy czym była ona bardziej dynamiczna w pierwszym okresie składowania, w wariantach z dodatkiem cukru. Dlatego po upływie 6 miesięcy przechowywania we wszystkich homogenatach (w 1 g) nie stwierdzono obecności drożdży, a grzyby pleśniowe występowały nielicznie. Po dalszych 6 miesiącach składowania zamrożonych przecierów pojedyncze grzyby pleśniowe pozostały tylko w homogenatach słodzonych.

Stan mikrobiologiczny owoców homogenizowanych mrożonych w opakowaniach niehermetycznych reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia [2003], zgodnie z którym w produktach tych akceptowana wartość progowa dla liczby pleśni i drożdży wynosi $5,0 \times 10^2$ jtk·g⁻¹. Rozporządzenie... [2003] określa też ogólną liczbę bakterii w owocach mrożonych, która nie powinna przekraczać poziomu 10^5 jtk·g⁻¹. Zgodnie z wymaganiami odbiorców zagranicznych, przytaczanymi przez Białasiewicz i Królasik [2000], w mrożonych truskawkach ogólna liczba drobnoustrojów nie powinna być większa niż 10^5 jtk·g⁻¹, a ilość drożdży i pleśni, w zależności od kraju, nie może przekraczać 10^3 lub 10^4 jtk·g⁻¹. Porównanie wskaźników mikrobiologicznych homogenatów otrzymanych w pracy z podanymi standardami wskazuje, że tuż po zamrożeniu wszystkie przecieri z truskawek odznaczały się nadmiernym zanieczyszczeniem przez drożdże i grzyby pleśniowe. Badania zamrożonych truskawek pochodzących z różnych krajowych chłodni [Białasiewicz i Królasik 2000, Kordowska-Wiater i in. 2002] również dowodzą, że część ocenianych prób odznaczała się dużą liczbą drożdży ($> 10^3$ jtk·g⁻¹) oraz pleśni (do $2,0 \times 10^5$ jtk·g⁻¹).

W literaturze zaznacza się, że jakość mikrobiologiczna mrożonek zależy od stanu wyjściowego surowca [Białasiewicz i Królasik 1999] oraz od efektywności procesu zamrażania [Majczyna i Białasiewicz 2001]. Na stopień przeżycia drobnoustrojów wpływa wiele czynników (m.in. warunki zamrażania, rodzaj i właściwości surowca, charakter mikroflory), a mechanizm ich oddziaływania nie zawsze jest do końca poznany [Gruda i Postolski 1999]. Dlatego wyniki otrzymywane przez badaczy są zróżnicowane, a niekiedy sprzeczne [Majczyna i Białasiewicz 2001]. Stwierdzona w niniejszej pracy redukcja liczby bakterii w procesie zamrożenia homogenatów truskawkowych była mniejsza niż zaobserwowana przez Steinkę i Stankiewicz [2004] w zamrażanych homogenatach aloesowych (o 1,4 i 1,6 log jtk·g⁻¹). Redukcja liczby bakterii i drożdży odnotowana w homogenacie bez cukru (odpowiednio do 10,7 i 27,9% stanu początkowego) była natomiast zbliżona do wartości podawanych przez Grudę i Postolskiego [1999] dla zamrażanych (w -30°C) malin, jagód i czarnych porzeczek oraz całych, płukanych truskawek. Także zmniejszenie liczby drobnoustrojów odnotowane w czasie przechowywania zamrożonych homogenatów (niesłodzonego i z 5-procentowym dodatkiem cukru) potwierdza doniesienia tych autorów, że w mrożonych owocach, po kilku miesiącach składowania, liczba bakterii, drożdży i pleśni nie przekracza 1,5% wartości wyjściowych. Wykazana lepsza przeżywalność bakterii, pleśni i drożdży w homogenatach z dodatkiem cukru jest zgodna z wynikami badań wskazującymi, że

sacharydy zarówno proste, jak i złożone zwiększają odporność komórek mikroorganizmów na zamrażanie [Kuźmińska 1985, Majczyna i Białasiewicz 2001].

WNIOSKI

1. W czasie 12-miesięcznego przechowywania zamrożonych homogenatów z truskawek odmiany 'Elsanta' najmniejsze zmiany ilościowe obserwowano w zawartości suchej masy i kwasowości ogólnej.

2. Największy spadek zawartości witaminy C nastąpił w czasie pierwszych 6 miesięcy przechowywania przecierów, a ochronne oddziaływanie sacharozy na witaminę C stwierdzono dla wariantu z 10-procentowym dodatkiem cukru.

3. W zawartości związków polifenolowych obserwowano zróżnicowane zmiany. Początkowo we wszystkich wariantach odnotowano zmniejszenie ich zawartości ogółem. Po kolejnych 6 miesiącach w wariantach bez cukru i z 5-procentowym jego dodatkiem nastąpiło zwiększenie, a w wariantach z 10-procentowym dodatkiem cukru dalsze zmniejszenie zawartości tych związków.

4. W procesie zamrażania cukier działał ochronnie na mikroorganizmy, dlatego w homogenatach z dodatkiem 5 i 10% cukru występowała większa ilość bakterii ($1,2-1,4 \times 10^4$ jtk·g⁻¹), drożdży ($6,30-6,35 \times 10^3$ jtk·g⁻¹) i pleśni ($5,0-5,75 \times 10^2$ jtk·g⁻¹) niż w przecierze niesłodzonym (zawierał on tych drobnoustrojów odpowiednio $3,5 \times 10^3$; $4,3 \times 10^3$ oraz $3,71 \times 10^2$ jtk·g⁻¹). Świeżo zamrożone homogenaty odznaczały się nadmierną, w stosunku do wymagań, ilością pleśni i drożdży.

5. Po 6 miesiącach przechowywania we wszystkich homogenatach nie stwierdzono obecności drożdży, pleśnie występowały nielicznie, a większa liczba bakterii (10^3 jtk·g⁻¹) utrzymywała się jedynie w homogenatach z dodatkiem 10% cukru. Po 12 miesiącach składowania stan mikrobiologiczny wszystkich zamrożonych przecierów był do siebie zbliżony.

PIŚMIENNICTWO

- Białasiewicz D., Królasik J., 2000. Porównanie jakości mikrobiologicznej mrożonych truskawek z wymaganiami zagranicznych odbiorców. *Przem. Ferment. Owoc.-Warz.* 6, 33-35.
- Białasiewicz D., Królasik J., 1999. Wpływ procesu technologicznego na jakość mikrobiologiczną mrożonej fasoli szparagowej. *Żywność.* 4 (21), 96-104.
- Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H., 1983. *Mikrobiologia żywności.* PZWL Warszawa.
- Cordenunsi B.R., Nascimento J.R.O., Lajolo F.M., 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 83, 167-173.
- Gruda Z. Postolski J., 1999. *Zamrażanie żywności.* WNT Warszawa.
- Hakala M., Lapveteläinen A., Huopalahti R., Kalio H., Tahvonon R.M., 2003. Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. *J. Food Comp. Anal.* 16, 67-80.
- Häkkinen S.H., Törrönen A.R., 2000. Content of flavonols and selected phenolic in strawberries and Vaccinium species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res. Int.* 33, 517-524.
- Kmieciak W., Jaworska G., Lisiewska Z., 2000. Effect of sucrose, L-ascorbic acid and pectin on the quality of frozen strawberries. *EJPAU Ser. Food Sci. Technol.* 3 (2), www.ejpau.media.pl.

- Kordowska-Wiater M., Sosnowska B., Waško A., Janas P., 2002. Ocena jakości mikrobiologicznej wybranych mrożonych owoców jagodowych. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość.* 4 (33), 117-126.
- Krełowska-Kułas M., 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa.
- Kuźmińska M., 1985. Wpływ procesu zamrażania na przeżywalność drobnoustrojów w mrożonej żywności. *Chłodnictwo* 20 (8), 20-23.
- Majczyna D., Białasiewicz D., 2001. Przeżywalność drobnoustrojów w niskich temperaturach. *Chłodnictwo* 36 (5), 45-48.
- Małolepszy B., 1985. Określenie strat jakości truskawek od momentu zbioru do zamrożenia oraz w czasie przechowywania w stanie zamrożonym. *Chłodnictwo* 20 (6), 19-20.
- MM., 1999. Suszone truskawki. *Hasło Ogrod.* 10, 22.
- Nunes M.C.N., Brecht J.K., Morais A.M.M.B., Sargent S.A., 1995. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biol. Tech.* 6, 17-28.
- Official methods of analysis of A.O.A.C. 1960. Wyd. W. Horwitz. Washington DC.
- Palich P., Puksza T., 2001. Zmiany zawartości witaminy C mrożonych warzyw i owoców w czasie przechowywania. *Chłodnictwo* 36 (7), 43-45.
- Piesiewicz H., Wasiluk M., 2000. Miss truskawka. *Prze. Piek. Cukier.* 6, 50-53.
- PN-90/A-75052/04. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Sposób pobierania i przygotowania prób do badań mikrobiologicznych.
- PN-90/A-75052/05. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczanie obecności i liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych i psychrofilnych.
- PN-90/A-75052/08. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczanie liczby drożdży i pleśni.
- PN-90/A-75052/11. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczanie obecności, miana i najbardziej prawdopodobnej liczby pałeczek z grupy *coli*.
- PN-90/A-75052/13. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczanie obecności enterokoków.
- PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 13.01.2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. *Dz. U. z dnia 04.03.2003 r. nr 37 poz. 326, zał. 7.*
- Sahari M.A., Boostani M.F., Hamidi Z.E., 2004. Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. *Food Chem.* 86, 357-363.
- Sapożnikova E.V., Dorofiejewa L.S., 1966. Opred'elenie količestva askorbinovoj kisloty v okrašennych rast'ennych ekstraktach iodometričeskim metodom. *Konserv. Ovocsesus. Prom.* 5, 29-31.
- Skupień K., Jakubowska B., 2004. Porównanie parametrów chemicznych świeżych i mrożonych owoców wybranych odmian truskawek. *Folia Univ. Agric. Stetin., Sci. Alim.* 238 (3), 115-120.
- Stasiak A., Pawlak M., Sosnowska D., Wilska-Jeszka J., 1998. Szybkość degradacji barwników antocyjanowych i kwasu askorbinowego w roztworach o różnym stężeniu sacharozy. *Przem. Ferment. Owoc.-Warz.* 12, 26-34.
- Steinka I., Stankiewicz J., 2004. Ocena wpływu mrożenia aloesu na mikroflorę pozyskiwanej pulpy. *Post. Mikrobiol. Supl.* 43, 499.
- Sturm K., Koron D., Stampar F., 2003. The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chem.* 83, 417-422.
- Wrolstad R.E., Skrede G., 1990. Influence of sugar on anthocyanins pigment stability in frozen strawberries. *J. Food Sci.* 55, 1064.

QUALITY ESTIMATION OF 'ELSANTA' CULTIVAR STRAWBERRY HOMOGENATES

Abstract. The objective of the study was to determine quality changes of fresh and frozen (after 6 and 12 months) 'Elsanta' cv strawberry homogenates. There were 3 variants of purée prepared: without sugar, with 5% and 10% sugar supplement. Dry weight, vitamin C, total polyphenol and total acidity were determined. Further both in fresh and frozen homogenates (after 2 days, 6 and 12 months) total count of bacteria, yeasts and moulds as well as coliform and enterococci titre were estimated. During freeze-storage of pureé the least quantitative alternations were found for dry weight and total acidity whereas the highest for vitamin C and total polyphenol content. Protective effect of sugar towards microorganisms was observed in the process of freezing. It was reflected in higher bacteria, yeast and mold counts in homogenates with 5 and 10% of sugar supplement compared to non-sugar variant. Freshly frozen homogenates showed excessive – compared to the requirements – mold and yeast counts ($> 5 \times 10^2$ cfu·g⁻¹) whereas after 6 months of storage in all the homogenates no yeasts were found, the molds were sparse and higher bacteria count (10^3 cfu·g⁻¹) was noticed only in 10% of sugar supplement variant. After 12 months microbiological status of all the frozen purée was similar.

Key words: strawberry, fresh and frozen homogenate, nutritive constituents, microbiological quality

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 6.09.2005 r.

Do cytowania – For citation: Skupień K., Wójcik-Stopczyńska B., 2005. Ocena jakości przecierów z truskawek odmiany 'Elsanta'. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 4(2), 25-35.