

KATARZYNA SKUPIEŃ, BARBARA WÓJCIK-STOPCZYŃSKA

## OCENA JAKOŚCI PRZECIERÓW Z TRUSKAWEK ODMIANY KENT

### Streszczenie

Celem badań było określenie zmian wybranych składników chemicznych oraz wskaźników mikrobiologicznych w świeżych, zamrożonych i przechowywanych przez 6 i 12 miesięcy przecierach z truskawek odmiany Kent. 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 oraz zamrożonych i przechowywanych przez 2 dni, 6 i 12 miesięcy określano ogólną liczbę bakterii, drożdży i pleśni oraz miano coli i enterokoków.

W okresie 12-miesięcznego przechowywania zamrożonych przecierów najmniejszym zmianom ilościowym uległa zawartość suchej masy i kwasowość ogólna, a największe ubytki dotyczyły zawartości witaminy C. Zawartość witaminy C najbardziej zmniejszyła się w czasie pierwszych 6 miesięcy przechowywania przecierów. Dodatek cukru nie wpływał na zmiany zawartości witaminy C w przecierach przechowywanych zamrażalniczo. Nie stwierdzono również istotnego wpływu dodatku cukru ani czasu przechowywania na zmiany zawartości związków polifenolowych. W procesie zamrażania i zamrażalniczego przechowywania cukier działał ochronnie na mikroorganizmy, dlatego w homogenatach z dodatkiem 5 i 10% cukru występowała większa liczba bakterii mezofilnych, drożdży i pleśni niż w przecierze niesłodzonym. Wszystkie świeżo zamrożone homogenaty odznaczały się stosunkowo niską liczbą bakterii (na poziomie  $10^3$  jtk·g<sup>-1</sup>), natomiast znacznym zanieczyszczeniem przez grzyby pleśniowe i drożdże ( $>10^3$  jtk·g<sup>-1</sup>). Po 6 miesiącach przechowywania w homogenatach pozostała praktycznie szczątkowa mikroflora grzybowa, a liczba bakterii obniżyła się do poziomu  $10^1$  jtk·g<sup>-1</sup> w wariantcie niesłodzonym oraz  $10^2$  jtk·g<sup>-1</sup> w produktach z dodatkiem cukru.

**Słowa kluczowe:** truskawka, przecier, składniki odżywcze, jakość mikrobiologiczna

### Wstęp

Truskawki są cennym źródłem kwasu askorbinowego, związków polifenolowych i spośród owoców mają jedną z najwyższych aktywności przeciwutleniających.

---

*Dr inż. K. Skupień, dr inż. B. Wójcik-Stopczyńska, Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Akademia Rolnicza, ul. J. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin*

Właściwości antyoksydacyjne i przeciwnowotworowe truskawek zostały szeroko omówione w pracy przeglądowej Hannum [10]. Puupponen-Pimiä i wsp. [23] wskazują również na antymikrobiologiczną aktywność owoców jagodowych, w tym truskawek, zwłaszcza w stosunku do bakterii z rodzajów *Salmonella* i *Staphylococcus*. Podobnie, jak inne owoce, truskawki mogą być spożywane na surowo, co jest bardzo korzystne dla konsumentów. W tej postaci mają one bowiem najwyższą wartość odżywczą, natomiast procesy przetwórcze zwykle ją obniżają [4]. Jednakże z drugiej strony, świeże truskawki mają bardzo krótki okres przydatności do spożycia ('shelf life') i ich przetwarzanie pozwala na przedłużenie podaży tych cennych owoców poza krótki sezon ich zbioru.

Mrożenie truskawek w całości jest podstawowym sposobem przedłużenia ich podaży przez cały rok. W latach 80. XX w. w sklepach dostępne były mrożone przeciery (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 sensorycznym 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 gotowej do spożycia ('ready to eat'), o niewątpliwych walorach prozdrowotnych (witamina C, związki polifenolowe).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku cukru oraz zamrażania i zamrażalniczego przechowywania na zmiany wybranych składników chemicznych i wskaźników mikrobiologicznych w przecierach z truskawek odmiany Kent.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły truskawki odmiany Kent pochodzące z plantacji towarowej zlokalizowanej w pobliżu Szczecina, ze zbiorów 2005 roku. 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 czasę ochronną, zabezpieczającą przed nadmiernym napowietrzaniem rozdrabnianego produktu. Przygotowano trzy warianty przecierów: bez dodatku cukru (wariant kontrolny) oraz z 5 i 10% dodatkiem cukru białego (sacharoza spożywcza). Homogenaty pakowano do pojemników plastikowych z pokrywkami, przeznaczonych do zamrażania żywności (PP, Rubbermaid typ 1575, 0,5 l), i zamrażano w temp.  $-25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Każdy wariant wykonano w dwóch powtórzeniach. W przecierach świeżych oraz przechowywanych przez 6 i 12 miesięcy w stanie zamrożonym, a do badań

rozmrzanych w łaźni wodnej o temp. 20°C przez pół godziny [17], oznaczano następujące parametry fizykochemiczne: zawartość suchej masy metodą suszarkową [14], kwasowość ogólną potencjometrycznie (PN-90/A-75101/04) [22] z wykorzystaniem pehametru Orion 720 A, zawartość witaminy C jodometrycznie [25] oraz zawartość polifenoli ogółem spektrofotometrycznie przy długości fali 760 nm [26] z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a wobec kwasu galusowego jako wzorca.

Homogenaty świeże, zamrożone (w drugim dniu po zamrożeniu) oraz przechowywane w stanie zamrożenia przez 6 i 12 miesięcy poddawano również ocenie mikrobiologicznej. Próby do badań pobierano i przygotowano zgodnie z zaleceniami PN-90/A-75052/04 [21]. Badania przeprowadzono na podłożach stosowanych w mikrobiologicznej ocenie mrożonych warzyw i owoców przez Białasiewicz i Królasik [2] oraz Kordowską-Wiater i wsp. [13]. Analiza mikrobiologiczna materiału badawczego obejmowała następujące grupy drobnoustrojów:

- ogólną liczbę bakterii tlenowych mezofilnych – na agarze wzbogaconym z dodatkiem glukozy;
- liczbę drożdży i grzybów pleśniowych – na agarze z ekstraktem drożdżowym, glukozą i chloramfenikolem;
- miano pałeczek z grupy coli – w płynnym podłożu z żółcią i zielenią brylantową;
- miano enterokoków – w płynnym podłożu z azydkiem sodowym i fioletem krystalicznym.

Powyższe wskaźniki oznaczano też w cukrze białym, 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 produktu ( $\text{jtk}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

Oznaczenia fizykochemiczne wykonywano w dwóch powtórzeniach każdego wariantu, a mikrobiologiczne w trzech. Uzyskane wyniki poddano dwuczynnikowej analizie wariancji (I czynnik – dodatek cukru, II czynnik – okres przechowywania mrozonek) w układzie kompletnej randomizacji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oznaczano za pomocą półprzedziałów ufności Tukey'a na poziomie istotności  $p = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Zawartość witaminy C oznaczona w świeżym przecierze z truskawek odmiany Kent, bez dodatku cukru, ( $25,9 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) była mniejsza niż produktów z wcześniej badanych przez nas odmian (Senga Sengana  $37,8 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$  i Elsanta  $62,6 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) [28, 29]. Również inni autorzy oznaczali w świeżych truskawkach większą zawartość tego składnika: Hakala i wsp. [7]  $32,4\text{--}84,7 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , a Cordenunsi i wsp. [5]  $44\text{--}62$

mg·100 g<sup>-1</sup>. Dodatek cukru do świeżego przecieru spowodował zmniejszenie zawartości witaminy C w wariantach słodzonych, jednak nie stwierdzono, aby zmiany te były znaczące (interakcja nieistotna) (tab. 1). Natomiast porównanie statystyczne wartości średnich wskazuje na to, że wariant bezcukrowy, w przeciągu całego okresu przechowywania, zawierał istotnie więcej witaminy C niż produkty z dodatkiem cukru. W wartościach bezwzględnych różnice pomiędzy wariantami w danym okresie przechowywania były minimalne.

Tabela 1

Kwasowość ogólna i zawartość witaminy C w homogenatach z truskawek odmiany Kent z dodatkiem cukru (0, 5 i 10%) w stanie świeżym oraz po 6 i 12 miesiącach przechowywania mrożonek.  
Total acidity and vitamin C content of fresh (0) and frozen (after 6 and 12 months of freeze-storage) 'Kent' cultivar strawberry homogenate with sugar addition (0, 5 and 10%).

Dodatek sacharozy [%] Saccharose addition [%]	Witamina C Vitamin C [mg · 100 g <sup>-1</sup> ]				Kwasowość ogólna Total acidity [g citric acid · 100 g <sup>-1</sup> ]			
	Okres przechowywania [miesiące] Storage time [months]							
	0	6	12	$\bar{x}$	0	6	12	$\bar{x}$
0	25,9	14,4	14,8	18,4	0,79	0,81	0,80	0,80
5	24,2	14,7	13,6	17,5	0,73	0,75	0,73	0,74
10	23,6	14,3	14,2	17,4	0,69	0,71	0,69	0,70
$\bar{x}$	24,6	14,5	14,2	-	0,74	0,76	0,74	-
NIR <sub>0,05</sub> I – LSD <sub>0,05</sub> I	0,88				0,011			
NIR <sub>0,05</sub> II – LSD <sub>0,05</sub> II	0,88				0,011			
NIR <sub>0,05</sub> I x II – LSD <sub>0,05</sub> I x II	r.n. – ns.				r.n. – ns.			

r.n. – różnica statystycznie nieistotna / n.s. – not statistically significant

Największy ubytek zawartości witaminy C we wszystkich wariantach stwierdzono po pierwszych 6 miesiącach przechowywania (o 44% w wariacie bezcukrowym i o 39% w wariantach słodzonych). Palich i Puksza [19] odnotowali mniejszy ubytek zawartości witaminy C w wysokości 24% po 5 miesiącach przechowywania truskawek mrożonych w całości, w temp. -18°C. Jeszcze mniejsze ubytki zawartości witaminy C wykazały autorki w przypadku składowania mrożonych homogenatów z truskawek odmiany Elsanta [28] (o 14 do 16%, odpowiednio w wariacie bezcukrowym i z 10% dodatkiem sacharozy). Różnice te mogą wynikać z wyższej aktywności oksydazy kwasu askorbinowego w owocach odmiany Kent. Enzym ten powoduje utlenianie witaminy C także w czasie przechowywania mrożonek

[32]. Dalsze składowanie mrożonek w niniejszym doświadczeniu nie powodowało istotnych zmian zawartości witaminy C. Brak istotności interakcji pomiędzy obydwoma czynnikami doświadczenia wskazuje, że w przypadku tej odmiany cukier nie wpływał ochronnie na zachowanie witaminy C.

Kwasowość homogenatu wyjściowego była wyższa ( $0,79 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) w porównaniu z truskawkami tej samej odmiany, badanych przez autorki w sezonie 2001 [27] (po przeliczeniu na kwas cytrynowy  $0,67 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). Wskazuje to na wpływ warunków pogodowych i agrotechnicznych na kształtowanie się tej cechy owoców. Wysoką kwasowość wykazali w truskawkach Nunes i wsp. [18]:  $0,97 - 1,12 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  oraz Kallio i wsp. [11]:  $0,74 - 1,16 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Natomiast Sturm i wsp. [31] stwierdzili znacznie szerszy zakres kwasowości w różnych odmianach truskawek (od  $0,5$  do  $10,9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). W przeprowadzonym doświadczeniu dodatek sacharozy do przecierów słodzonych spowodował zmniejszenie zawartości kwasów ogółem w stosunku do wariantu bez cukru (tab. 1). W przeciągu 12 miesięcy składowania mrożonek kwasowość ogólna w każdym z wariantów była najbardziej stabilnym spośród analizowanych parametrów fizykochemicznych. Stwierdzone zmiany kwasowości oscylowały w granicach  $\pm 0,01 - 0,02 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Podobnie Kmiecik i wsp. [12] w truskawkach odmiany Dukat, przechowywanych w temp.  $-30^\circ\text{C}$  przez 12 miesięcy, wykazali minimalne zwiększenie kwasowości (o  $0,02 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) w stosunku do owoców świeżych. Sahari i wsp. [24] w truskawkach odmiany Kordestan mrożonych w całości, w ciągu 3 miesięcy składowania w temp.  $-24^\circ\text{C}$  odnotowali spadek kwasowości z  $1,22$  do  $1,14 \text{ g kwasu cytrynowego} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

W przecierach stwierdzono statystycznie istotne zmiany zawartości suchej masy wynikające z dodatku cukru - I czynnik i czasu przechowywania - II czynnik (tab. 2). Interakcja obu czynników była jednak nieistotna. W porównaniu ze stanem wyjściowym, po 12 miesiącach składowania przecierów nastąpił w nich ubytek suchej masy o  $0,3\%$  (próba kontrolna), o  $0,6\%$  (przecier z  $5\%$  dodatkiem cukru) i o  $0,8\%$  (przecier z  $10\%$  dodatkiem cukru). Prawdopodobną przyczyną mogło być rozszczelnienie opakowań. Ze względów praktycznych zmiany te były niewielkie i dlatego można stwierdzić, że pojemniki Rubbermaid nadają się do pakowania tego typu produktów.

Dodatek cukru spowodował zmniejszenie zawartości polifenoli ogółem w wariantach z udziałem sacharozy w stosunku do wariantu kontrolnego, ale nie były to zmiany statystycznie istotne (tab. 2). W czasie składowania mrożonek stwierdzono tylko statystycznie nieistotne fluktuacje zawartości tych związków. Po rocznym składowaniu w próbach wariantu kontrolnego stwierdzono ubytek zawartości polifenoli o  $5\%$ , w produkcie z  $5\%$  dodatkiem cukru ich wzrost o  $\sim 2\%$ , a w przecierze z  $10\%$  dodatkiem cukru wzrost ten wyniósł  $\sim 10\%$ . W truskawkach tej samej odmiany

mrożonych w całości [27] obserwowano bardzo silne zmiany zawartości związków polifenolowych.

Świeże truskawki zawierały  $242 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  polifenoli ogółem. Po 4 miesiącach zamrażalniczego składowania zawartość ta zmniejszyła się do  $96 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , a po następnych 4 miesiącach wzrosła do  $111 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . W porównaniu z analogicznymi przecierami sporządzonymi z truskawek odmiany Senga Sengana [29] oraz Elsanta [28] wahania zawartości związków polifenolowych w przecierach z owoców odmiany Kent były nieznaczne. Wykazane zmiany związków polifenolowych są trudne do jednoznacznego zinterpretowania. Häkkinen i wsp. [8] oraz Häkkinen i Törrönen [9] podają, że w czasie przechowywania truskawek, zwłaszcza przez kilka miesięcy, możliwy jest zarówno wzrost, jak i spadek zawartości poszczególnych związków polifenolowych.

Tabela 2

Zawartość suchej masy i polifenoli ogółem w homogenatach z truskawek odmiany Kent z dodatkiem cukru (0, 5 i 10%) w stanie świeżym oraz po 6 i 12 miesiącach przechowywania mrożonek  
Dry matter and total polyphenol content of fresh (0) and frozen (after 6 and 12 months of freeze-storage) 'Kent' cultivar strawberry homogenate with sugar addition (0, 5 and 10%)

Dodatek sacharozy Saccharose addition [%]	Sucha masa / Dry matter [%]				Polifenole ogółem Total polyphenol [mg 100 g <sup>-1</sup> ]			
	Okres przechowywania [miesiące] Storage time [months]							
	0	6	12	$\bar{x}$	0	6	12	$\bar{x}$
0	8,34	8,47	8,07	8,29	310,1	313,6	294,5	306,1
5	13,03	13,09	12,45	12,86	297,1	303,4	302,0	300,8
10	17,69	17,70	16,90	17,43	285,4	283,7	313,0	294,0
$\bar{x}$	13,02	13,09	12,47	-	297,5	300,2	303,2	-
NIR <sub>0,05</sub> I – LSD <sub>0,05</sub> I	0,180				r.n. – n.s.			
NIR <sub>0,05</sub> II – LSD <sub>0,05</sub> II	0,180				r.n. – n.s.			
NIR <sub>0,05</sub> I x II - LSD <sub>0,05</sub> I x II	r.n. – n.s.				r.n. – n.s.			

r.n. – różnica statystycznie nieistotna / n.s. – not statistically significant

Wyniki mikrobiologicznej oceny homogenatów przedstawiono na rys. 1. oraz w tab. 3. Wskazują one, że w świeżo sporządzonym przecierze ogólna liczba bakterii mezofilnych tlenowych wynosiła  $1,4 \times 10^4 \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ , zaś liczba pleśni i drożdży odpowiednio  $2,80 \times 10^3$  oraz  $1,12 \times 10^4 \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ , a miano coli i enterokoków było wyższe od 0,1g. Podane wartości przyjęto jako wyjściowe zarówno w przypadku wariantu bez

cukru, jak też przecierów słodzonych, ponieważ dodatek cukru nie wpłynął na zmianę ich stanu mikrobiologicznego. Stwierdzono bowiem, że zgodnie z danymi przytaczanymi przez Burbiankę i wsp. [3] w 10 g używanego cukru występowały tylko pojedyncze drożdże i grzyby pleśniowe, enterokoki i bakterie z grupy coli były nieobecne (w 1 g), natomiast ogólna liczba bakterii nie przekraczała  $10^4$  jtk·g<sup>-1</sup>.

Stan mikrobiologiczny świeżego przecieru różnił się od badanych wcześniej przez autorki [28, 29] przecierów z odmian Senga-Sengana oraz Elsanta. W porównaniu z nimi produkt oceniany w tej pracy odznaczał się niższą liczbą bakterii i drożdży, (choć również była ona większa od  $10^4$  jtk·g<sup>-1</sup>), ale zawierał znacznie więcej grzybów pleśniowych ( $10^3$ , wobec  $10^2$  jtk·g<sup>-1</sup>). Mogło to być wynikiem różnej odporności odmian na porażenie przez mikroorganizmy [20].

Tabela 3

Liczba grzybów pleśniowych i drożdży oraz miano coli i enterokoków w świeżym oraz w zamrożonym przecierze z truskawek odmiany Kent.

Total count of moulds and yeasts and titre of coliforms and enterococci in fresh and frozen "Kent" cultivar strawberry homogenates.

Termin oceny Determination date	Liczba pleśni [jtk·g <sup>-1</sup> ] Count of moulds [cfu·g <sup>-1</sup> ]			Liczba drożdży [jtk·g <sup>-1</sup> ] Count of yeasts [cfu·g <sup>-1</sup> ]			Miano coli i enterokoków Titre of coliforms and enterococci
	a	b	c	a	b	c	a,b,c
Homogenat świeży Fresh homogenate	2,80x10 <sup>3</sup>			1,12x10 <sup>4</sup>			>0,1
2 dni po zamroże-niu 2 days after freezing	1,05x10 <sup>3</sup> (37,4)*	1,20x10 <sup>3</sup> (42,8)	1,30x10 <sup>3</sup> (46,4)	1,50x10 <sup>3</sup> (13,4)	2,20x10 <sup>3</sup> (19,6)	2,35x10 <sup>3</sup> (21,0)	>0,1 Dla wszystkich
6 miesięcy po zamrożeniu 6 months after freezing	0,6x10 <sup>1</sup>	1,0x10 <sup>1</sup>	2,0x10 <sup>1</sup>	0,5x10 <sup>1</sup>	0,5x10 <sup>1</sup>	0,7x10 <sup>1</sup>	homogenatów For all homogenates
12 miesięcy po zamrożeniu; 12 months after freezing	nbc absent	0,50x10 <sup>1</sup>	1,0x10 <sup>1</sup>	nbc absent	nbc absent	nbc absent	

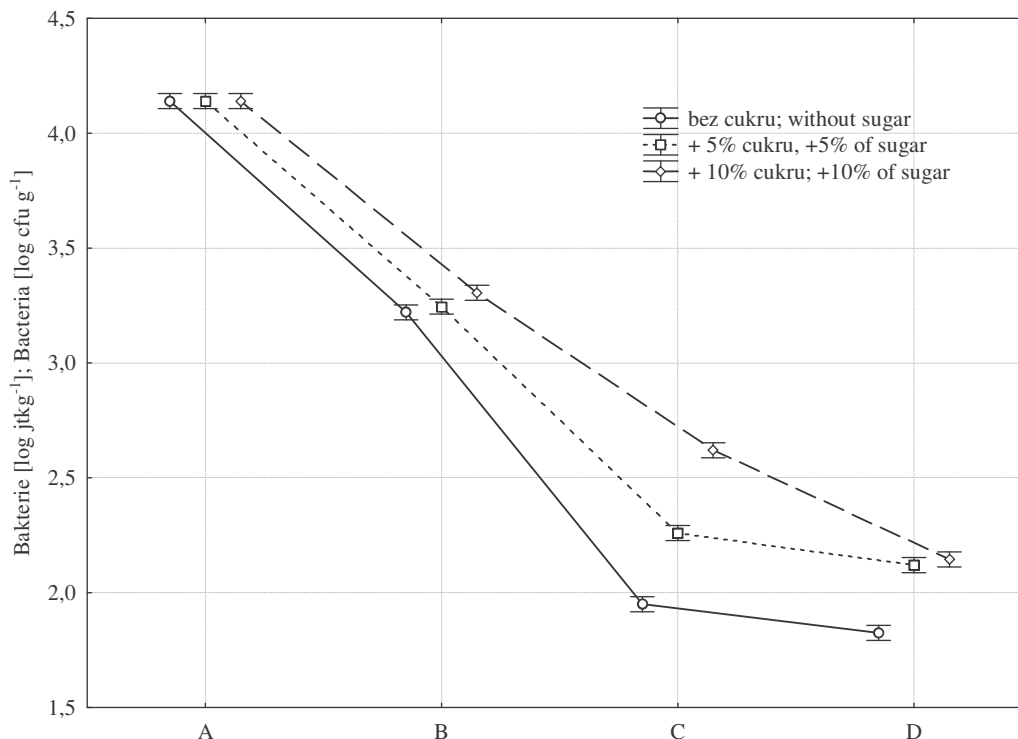
\* W nawiasach podano % przeżycia drobnoustrojów w stosunku do stanu w świeżym przecierze / There is % of survival rate of microorganisms in brackets;

a - przecier bez cukru / homogenate without sugar; b - przecier z 5% dodatkiem cukru / homogenate with 5% addition of sugar; c - przecier z 10% dodatkiem cukru / homogenate with 10% addition of sugar; nbc / nieobecne. – absent.

W czasie mrożenia oraz zamrażalniczego przechowywania przecierów nastąpiło istotne zmniejszenie liczby drobnoustrojów, ale stopień zmian był uzależniony od grupy mikroorganizmów oraz wariantu przecieru. Ogólnie bardziej efektywnie niska temperatura wpłynęła na inaktywację mikroorganizmów w produktach bez cukru. Jest to zgodne z opinią, że sacharydy, zarówno proste, jak i złożone, zwiększają odporność komórek mikroorganizmów na zamrażanie [15, 16].

Tuż po zamrożeniu (2 dni) redukcja liczby bakterii (rys. 1) w przecierze niesłodzonym oraz z 5% dodatkiem cukru była zbliżona (o ok.  $0,9 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ). W produktach tych w wyniku zamrożenia średnia liczba bakterii zmniejszyła się do, odpowiednio  $3,22$  oraz  $3,25 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ , a przeżycie bakterii wynosiło  $15,7$  i  $17,8\%$ . W przecierze z 10% dodatkiem cukru, redukcja liczby bakterii była mniejsza (o ok.  $0,8 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ) i w efekcie ogólna liczba tych drobnoustrojów była w nim istotnie wyższa ( $3,29 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ) niż w produkcie bez cukru. Przeżycie bakterii w wariacie z 10% udziałem cukru przekraczało  $22\%$ . Po 6 miesiącach zamrażalniczego przechowywania liczba bakterii zmniejszyła się najbardziej w przecierze niesłodzonym (o ok.  $1,3 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ), do poniżej  $2,0 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ , natomiast liczba bakterii w wariantach z 5 i 10% dodatkiem wynosiła odpowiednio  $2,26$  oraz  $2,62 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ . W stosunku do liczby przed zamrożeniem, w przecierach pozostało  $0,7$ ;  $1,8$  i  $4,4\%$  bakterii, kolejno w produkcie niesłodzonym oraz z dodatkiem 5 i 10% cukru. Różnice występujące między średnią liczbą bakterii obecnych w poszczególnych wariantach przecierów, po 6 miesiącach ich zamrażalniczego przechowywania, były statystycznie istotne. Po kolejnych 6 miesiącach przechowywania liczba bakterii w przecierach słodzonych była do siebie zbliżona ( $2,1$ - $2,2 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ) i istotnie wyższa niż w wariacie bez cukru.





Rys. 1. Zmiany ogólnej liczby bakterii mezofilnych tlenowych w przecierze świeżym – A i zamrażalniczo przechowywanym: B – 2 dni, C – 6 miesięcy, D – 12 miesięcy.

Fig. 1. Changes of total number of mesophilic aerobic bacteria in fresh homogenate – A and after freezing storage: B – 2 days, C – 6 months, D – 12 months.

(poziome kreski oznaczają 95% przedziały ufności / horizontal bars indicate 95% confidence intervals).

W porównaniu z otrzymanymi wynikami w badanych wcześniej przecierach z odmian Senga-Sengana [29] i Elsanta [28] silniej uwidoczniło się w procesie zamrożenia ochronne działanie cukru w stosunku do bakterii. Ich przeżywalność była wyższa i w wariantach z 5 i 10% dodatkiem cukru w odmianie Elsanta przekraczała 36 i 42%, a w odmianie Senga-Sengana sięgała 22 i 42%. Natomiast w produktach niesłodzonych z tych odmian przeżycie bakterii było niższe (10-11%) niż w przecierze z odmiany Kent. Stopień przeżycia drobnoustrojów w niskiej temperaturze zależy od wielu czynników, w tym od właściwości surowca, charakteru obecnej w nim mikroflory oraz warunków procesu [2, 16]. Dlatego uzyskiwane wyniki często są bardzo zróżnicowane. Np. w zamrożonym homogenacie z aloesu [30] zmniejszenie liczby bakterii było wyższe (o 1,4-1,6 log jtk·g<sup>-1</sup>) niż odnotowane w tej pracy,

natomiast w fasoli szparagowej proces zamrożenia nie spowodował istotnej redukcji liczby bakterii [2].

Wobec braku stosownych norm, w ocenie zanieczyszczenia badanych przecierów przez bakterie można kierować się wymaganiami mikrobiologicznymi, formułowanymi przez zagranicznych kontrahentów w stosunku do całych mrożonych truskawek [1], w których liczba bakterii nie powinna przekraczać  $10^5$  jtk·g<sup>-1</sup>. Porównując otrzymane wyniki z tym wymaganiem można stwierdzić, że chociaż różnice między średnią liczbą bakterii obecnych w poszczególnych wariantach przecierów świeżo zamrożonych i zamrażalniczo przechowywanych były statystycznie istotne, to w praktyce zawartość bakterii w żadnym z przecierów nie budziła zastrzeżeń.

Zmiany liczby drożdży w procesie zamrażania przecierów były zbliżone do zmian odnotowanych w stosunku do bakterii (tab. 3). We wszystkich wariantach przecierów, tuż po zamrożeniu, liczba drożdży z poziomu  $10^4$  obniżyła się do  $10^3$  jtk·g<sup>-1</sup>, jednak w produkcie bez cukru przeżycie drożdży było najmniejsze (13,4%), natomiast w wariantach z dodatkiem 5 i 10% cukru, z wyjściowej liczby drożdży pozostało odpowiednio 19,6 oraz 21%. W porównaniu z bakteriami i drożdżami przeżywalność grzybów pleśniowych podczas zamrażania przecierów była wyższa, co potwierdza ogólnie większą odporność tej grupy mikroorganizmów na działanie niskiej temperatury [16]. Po zamrożeniu liczba pleśni w przecierach utrzymywała się na poziomie  $10^3$  jtk·g<sup>-1</sup>, a ich przeżycie w wariantach z 5 i 10% udziałem cukru wynosiło 42,8 oraz 46,4%, natomiast w produkcie bez cukru – 37,4%. Na redukcję liczby drożdży i grzybów pleśniowych szczególnie efektywnie wpłynęło zamrażalnicze przechowywanie przecierów. Już po 6 miesiącach składowania we wszystkich wariantach przecierów pozostała jedynie szczątkowa mikroflora grzybowa, a po kolejnym półrocznym okresie tylko w produktach z dodatkiem cukru stwierdzono obecność pojedynczych pleśni. W procesie zamrażania przecierów z truskawek odmian Elsanta [28] i Senga-Sengana [29] przeżycie drożdży i pleśni było ogólnie wyższe (zwłaszcza w homogenatach z truskawek Elsanta) niż stwierdzono w przedstawionych badaniach. Jednak podobnie, jak w tej pracy, podczas 6-miesięcznego zamrażalniczego przechowywania produktów z tych odmian, nastąpił niemal całkowity zanik populacji pleśni i drożdży. Według wymagań odbiorców zagranicznych, w zamrożonych całych truskawkach liczba drożdży i pleśni, w zależności od kraju, nie powinna przekraczać poziomu  $10^3$  lub  $10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> [1]. Porównanie otrzymanych wyników z tymi zaleceniami wskazuje, że bezpośrednio po zamrożeniu wszystkie warianty przecierów zawierały nadmierną liczbę grzybów. Podobne zastrzeżenia budził stan mikrobiologiczny przecierów z truskawek odmian Elsanta i Senga-Sengana. Badania zamrożonych truskawek pochodzących z różnych krajowych chłodni [1, 13] również dowodzą, że część spośród ocenianych partii owoców odznaczała się wysokim zanieczyszczeniem

przez drożdże ( $>10^3$  jtk·g<sup>-1</sup>) oraz grzyby pleśniowe (do  $2,0 \times 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup>). Mikrobiologiczna jakość produktów mrożonych zależy od stanu surowca, dlatego ważne jest zachowanie warunków ograniczających rozwój drobnoustrojów – schłodzenie surowca, krótki okres między zbiorem a przetworzeniem oraz higiena obróbki wstępnej owoców [2, 6, 16].

### Wnioski

1. Nie stwierdzono, aby dodatek cukru do przecierów z truskawek odmiany Kent działał ochronnie na zawartość witaminy C. Największe zmniejszenie zawartości witaminy C we wszystkich wariantach nastąpiło w ciągu pierwszych 6 miesięcy zamrażalniczego przechowywania. Dalsze składowanie powodowało już tylko nieznaczne zmiany zawartości tego składnika.
2. W czasie 12-miesięcznego składowania homogenatów w najmniejszym stopniu zmieniała się kwasowość ogólna tych produktów.
3. Nie stwierdzono statystycznie istotnego łącznego wpływu zawartości cukru i długości okresu przechowywania na zawartość suchej masy w badanych przecierach. Największe zmiany zawartości suchej masy obserwowano zwłaszcza w produktach słodzonych pomiędzy 6 a 12 miesiącem ich przechowywania.
4. Nie stwierdzono istotnego wpływu dodatku cukru ani czasu przechowywania na zmiany zawartości związków polifenolowych w badanych przecierach. Interakcja pomiędzy obydwoma czynnikami doświadczenia również była nieistotna.
5. Podczas zamrażania i zamrażalniczego przechowywania cukier działał ochronnie na mikroorganizmy, dlatego w przecierach z 5 i 10% dodatkiem cukru występowała większa liczba bakterii, drożdży i pleśni niż w produkcie niesłodzonym.
6. Wszystkie świeżo zamrożone przeciery z truskawek odznaczały się stosunkowo niską liczbą bakterii (na poziomie  $10^3$  jtk·g<sup>-1</sup>) oraz wysokim zanieczyszczeniem ( $>10^3$  jtk·g<sup>-1</sup>) przez pleśnie i drożdże. Po 6 miesiącach przechowywania w przecierach pozostała jedynie szczątkowa mikroflora grzybowa, a liczba bakterii zmniejszyła się do poziomu  $10^1$ – $10^2$  jtk·g<sup>-1</sup>.

### Literatura

- [1] Białasiewicz D., Królasik J.: Porównanie jakości mikrobiologicznej mrożonych truskawek z wymaganiami zagranicznych odbiorców. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2000, **6**, 33-35.
- [2] Białasiewicz D., Królasik J.: Wpływ procesu technologicznego na jakość mikrobiologiczną mrożonej fasoli szparagowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **4 (21)**, 96-104.
- [3] Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: *Mikrobiologia żywności*. PZW. Warszawa 1983.

- [4] Cordenunsi B.R., Genovese M.I., do Nascimento J.R., Hassimotto N.M.A., dos Santos R.J., Lajolo F.M.: Effect of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chem.* 2005, **91**, 113-121.
- [5] Cordenunsi B.R., do Nascimento J.R., Lajolo F.M.: Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 2003, **83**, 167-173.
- [6] Gruda Z. Postolski J.: *Zamrażanie żywności*. WNT. Warszawa 1999.
- [7] Hakala M., Lapveteläinen A., Huopalahti R., Kalio H., Tahvonen R.M.: Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. *J. Food Comp. Anal.* 2003, **16**, 67-80.
- [8] Häkkinen S.H., Kärenlampi S.O., Mykkänen H.M., Heinonen I.M., Törrönen A.R.: Ellagic acid content in berries: Influence of domestic processing and storage. *Eur. Food Res. Technol.* 2000, **212**, 75-80.
- [9] Häkkinen S.H., Törrönen A.R.: Content of flavonols and selected phenolic in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res. Intern.* 2000, **33**, 517-524.
- [10] Hannum S.M.: Potential impact of strawberries on human health: a review of the science. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2004, **44**, 1-17.
- [11] Kallio H., Hakala M., Pelkkiangas A.M., Lapveteläinen A.: Sugars and acids of strawberry varieties. *Eur. Food Res. Technol.* 2000, **212**, 81-85.
- [12] Kmiecik W., Jaworska G., Lisiewska Z.: Effect of sucrose, L-ascorbic acid and pectin on the quality of frozen strawberries. *EJPAU Food Sci. Technol.*, 2000, **3** (2).
- [13] Kordowska-Wiater M., Sosnowska B., Waśko A., Janas P.: Ocena jakości mikrobiologicznej wybranych mrożonych owoców jagodowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **4** (33), 117-126.
- [14] Krełowska-Kułas M.: *Badanie jakości produktów spożywczych*. PWE. Warszawa 1993.
- [15] Kuźmińska M.: Wpływ procesu zamrażania na przeżywalność drobnoustrojów w mrożonej żywności. *Chłodnictwo* 1985, **20** (8), 20-23.
- [16] Majczyna D., Białasiewicz D.: Przeżywalność drobnoustrojów w niskich temperaturach. *Chłodnictwo* 2001, **36** (5), 45-48.
- [17] Małolepszy B.: Określenie strat jakości truskawek od momentu zbioru do zamrożenia oraz w czasie przechowywania w stanie zamrożonym. *Chłodnictwo*, 1985, **20** (6), 19-20.
- [18] Nunes M.C.N., Brecht J.K., Morais A.M.M.B., Sargent S.A.: Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biol. Tech.* 1995, **6**, 17-28.
- [19] Palich P., Puksza T.: Zmiany zawartości witaminy C mrożonych warzyw i owoców w czasie przechowywania. *Chłodnictwo*, 2001, **36** (7), 43-45.
- [20] Płocharski W.: Truskawki na zaopatrzenie rynku owoców świeżych i do przetwórstwa. *Przem. Spoż.* 2002, **6**, 13-14.
- [21] PN-90/A-75052/04. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Sposób pobierania i przygotowania próbek do badań mikrobiologicznych.
- [22] PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [23] Puupponen-Pimiä R., Nohynek L., Alakomi H.L., Oksman-Caldentey K.M.: Bioactive berry compounds – novel tool against human pathogens. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2005, **67**, 8-18.
- [24] Sahari M.A., Boostani M.F., Hamidi Z.E. : Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. *Food Chem.*, 2004, **86**, 357-363.
- [25] Samotus B., Leja M., Ścigalski A.: Porównanie czterech metod oznaczania kwasu askorbinowego w owocach i warzywach. *Acta Agraria Silv., Series Agraria*.1982, **XXI**, 105-121.

- [26] Singleton V.L., Rossi J.A. Jr.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965, **16**, 144-158.
- [27] Skupień K., Jakubowska B.: Porównanie parametrów chemicznych świeżych i mrożonych owoców wybranych odmian truskawek. *Folia Univ. Agric. Stetin., Sci. Alim.* 2004, **238** (3), 115-120.
- [28] Skupień K., Wójcik-Stopczyńska B.: Ocena jakości przecierów z truskawek odmiany 'Elsanta'. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2005 **4** (2), 25-35.
- [29] Skupień K., Wójcik-Stopczyńska B., Jakubowska B.: Zmiany wybranych wskaźników jakościowych w mrożonych homogenatach truskawkowych. *Folia Univ. Agric. Stetin., Sci. Aliment.* 2005, **246** (4), 267-278.
- [30] Steinka I., Stankiewicz J.: Ocena wpływu mrożenia aloesu na mikroflorę pozyskiwanej pulpy. *Post. Mikrobiol. Supl.* 2004, **43**, 499.
- [31] Sturm K., Koron D., Stampar F.: The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chem.*, 2003, **83**, 417-422.
- [32] Zadernowski R., Oszmiański J.: Wybrane zagadnienia z przetwórstwa owoców i warzyw. *Wyd. ART. Olsztyn* 1994.

#### QUALITY ESTIMATION OF 'KENT' CULTIVAR STRAWBERRY HOMOGENATES

##### S u m m a r y

The objective of the study was to determine quality changes of fresh and frozen (after 6 and 12 months of storage) 'Kent' cultivar strawberry homogenates. There were 3 variants of purée prepared: without sugar, with 5% and 10% sugar addition. 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 mesophilic aerobic bacteria, yeasts and moulds as well as coliform and enterococci titre were estimated. During 12 months of freeze-storage the least alterations were found for total acid and dry weight content and the greatest for vitamin C content. The highest decline of vitamin C content was noticed during first 6 months of storage. Sugar addition did not influence vitamin C level during pulp freeze-storage. Neither sugar addition, nor time of storage exerted significant influence on total polyphenol content in purée obtained from this cultivar.

Protective effect of sugar towards microorganisms was observed in the process of freezing and freezing storage. It was reflected in higher bacteria, yeasts and moulds counts in homogenates with 5 and 10% of sugar supplement compared to non-sugar variant. In all freshly frozen homogenates the total number of bacteria was relatively low (the level  $10^3$  cfu·g<sup>-1</sup>) but contamination by moulds and yeasts was high ( $>10^3$  cfu·g<sup>-1</sup>). After 6 months of freezing storage practically only rudimental fungal flora in all homogenates was observed and the number of bacteria reduced to the level  $10^1$  and  $10^2$  cfu·g<sup>-1</sup> respectively in variant without sugar and in homogenates with its addition.

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