

KRYSTIAN MARSZAŁEK, MARTA MITEK, SYLWIA SKĄPSKA

ZASTOSOWANIE WYSOKICH CIŚNIEŃ HYDROSTATYCZNYCH (UHP) DO UTRWALANIA SOKÓW I NEKTARÓW TRUSKAWKOWYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (UHP) na zawartość antocyjanów i parametry barwy soków i nektarów truskawkowych.

Materiałem badawczym były soki i nektary truskawkowe otrzymane poprzez odtworzenie z zagęszczonego soku truskawkowego. Ekstrakt (7 i 10 %) odpowiednio soku oraz nektaru, jak również kwasowość (5 g/l) i zawartość składnika owocowego (40 %) w nektarze ustalone zostały zgodnie z Kodeksem Praktyki AIJN. Otrzymane produkty utrwalono metodą tradycyjnej pasteryzacji w słoikach o poj. 180 ml (15 min, 85 °C) oraz za pomocą wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (300 i 500 MPa) w opakowaniach polietylenowych w ciągu 5, 10 oraz 15 min i w temperaturze 50 °C. Wszystkie produkty przechowywano w temp. chłodniczej bez dostępu światła. Analizy soków i nektarów przeprowadzono przed utrwaleniem, bezpośrednio po utrwaleniu oraz po 30 i 60 dniach przechowywania.

W sokach i nektarach oznaczono zawartość antocyjanów metodą Fuleki i Francisa oraz parametry barwy w systemie CIE L*a*b*. Zastosowanie wysokiego ciśnienia pozytywnie wpłynęło na zawartość antocyjanów w obu produktach bezpośrednio po procesie, ale straty tych składników w trakcie przechowywania były większe niżeli w produktach poddanych tradycyjnej pasteryzacji. Utrwalanie metodą UHP pozwoliło na skuteczniejsze zachowanie pierwotnej barwy soków i nektarów bezpośrednio po procesie utrwalania oraz w trakcie przechowywania.

Słowa kluczowe: truskawka, soki, nektary, ultra wysokie ciśnienie (UHP)

Wprowadzenie

Truskawki, zarówno w postaci owoców świeżych, jak i przetworzonych charakteryzują się nie tylko atrakcyjnymi cechami sensorycznymi, ale również wysoką aktywnością biologiczną. Spowodowane jest to szczególnie dużą zawartością związków wpływających na ich pojemność przeciwutleniającą. Owoce te bogate są w związki polifenolowe, takie jak: antocyjany (pelargonidyno-3-glukozyd, cyjanidyno-3-

Mgr inż. K. Marszałek, dr hab. M. Mitek, prof. SGGW, Zakład Technologii Owoców i Warzyw, Wydz. Nauk o Żywności, SGGW, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa, mgr inż. K. Marszałek, dr inż. S. Skąpska, Zakład Technologii Przetworów Owocowych i Warzywnych, IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

glukozyd), flawonole (kwercetyna, kampferol, myricetyna), flawanole (katechiny, proantocyjanidyny) i kwasy fenolowe, a ponadto w witaminę C i mikroelementy (żelazo, fosfor) [11, 14]. Głównym problemem w przetwórstwie truskawek jest niska stabilność barwników antocyjanowych, determinowana różnymi czynnikami: temperaturą, pH, obecnością tlenu, enzymów utleniających, zawartością jonów metali, witaminy C, cukrów i produktów ich degradacji [7]. Tradycyjne metody utrwalania soków i nektarów wymagają użycia wysokiej temperatury, czego konsekwencją są nie tylko straty cennych składników bioaktywnych, ale i niekorzystne zmiany sensoryczne [5]. Działanie wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (UHP) nie gwarantuje całkowitej inaktywacji drobnoustrojów, dlatego jego stosowanie wymaga dodatkowo obróbki termicznej w trakcie ciśnieniowania. Jest to jednak temperatura znacznie niższa niż w tradycyjnej pasteryzacji. W licznych badaniach dowiedziono, że całkowita inaktywacja polifenolooksydazy (PPO) i peroksydazy (POD) przy ciśnieniu do ok. 700 MPa jest niemożliwa [1, 11, 12, 13]. Dlatego w doświadczeniu jako materiału badawczego użyto soków i nektarów wyprodukowanych z zagęszczonego soku owocowego, wolnego od enzymów działających w sokach tzw. „bezpośrednich”. Dodatkową zaletą metody wysokich ciśnień jest jednolite i natychmiastowe działanie czynnika utrwalającego w całej objętości produktu.

Celem pracy była próba zastosowania wysokich ciśnień hydrostatycznych – UHP (300 i 500 MPa) do utrwalenia soków i nektarów truskawkowych oraz określenie zmian podstawowych parametrów jakościowych.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły soki i nektary truskawkowe, otrzymane z zagęszczonego soku truskawkowego wyprodukowanego przez O.K. Owocowe Koncentraty Sp. z o.o. Zagęszczony sok z truskawek zebranych w czerwcu 2009 roku i był przechowywany w temp. $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ do momentu rozpoczęcia badań. Po sześciu miesiącach przechowywania w temp. zamrażalniczej zagęszczony sok rozmrażano i produkowano z niego sok truskawkowy w skali laboratoryjnej zgodnie z wymaganiami Kodeksu Praktyki Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Soków Owocowych (AIJN). Nektar truskawkowy przygotowano z soku truskawkowego zgodnie z rozporządzeniem MRiRW z 2003 r. [10]. Ekstrakt zagęszczonego soku truskawkowego wynosił 64,7 %, a kwasowość 10,6 % w przeliczeniu na kwas cytrynowy. Sok otrzymano poprzez odtworzenie go z zagęszczonego soku owocowego do ekstraktu 7 %, po czym dosłodziło cukrem w ilości 15 g/l w celu korekcji smaku. Nektar wyprodukowano poprzez rozcieńczenie soku truskawkowego i dodanie cukru do ekstraktu 10 %. Udział soku truskawkowego w nektarze wynosił 40 %, a kwasowość 5 g/l w przeliczeniu na kwas cytrynowy. Otrzymane produkty utrwalano za pomocą tradycyjnej pasteryzacji w słoikach o poj. 180 ml, w temp. $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, w ciągu 15 min oraz metodą wysokich ciśnień hydrosta-

tycznych (UHP) w temp. 50 °C, ciśnieniu 300 i 500 MPa, w ciągu 5, 10 i 15 min. Produkty przed utrwaleniem metodą UHP zapakowano w pojemniki polietylenowe wysokoodporne na działanie wysokich ciśnień.

Zabiegi ciśnieniowania wykonano w komorze typu tłok-cylinder o średnicy wewnętrznej 110 mm i objętości komory roboczej ok. 1,5 l. Dodatkowo komora wyposażona została w zewnętrzny płaszcz grzejny umożliwiający uzyskanie odpowiedniej temperatury procesu oraz termometr i manometr umożliwiające kontrolowanie parametrów ciśnieniowania. Jako medium przenoszące ciśnienie zastosowano wodę z glikolem propylenowym (1:1), a ciśnienie w komorze roboczej wytworzone zostało przy użyciu prasy hydraulicznej 1000 ton.

W sokach i nektarach oznaczano zawartość antocyjanów metodą Fuleki-Francisa [3] oraz obliczano indeks ich degradacji. Barwę soków i nektarów badano w świetle przechodzącym przy użyciu kolorymetru Konica Minolta CR-200, w kuwetach szklanych o grubości 5 mm wobec wzorca bieli. Pomiary prowadzono w systemie CIE $L^*a^*b^*$, z zastosowaniem iluminantu D65. Wszystkie analizy prowadzono w produktach przed utrwaleniem, bezpośrednio po utrwaleniu oraz po 30 i 60 dniach przechowywania w temp. chłodniczej (6 °C) bez dostępu światła.

Wyniki analiz opracowano statystycznie przy użyciu komputerowego programu Statgraphics 4.1 Plus z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji. Ocena istotności różnic między wartościami średnimi prowadzono testem t-Studenta na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Zawartość antocyjanów w sokach truskawkowych utrwalanych metodą pasteryzacji i UHP przedstawiono w tab. 1. Sok surowy, niepoddany procesowi utrwalania zawierał 7,2 mg/100 ml antocyjanów. Wszystkie z zastosowanych procesów utrwalania spowodowały istotne straty antocyjanów w stosunku do soku surowego. Stwierdzono również, że w metodzie UHP istotny wpływ na zawartość antocyjanów miał czas działania ciśnienia. Bezpośrednio po produkcji najmniejsze straty antocyjanów (ok. 10 %) wystąpiły w próbkach utrwalonych w ciągu 5 i 15 min przy ciśnieniu 300 MPa oraz 5 min (12 %) przy 500 MPa (tab. 1). W przypadku soków utrwalanych pod ciśnieniem 300 MPa najmniejszą zawartość antocyjanów (5,6 mg/100 ml) oznaczono w próbkach utrwalanych przez 10 min. Również w sokach utrwalonych ciśnieniem 500 MPa najmniej tych składników stwierdzono w próbkach utrwalanych przez 10 min (5,1 mg/100 ml). Analiza statystyczna otrzymanych wyników wykazała, że czas przechowywania miał istotny wpływ na zawartość antocyjanów w sokach utrwalonych wszystkimi metodami. Już po 30 dniach przechowywania najmniejsze straty antocyjanów (ok. 40 %) stwierdzono w próbkach utrwalonych w sposób tradycyjny (tab. 1). Po 60 dniach przechowywania antocyjany uległy znacznej degradacji we wszystkich ba-

danych próbkach, ale najmniejsze straty tych składników – 57 % w stosunku do soku surowego, wystąpiły w przypadku soków utrwalonych metodą tradycyjnej pasteryzacji. W przypadku soków poddawanych ciśnieniu 500 MPa czas trwania procesu utrwalania nie miał żadnego wpływu na poziom składników antocyjanowych, a ich zawartość sięgała ok. 30 % początkowej zawartości w soku surowym.

Tabela 1

Zawartość antocyjanów w sokach z truskawek w zależności od procesu utrwalania i przechowywania [mg/100 ml].

Content of anthocyanins in strawberry juices depending on stabilization process and period of storage [mg/100 ml].

Niepasteryzowany Non-pasteurized	Proces / Process	Okres przechowywania [dni] Period of storage [days]		
		0	30	60
A 7,2	Pasteryzacja Pasteurization	B 4,6	B 4,1	C 3,1
	300 MPa			
	5 min	B 6,4 a	C 3,8 a,b	D 2,4 a,b
	10 min	B 5,6 b	C 3,6 b	D 2,3 b
	15 min	B 6,5 a	C 3,6 b	D 2,6 a
	500 MPa			
	5 min	B 6,3 a	B 3,6 b	C 2,4 a
	10 min	B 5,1 b	C 3,6 b	D 2,3 a
	15 min	B 5,4 b	C 3,7 a,b	D 2,5 a

Objaśnienia: /Explanatory notes:

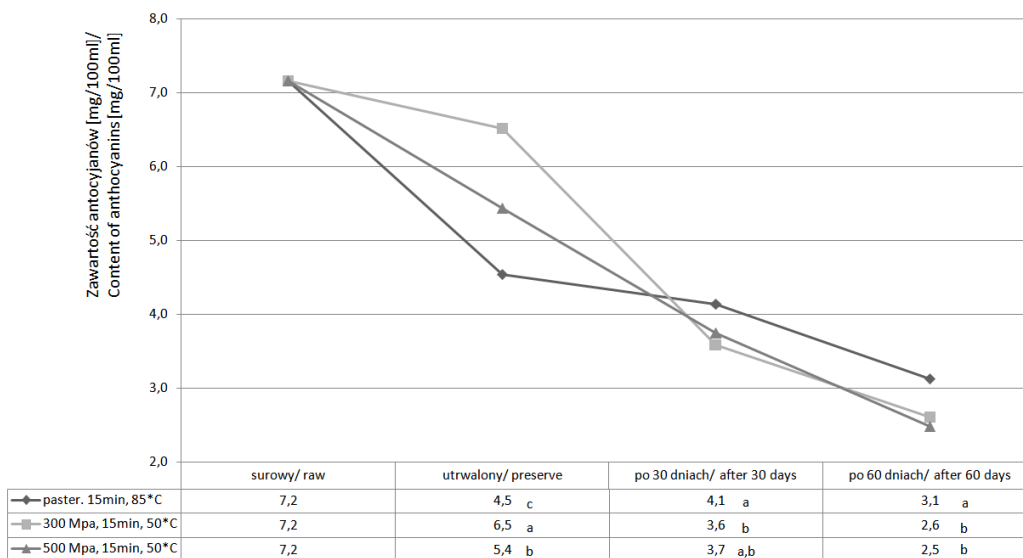
Wartości średnie oznaczone taką samą dużą literą (wiersze) i małą (kolumny) nie różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha = 0,05$

Mean values denoted by the same capital letter (in the lines) and the same small letter (in the columns) do not differ statistically significantly at $\alpha = 0.05$.

Wśród próbek poddanych ciśnieniu 300 MPa, po 60 dniach przechowywania najwięcej antocyjanów (37 % w stos. do soku surowego) pozostało w próbkach utrwalanych przez 15 min.

Na rys. 1. przedstawiono zmiany zawartości antocyjanów soków, utrwalonych w ciągu 15 min tradycyjnie oraz metodą UHP (300 i 500 MPa), podczas 60 dni przechowywania. Wykazano, że ciśnienie 300 MPa działające w ciągu 15 min na sok truskawkowy nie miało istotnego wpływu na poziom antocyjanów w trakcie trwania procesu (rys. 1). Stwierdzono, że największe straty antocyjanów (ok. 35 %) w stosunku

do soków surowych wystąpiły w próbkach bezpośrednio po pasteryzacji, natomiast w trakcie przechowywania barwniki te okazały się stabilniejsze w porównaniu z próbkami utrwalonymi metodą UHP. Potwierdzają to także wartości indeksu degradacji antocyjanów. Bezpośrednio po utrwaleniu najwyższy indeks degradacji barwników antocyjanowych wykazano w sokach pasteryzowanych (1,61), a najniższy (1,34) w sokach poddawanych ciśnieniu 300 MPa przez 5 min oraz przy zastosowaniu ciśnienia 500 MPa w ciągu 10 i 15 min (tab. 2). Różnice te mogły być spowodowane przede wszystkim działaniem znacznie wyższej temperatury pasteryzacji w porównaniu z temperaturą stosowaną do utrwalania soków metodą wysokich ciśnień. Podczas przechowywania soków następowała stopniowa degradacja antocyjanów we wszystkich badanych próbkach, przy czym współczynnik degradacji antocyjanów w sokach utrwalonych metodą UHP osiągał wyższe wartości w porównaniu z sokami pasteryzowanymi.



Rys. 1. Zmiany zawartości antocyjanów w sokach z truskawek w czasie ich przechowywania.

Fig. 1. Changes in the content of anthocyanins in strawberry juices during their storage.

Jak podaje Terefe [11], zawartość antocyjanów w truskawkach wynosi ok. 15 mg/100 g ś.m. Zawartość tych substancji w gotowym produkcie zależy od ich ilości w surowcu i strat spowodowanych procesem technologicznym. W procesie przetwarzania truskawek na klarowne, zagęszczone soki działanie temperatury w czasie rozparzania miazgi, zagęszczania czy pasteryzacji może w różnym stopniu spowodować stratę cennych składników surowca. Dodatkowo enzymacja miazgi, tłoczenie i klarowanie soku także może oddziaływać na zawartość składników biologicznie czynnych w go-

towym produkcji [7]. Patras i wsp. [8] w badaniach nad wpływem wysokich ciśnień na parametry jakościowe puree truskawkowego wykazali blisko 30 % straty barwników antocyjanowych podczas tradycyjnego termicznego utrwalania. Straty tych składników były znacznie mniejsze w przypadku zastosowania ciśnienia rzędu 400 MPa i wyniosły one 15 %. Zastosowanie ciśnienia rzędu 600 MPa, czasu 15 min i temp. 20 °C nie spowodowało strat antocyjanów w badanym puree [8]. Należy jednak pamiętać, że puree truskawkowe zawiera znacznie więcej cennych składników bioaktywnych w porównaniu z sokiem odtworzonym z zagęszczonego soku truskawkowego i składniki te, takie jak witamina C czy inne polifenole, mogą mieć wpływ na stabilność związków antocyjanowych.

Tabela 2

Indeks degradacji soków z truskawek w trakcie ich przechowywania.
Degradation Index of strawberry juices during their storage.

Proces Process		Czas przechowywania / Storage time		
		po utrwaleniu after stabilization	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Pasteryzowany Pasteurized		1,61	1,92	2,35
UHP 300 MPa	5 min	1,34	1,77	2,44
	10 min	1,36	1,83	2,56
	15 min	1,35	1,83	2,28
UHP 500 MPa	5 min	1,35	1,85	2,45
	10 min	1,34	1,83	2,53
	15 min	1,34	1,79	2,38

Wyprodukowane nektary spełniały założone wymagania Kodeksu Praktyki AIJN. Ekstrakt zgodnie z założeniami wyniósł 10 %, a kwasowość 5 g/l (jako kwas cytrynowy). Analiza statystyczna wykazała, że czas przechowywania miał istotny wpływ na poziom antocyjanów we wszystkich badanych próbkach (tab. 3). Nektar niepoddany procesowi utrwalania zawierał 2,9 mg barwników antocyjanowych w 100 ml i każda z zastosowanych metod utrwalania istotnie wpłynęła na ich zawartość w gotowym produkcie. W trakcie przechowywania różnice te również występowały, ale już po 30 dniach przechowywania nie były one statystycznie istotne (rys. 2).

Najmniejszą zawartość badanego składnika (2,6 mg/100 ml) bezpośrednio po utrwaleniu oznaczono w nektarze utrwalonym termicznie, metodą tradycyjnej pasteryzacji. Wśród nektarów poddawanych działaniu wysokiego ciśnienia bezpośrednio po procesie największą zawartość antocyjanów oznaczono w próbkach poddawanych ciśnieniu w ciągu 5 min, przy 300 i 500 MPa. Dłuższy, od 5 min, czas działania ciśnienia nie miał istotnego wpływu na poziom antocyjanów przy żadnym z zastoso-

wanych ciśnień. Indeks degradacji obliczony bezpośrednio po utrwaleniu (tab. 4) wskazywał, że największej degradacji (1,43) uległy barwniki w nektarach utrwalonych przez pasteryzację tradycyjną.

Tabela 3

Zawartość antocyjanów w nektarach z truskawek w zależności od procesu utrwalania i przechowywania [mg/100 ml].

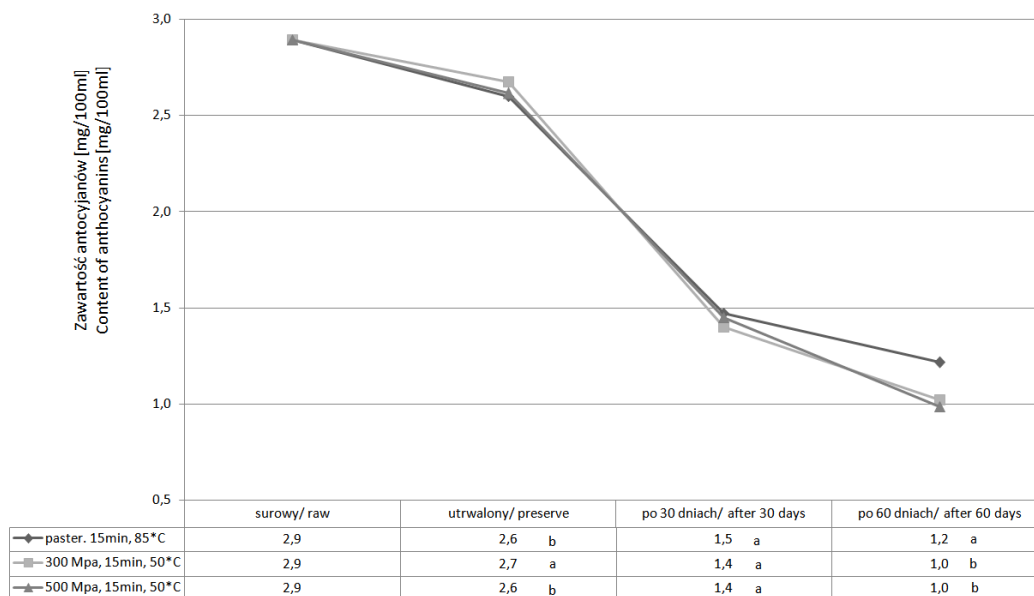
Content of anthocyanins in strawberry nectars depending on preservation process and storage time [mg/100 ml].

Niepasteryzowany Non-pasteurized	Proces / Process	Okres przechowywania [dni] Period of storage [days]		
		0	30	60
A 2,90	Pasteryzowany Pasteurized	B 2,6	C 1,5	D 1,2
	300 MPa			
	5 min	B 2,8 a	C 1,3 a	D 1,1 a
	10 min	B 2,7 b	C 1,3 a,b	D 1,0 a
	15 min	B 2,7 b	C 1,4 a,b	D 1,0 a
	500 MPa			
	5 min	B 2,6 a	C 1,3 a	D 1,0 a
	10 min	B 2,6 a,b	C 1,3 a	D 1,0 a
	15 min	B 2,6 a,b	C 1,4 a	D 1,0 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone taką samą dużą literą (wiersze) i małą (kolumny) nie różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha = 0,05$

Mean values denoted by the same capital letter (in the lines) and the same small letter (in the columns) do not differ statistically significantly at $\alpha=0.05$



Rys. 2. Zmiany zawartości antocyjanów w nektarach z truskawek w czasie ich przechowywania.

Fig. 2. Changes in content of anthocyanins in strawberry nectars during their storage.

Tabela 4

Indeks degradacji nektarów z truskawek w trakcie ich przechowywania.

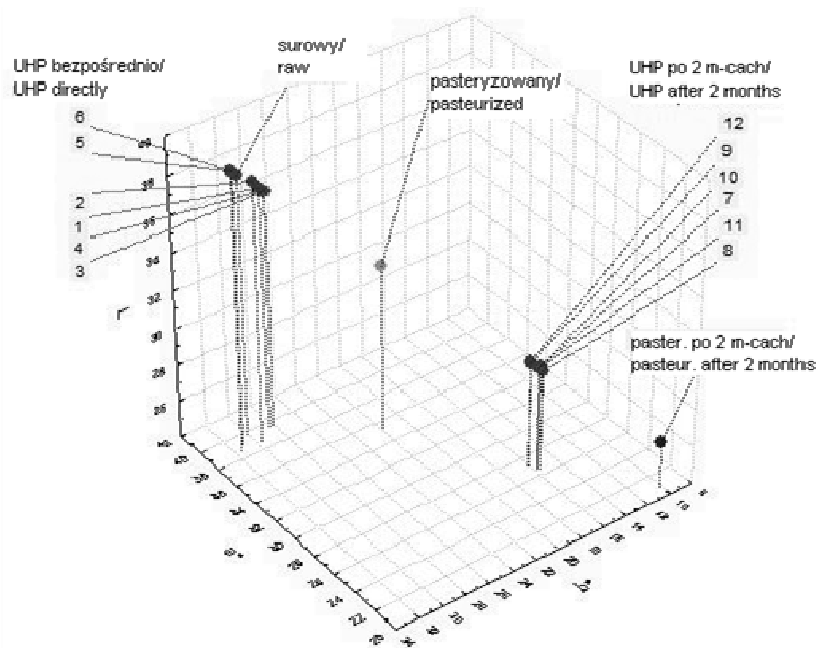
Degradation Index of strawberry nectars during their storage.

Proces Process		Czas przechowywania / Storage time		
		po utrwaleniu After stabilization	po 30 dniach after 30 days	po 60 dniach after 60 days
Pasteryzowany Pasteurized		1,43	1,91	2,11
UHP 300 MPa	5 min	1,32	1,83	2,07
	10 min	1,34	1,77	2,08
	15 min	1,33	1,73	2,05
UHP 500 MPa	5 min	1,33	1,77	2,15
	10 min	1,34	1,76	2,07
	15 min	1,34	1,68	2,12

Wszystkie metody z zastosowaniem wysokiego ciśnienia bezpośrednio po produkcji wskazywały na mniejszy stopień degradacji antocyjanów. Po 30 dniach przechowywania poziom antocyjanów uległ wyrównaniu we wszystkich próbkach poddanych działaniu ciśnienia i mieścił się w granicach 1,3 - 1,5 mg/100 ml.

Po 30 dniach największy indeks degradacji barwników stwierdzono w nektarach pasteryzowanych tradycyjnie (1,91), a najniższy (1,68) w nektarach utrwalonych ciśnieniem 500 MPa w ciągu 15 min. Po 60 dniach przechowywania czas ciśnieniowania nie miał statystycznie istotnego wpływu na zawartość antocyjanów w badanych nektarach. Po tym czasie indeks degradacji nektarów pasteryzowanych wyniósł 2,11, a w nektarach utrwalonych wysokim ciśnieniem wahał się w granicach od 2,05 do 2,15. Na rys. 2. przedstawiono zmiany zawartości antocyjanów w trakcie 60-dniowego przechowywania nektarów utrwalonych tradycyjnie oraz metodą UHP (300 i 500 MPa) w ciągu 15 min. Po 30 dniach przechowywania nie wystąpiły istotne różnice między metodami utrwalania, a po 60 dniach przechowywania najskuteczniejszą metodą na zachowanie barwników antocyjanowych okazała się metoda tradycyjnej pasteryzacji.

Obserwowana większa stabilność przechowalnicza soków i nektarów utrwalonych metodą UHP może mieć charakter zmian mikrobiologicznych tych produktów, co potwierdzają inne badania [2, 4, 6].



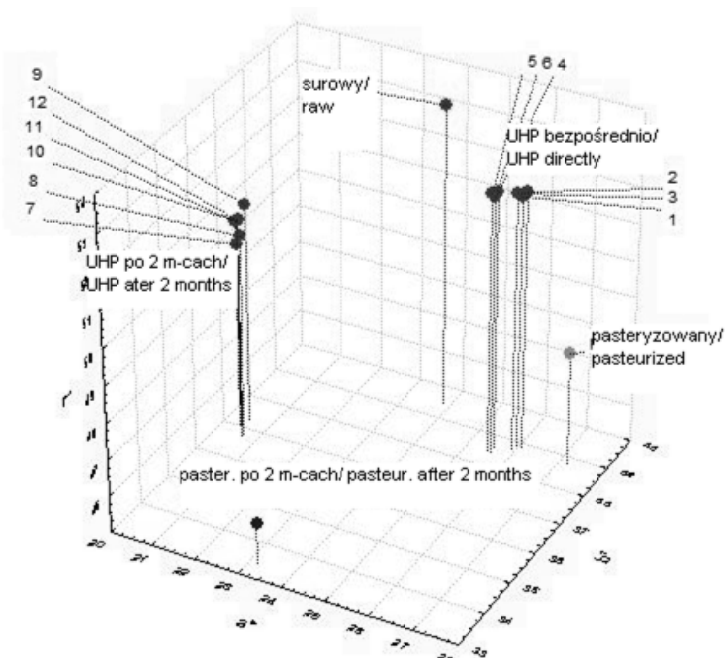
Objaśnienia:/ Explanatory notes:

(1 i 7-300 MPa, 5 min, 2 i 8-300 MPa, 10 min, 3 i 9-300 MPa, 15 min, 4 i 10-500 MPa, 5 min, 5 i 11-500 MPa, 10 min, 6 i 12-500 MPa, 15 min)

Rys. 3. Zmiany parametrów barwy w sokach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

Fig. 3. Changes in colour parameters in strawberry juices during their storage.

W sokach i nektarach dokonano również pomiaru parametrów barwy w systemie CIE $L^*a^*b^*$. Zmiany barwy zachodzące w sokach i nektarach przedstawiono odpowiednio na rys. 3. i 4. Z danych tych wynika, że parametry barwy soków truskawkowych utrwalonych metodą UHP miały bardzo zbliżone wartości do soku surowego niepoddanego procesowi utrwalania. Sok utrwalony metodą pasteryzacji bezpośrednio po procesie wykazywał znaczne zmiany barwy w obrębie parametrów L^* , a^* i b^* w porównaniu z sokiem surowym. Zmiany wszystkich parametrów barwy pogłębiały się w trakcie 60-dniowego przechowywania wszystkich soków, ale największe wystąpiły w sokach pasteryzowanych tradycyjnie. Jednocześnie nie stwierdzono wyraźnych zmian barwy w zależności od stosowanych okresów ciśnieniowania i wysokości ciśnień.



Objaśnienia:/ Explanatory notes:

(1 i 7-300 MPa, 5 min., 2 i 8-300 MPa, 10 min., 3 i 9-300 MPa, 15 min., 4 i 10-500 MPa, 5 min., 5 i 11-500 MPa, 10 min., 6 i 12-500 MPa, 15 min.)

Rys. 4. Zmiany parametrów barwy w nektarach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

Fig. 4. Changes in colour parameters of strawberry nectars during their storage.

Na rys. 4. przedstawiono parametry barwy nektarów utrwalanych różnymi metodami. Stwierdzono, że czas ciśnieniowania nie miał istotnego wpływu na barwę nektarów, natomiast wpływ wysokości stosowanego ciśnienia wystąpił jedynie w próbkach

bezpośrednio po utrwaleniu. Różnice w próbkach, utrwalanych wysokim ciśnieniem, podczas przechowywania polegały głównie na zmianach parametru a^* , natomiast w próbkach pasteryzowanych tradycyjnie wystąpiły wyraźne zmiany w obrębie wszystkich trzech parametrów L^* , a^* oraz b^* .

Wnioski

1. Zastosowane metody utrwalania w istotny sposób wpłynęły na zmniejszenie zawartości antocyjanów w sokach i nektarach w porównaniu z próbkami kontrolnymi.
2. Wielkość stosowanego ciśnienia (300 i 500 MPa) nie miała istotnego wpływu na zawartość antocyjanów i barwę soku i nektaru truskawkowego.
3. Nie stwierdzono istotnego wpływu czasu ciśnieniowania na poziom oznaczanych parametrów jakościowych soków i nektarów truskawkowych (oprócz soków w utrwalanych w ciągu 10 min, przy ciśnieniu 300 MPa).
4. Bezpośrednio po wyprodukowaniu soki i nektary truskawkowe utrwalone metodą UHP charakteryzowały się większą zawartością antocyjanów i niższym indeksem degradacji barwników antocyjanowych w stosunku do prób pasteryzowanych metodą tradycyjną.
5. Podczas 60 dni przechowywania oznaczone parametry jakościowe soków i nektarów truskawkowych (zawartość antocyjanów, indeks degradacji i barwa) ulegały większym zmianom w próbkach utrwalonych metodą UHP, w porównaniu z produktami pasteryzowanymi.
6. Obserwowana większa stabilność przechowalnicza soków i nektarów utrwalonych metodą UHP może mieć charakter zmian mikrobiologicznych tych produktów, co wskazuje na konieczność kontynuowania badań obejmujących analizy mikrobiologiczne.

Literatura

- [1] Baron A., Dénes J.M., Durier Ch.: High-pressure treatment of cloudy apple juice. *Food Sci. Technol.*, 2006, **39**, 1005-1013.
- [2] Buzrul S., Alpas H., Largeteau A., Demazeau G.: Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria innocua* in kiwifruit and pineapple juices by high hydrostatic pressure. *Int. J. Food Microbiol.*, 2008, **124**, 275-278.
- [3] Fuleki T., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. *J. Food Sci.*, 1968, **33**, 72.
- [4] Kostrzewa E.: Wpływ wysokich ciśnień (UHP) na jakość soków owocowych. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2001, **3**, 22-24.
- [5] Lambert Y., Demazeau G., Largeteau A., Bouvier J-M.: Changes in aromatic volatile composition of strawberry after high pressure treatment. *Food Chem.*, 1999, **67**, 7-16.
- [6] Molenda J.: Wybrane niekonwencjonalne metody utrwalania żywności. *Med. Wet.*, 2007, **9**, 63, 1016-1020.

- [7] Oszmiański J., Wojdyło A., Matuszewski P.: Zmiany zawartości związków fenolowych podczas produkcji zagęszczonego soku truskawkowego w warunkach przemysłowych. *Żywność Nauka Technologia. Jakość.*, 2007, **1**, 50, 94-104.
- [8] Partas A., Brunton N.P., Pieve S., Butler F.: Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanins content and colour of strawberry and blackberry purées. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* 2009, **10**, 308-313.
- [9] Rodrigo D., Loey A., Hendrickx M.: Combined thermal and high pressure colour degradation of tomato puree and strawberry juice. *J. Food Eng.*, 2007, **79**, 553-560.
- [10] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 września 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań w zakresie jakości handlowej soków i nektarów owocowych. *Dz. U.* Nr 177, poz. 1735.
- [11] Terefe N.S., Matthies K., Simons L., Versteeg C.: Combined high pressure-mild temperature processing for optimal retention of physical and nutrition quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* 2009, **10**, 297-307.
- [12] Terefe N.S., Yang Y.H., Knoerzer K., Buckow R., Versteeg C.: High pressure and thermal inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in strawberry puree. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* 2010, **11**, 52-60.
- [13] Valdramidis V.P., Graham W.D., Beattie A., Linton M., McKay A., Fearon A.M., Patterson M.F.: Defining the stability interfaces of apple juice: Implications on the optimization and design of High Hydrostatic Pressure treatment. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* 2009, **10**, 396-404.
- [14] Żurawicz E.: Truskawka i poziomka. *Zeszyty Pomologiczne. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa. Zakład Upowszechniania Postępu.*, 1994, 3-24.

APPLICATION OF HIGH HYDROSTATIC PRESSURES (UHP) TO STABILIZE STRAWBERRY JUICES AND NECTARS

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of high hydrostatic pressure (UHP) on the content of anthocyanins and colour characteristics of strawberry juices and nectars.

The experimental material comprised strawberry juices and nectars produced by restoring the concentrated strawberry juice. Extracts (8 and 10 %) of the juice and nectar, respectively, as well as the acidity (5 g/l) and the content of fruit ingredient (40 %) in the nectar were determined in accordance with the 'AIJN' Code of Practice. The products made were stabilized in 180 ml jars (15 min., 85 °C) using a traditional pasteurization method, and a high hydrostatic pressure (300 and 500 MPa) in polyethylene containers, during 5, 10, and 15 minutes, at a temperature of 50 °C. All products were stored at a refrigeration temperature of 4°C away from light. The juices and nectars were analyzed before the stabilization, immediately after the stabilization, and after their 30 and 60 day storage.

In the juices and nectars, there were determined: the content of anthocyanins using a Fuleki and Francis method and the colour parameters in a CIE L*a*b* system. The high pressure applied had a positive effect on the content of anthocyanins in the two products immediately after the process accomplished, but the losses of those components during the storage were higher than in the traditionally pasteurized products. The UHP method used to stabilize the products permitted to more effectively stabilize the original colour of the juices and nectars immediately after the stabilization process and during the storage.

Key words: strawberry, juices, nectars, ultra high pressure (UHP) 