

STANISŁAW KALISZ

WPLYW SPOSOBU OTRZYMYWANIA SOKÓW TRUSKAWKOWYCH NA ZAWARTOŚĆ ANTOCYJANÓW I BARWĘ

Streszczenie

Przedmiotem badań było określenie zmian jakościowych soków truskawkowych przechowywanych przez 1, 2 i 3 miesiące w temp. 4 °C. Sporządzono 4 warianty soków: (1) bez maceracji enzymatycznej miazgi, (2) bez maceracji enzymatycznej miazgi z dodatkiem taxifolinu, (3) po obróbce miazgi Panzymem BE, (4) po obróbce miazgi Panzymem BE z taxifolinem.

W sokach oznaczano zawartość: polifenoli ogółem, antocyjanów, katechin, witaminy C oraz pojemność przeciwutleniającą. Największą zawartością antocyjanów wyróżniał się sok po maceracji miazgi bez dodatków (47,07 mg/100 ml), najwięcej witaminy C zawierał sok po maceracji miazgi z taxifolinem (11,73 mg/100 ml), natomiast największą zawartością polifenoli i katechin odznaczał się sok po maceracji miazgi z taxifolinem (194,1 mg/100 ml i 17,9 mg/100 ml). Spośród badanych soków najwyższą pojemność przeciwutleniającą wykazywał sok po maceracji miazgi z taxifolinem (14,4 μmoli Troloxu/ml).

W trakcie 3-miesięcznego przechowywania stwierdzono zmniejszenie zawartości antocyjanów katechin, witaminy C i polifenoli ogółem, co powodowało obniżenie pojemności przeciwutleniającej. Szybkość degradacji składników oraz zmniejszenie właściwości przeciwutleniających miało najbardziej intensywny przebieg w 1. miesiącu przechowywania.

Słowa kluczowe: truskawki, soki, polifenole, aktywność przeciwutleniająca, taxifolin

Wprowadzenie

Truskawki należą do szlachetnych owoców jagodowych cenionych zarówno przez konsumentów, jak i przemysł przetwórczy. Swoją popularność zawdzięczają one atrakcyjnym walorom sensorycznym oraz zawartości substancji bioaktywnych. Jest to tym istotniejsze, że związki fenolowe ograniczają utlenianie witamin C, E oraz glutationu i innych substancji podatnych na procesy oksydacyjne. Ponadto bogactwo zawartych w truskawkach substancji bioaktywnych (m.in. flawonoidów, fenolokwasów) kształtuje szereg udokumentowanych farmakologicznie i biochemicznie ich właściwości prozdrowotnych, jak np. działanie przeciwutleniające, antykancerogenne, przeciw-

zapalne. Jako źródło naturalnych antyoksydantów truskawki stanowią dla konsumentów pożądaną alternatywę w profilaktyce wielu schorzeń cywilizacyjnych [4, 5, 7, 10, 12, 16].

Owoce te są przetwarzane na mrożonki, dżemy kompoty, koncentraty owocowe jako komponent soków i nektarów. Zbiory truskawek w Polsce stanowią 40 % zbiorów owoców jagodowych z systematyczną tendencją wzrostową na przestrzeni ostatnich pięciu lat. Należy przypuszczać, że uzyskanie tzw. płatności obszarowej z budżetu unijnego dla producentów truskawek i malin do 2012 roku może dodatkowo sprzyjać zwiększaniu upraw. Niestety, jak większość surowców przemysłu owocowo-warzywnego, truskawki są produktem sezonowym, dodatkowo charakteryzującym się małą trwałością po zbiorze, wymagającym niemal natychmiastowego przetworzenia. Pewną cechą niepożądaną jest również fakt, że dojrzałość zbiorcza, konsumpcyjna i przemysłowa truskawek są bardzo zbliżone w czasie [8, 17, 18].

Stosowane procesy przetwórcze pozostają jednak nie bez znaczenia na zawartość składników bioaktywnych w produkcie finalnym. Obróbka enzymatyczna poprawia wydajność tłoczenia oraz poprawia wydobycie polifenoli z tkanek surowca. Zawartość związków polifenolowych zależy m.in. od ich zawartości w surowcu wyjściowym, rodzaju preparatu enzymatycznego stosowanego do maceracji miazgi i warunków prowadzenia procesu [16]. Jak podają Oszmiański i wsp. [10], w stosunku do surowca wyjściowego sok po tłoczeniu zawiera 5 razy mniej związków fenolowych, a klarowanie powoduje dalsze ich zmniejszenie blisko o 1/5. Pozostałe zabiegi, takie jak zagęszczanie i obróbka termiczna oraz przechowywanie produktu finalnego są przyczyną postępującej degradacji połączonych składników. Ponadto część związków tracona jest z surowcami odpadowymi, powstałymi przy przerobie, czego przykładem są wyciąki, będące źródłem wielu cennych składników, jak np. związanych z polisacharydami ścian komórkowych proantocyjanidyn [7, 10, 18].

Przedstawiane w niniejszej pracy badania miały na celu określenie wpływu obróbki enzymatycznej oraz wzbogacania soków truskawkowych w taxifolin na zawartość związków polifenolowych, w tym antocyjanów, katechin oraz witaminy C, a także pojemność przeciwutleniającą soków truskawkowych.

Założono, że realizowane w tym zakresie badania eksperymentalne pozwolą określić wpływ stosowanych dodatków na ochronę połączonych składników. Jednocześnie przystępując do eksperymentów, oczekiwano potwierdzenia celowości wzbogacania soków taxifolinem.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły, otrzymane w skali laboratoryjnej, soki z truskawek w wariantach bez maceracji miazgi i z maceracją miazgi z użyciem preparatu enzymatycznego Panzym BE (firmy Begerow) bez i z dodatkiem przeciwutleniacza do miazgi.

Stosowanym dodatkiem był taxifolin (dihydrokwercytyna) zadany w postaci preparatu Russlavitol TM (firmy Ametis JSC) w dawce 80 mg/kg. Truskawki z Paenzymem BE macerowano przez 2 h w temp. 50 °C w dawce 0,3 ml enzymu/kg owoców. Następnie miazgę tłoczono w laboratoryjnej prasie warstwowej. Otrzymany sok depektynizowano z dodatkiem 0,3 ml Paznyemu BE/I soku przez 1,5 h, wykonując co 30 min próbę alkoholową na obecność pektyn. Po zakończonej depektynizacji sok podgrzewano do temp. 85 °C celem inaktywacji enzymów. Następnie sok filtrowano przez filtr płytowy, stosując płytę filtracyjną K5 oraz środki wspomagające filtrowanie, pod ciśnieniem azotu. Na płytę filtracyjną nanoszono perlit, a do soku zastosowano dodatek ziemi krzemkowej Becogur 3500. Następnie przefiltrowany sok rozlewano do słoików o pojemności 80 ml i poddawano pasteryzacji przez 15 min w temp. 85 °C. Po obróbce termicznej produkt niezwłocznie chłodzono, a następnie przechowywano przez 3 miesiące w temp. 4 °C. Soki pobierano do badań co 30 dni, a analizy przeprowadzano w 3 powtórzeniach, w sokach z 3 odrębnych opakowaniach z tej samej partii.

W sokach oznaczano zawartość polifenoli ogółem, w tym antocyjanów oraz katechin. Wyznaczano jednocześnie półokres rozpadu antocyjanów, indeks ich degradacji, a także pojemność przeciwutleniającą spektrofotometrycznie z użyciem trwałego rodnika 1,1-difenylo-2-pikrylohydrazylu (DPPH).

Zawartość antocyjanów i witaminy C oznaczano metodą HPLC z użyciem zestawu firmy Shimadzu, z detektorem UV-VIS SPD-10A VP, pompy LC-10AT VP, pieca CTO-10AS VP, degazera DEGASEX™ model DG-400 (Phenomenex), współpracującego z programem do zbierania danych Chromax 2003. Rozdział antocyjanów prowadzono przy użyciu kolumny Luna 5 µm C18(2) 250 x 4,6 mm (Phenomenex), a witaminy C stosując kolumnę Onyx Monolithic C18, 100 x 4,6 (Phenomenex), przy przepływie 1 ml/min w temp. 25 °C. Fazę ruchomą przy oznaczaniu antocyjanów stanowiła mieszanina woda : acetonitryl : kwas mrówkowy (810:90:100; v/v/v), a przy oznaczaniu witaminy C 0,1 % H₃PO₄. Rejestrację antocyjanów prowadzono przy λ = 520 nm, zaś witaminy C przy 254 nm. Końcową zawartość antocyjanów przeliczano na cyjanidyno-3-glukozyd. Przed nastrzykiem na szczyt kolumny HPLC próbki oczyszczano używając minikolumn Sep-Pak C18 firmy Waters, z wykorzystaniem systemu Baker SPE 12G.

Wyznaczano również indeks degradacji antocyjanów metodą Francisa-Fuleki [1] i obliczano półokres rozpadu antocyjanów. Zawartość polifenoli ogółem oznaczano metodą Gao [2], wyrażając wynik w przeliczeniu na kwas galusowy, a zawartości katechin metodą Swaina i Hillisa [15]. Parametry barwy oznaczano w świetle przechodzącym, używając kolorymetru Konica Minolta CM-3600d, w kuwetach szklanych o grubości 1 cm. Pomiary prowadzono w systemie CIE L*a*b*, stosując typ obserwatora 10° oraz iluminant D65. Pomiar właściwości przeciwutleniających soków prowadzono wobec rodników 2,2 difenyl-1-pikrylohydrazylowych (DPPH) metodą Yena oraz

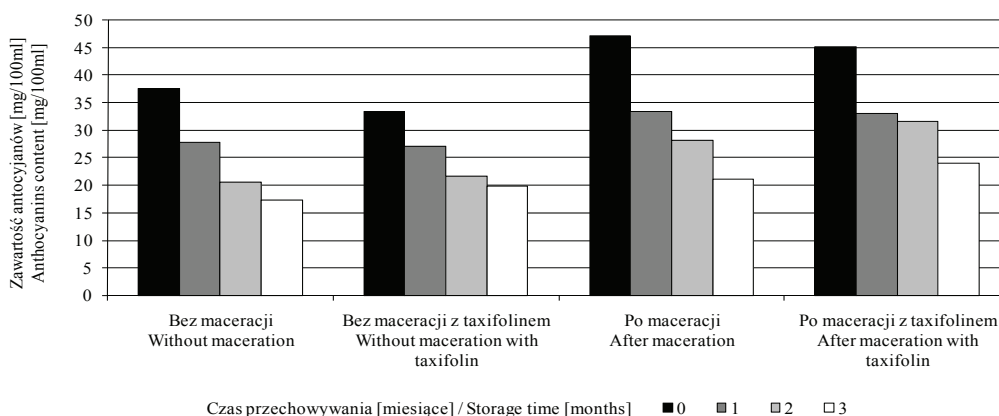
Chena, a ubytek rodników DPPH obliczano na podstawie krzywej wzorcowej względem troloxu [19].

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji. Istotność różnic określano za pomocą testu t-Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Uwzględniając analizę regresji oraz szybkość reakcji I rzędu wyliczano półokres rozpadu antocyjanów.

Wyniki i dyskusja

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki stanowią część eksperymentu nad możliwością ochrony substancji bioaktywnych w surowcach poprzez dodatek substancji pochodzenia roślinnego.

Jednoznacznie wykazano, że obróbka enzymatyczna miazgi nie tylko zwiększyła wydajność procesu, ale także znacząco podniosła wydobycie substancji biologicznie aktywnych z surowca. Stwierdzono statystycznie istotne różnice zawartości antocyjanów między sokami tłoczonymi z miazgi niemacerowanej a podawanej obróbce enzymatycznej (p -Value = 0,0012). W sokach uzyskanych bez maceracji miazgi w wariancie bez dodatków i przy wzbogacaniu soku w taxifolin początkowa zawartość antocyjanów wynosiła odpowiednio 37,6 oraz 33,4 mg/100ml (rys. 1).



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

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

Obróbka enzymatyczna miazgi przyczyniła się do wzrostu wydobycia antocyjanów z surowca do poziomu 47,1 mg/100 ml w soku kontrolnym i 45,2 mg/100 ml w soku z taxifolinem. Nieznacznie mniejsze zawartości antocyjanów w początkowych sokach wzbogacanych wynikają z zabiegów związanych z dozowaniem i mieszaniem z preparatem. Należy jednak zaznaczyć, że półokres rozpadu barwników antocyjanowych w sokach z taxifolinem był 1,5-krotnie niższy w porównaniu z sokami wzboga-

canyami (odpowiednio półokres rozpadu barwników antocyjanowych wyniósł 90 ± 1 dzień i 134 ± 2 dni) (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość katechin, indeks degradacji antocyjanów oraz półokres ich rozpadu w sokach truskawkowych w trakcie ich przechowywania.

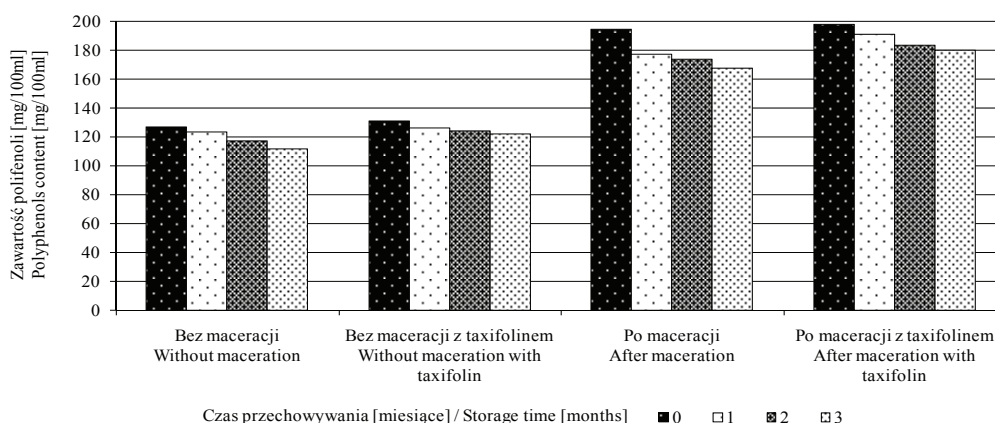
Content of catechins, index degradation of anthocyanins, and semi-period of their disintegration in strawberry juices during storage.

Rodzaj próbki Kind of sample	Parametry / Parameters	Czas przechowywania [miesiące] Storage times [months]			
		0	1	2	3
Bez maceracji Without maceration	Katechiny / Catechins [mg %]	12,2	7,4	5,9	4,8
	Indeks degradacji antocyjanów Degradation index of anthocyanins	1,14	1,20	1,24	1,28
	Półokres rozpadu antocyjanów [dni] Semi-period of the disintegration of anthocyanins [days]	89			
Bez maceracji z taxifolinem Without maceration with taxifolin	Katechiny / Catechin [mg %]	11,8	10,3	7,9	5,2
	Indeks degradacji antocyjanów Degradation index of anthocyanins	1,15	1,20	1,22	1,23
	Półokres rozpadu antocyjanów [dni] Semi-period of the disintegration of anthocyanins [days]	136			
Po maceracji After maceration	Katechiny / Catechin [mg %]	17,3	15,9	11,2	9,0
	Indeks degradacji antocyjanów Degradation index of anthocyanins	1,14	1,21	1,25	1,31
	Półokres rozpadu antocyjanów [dni] Semi-period of the disintegration of anthocyanins [days]	91			
Po maceracji z taxifolinem After maceration with taxifolin	Katechiny / Catechin [mg %]	17,9	16,5	15,0	12,3
	Indeks degradacji antocyjanów Degradation index of anthocyanins	1,16	1,24	1,25	1,27
	Półokres rozpadu antocyjanów [dni] Semi-period of the disintegration of anthocyanins [days]	132			

Wykazano, że proces przechowywania soków istotnie wpłynął na zmniejszenie zawartości antocyjanów wraz z wydłużaniem okresu składowania. Największe ubytki oraz zmiany degradacyjne badanych związków odnotowano po pierwszym miesiącu

składowania. Zależności te potwierdził także wzrost indeksu degradacji, szczególnie dynamiczny na początku przechowywania uzyskanego produktu. Po 4 miesiącach w badanych sokach pozostało jedynie od 17 % (sok bez obróbki enzymatycznej miazgi bez dodatków) do 24 % (sok po obróbce enzymatycznej miazgi z taxifolinem) wyjściowej zawartości antocyjanów. Ubytki barwników antocyjanowych w czasie są przede wszystkim spowodowane niską stabilnością dominujących w składzie truskawek pelargonidyn, które stanowiły 97 ± 1 % ogólnej ilości barwników w badanym produkcie. Jak podają Oszmiański i wsp. [10], wynika to bezpośrednio z budowy chemicznej (jedna grupa hydroksylowa w pierścieniu B) i wysokiej reaktywności tych związków.

Barwniki antocyjanowe stanowią jedną z grup związków polifenolowych, dlatego oznaczano również zawartość polifenoli ogółem (rys. 2) oraz katechin (tab. 1). Wyjściowe soki truskawkowe zawierały polifenole w ilości 126,8 (sok bez maceracji bez dodatków) 130,6 (sok bez maceracji z taxifolinem), 194,1 (sok po maceracji bez dodatków) i 197,4 mg/100 ml (sok po maceracji z taxifolinem).



Rys. 2. Zmiany zawartości polifenoli ogółem w sokach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

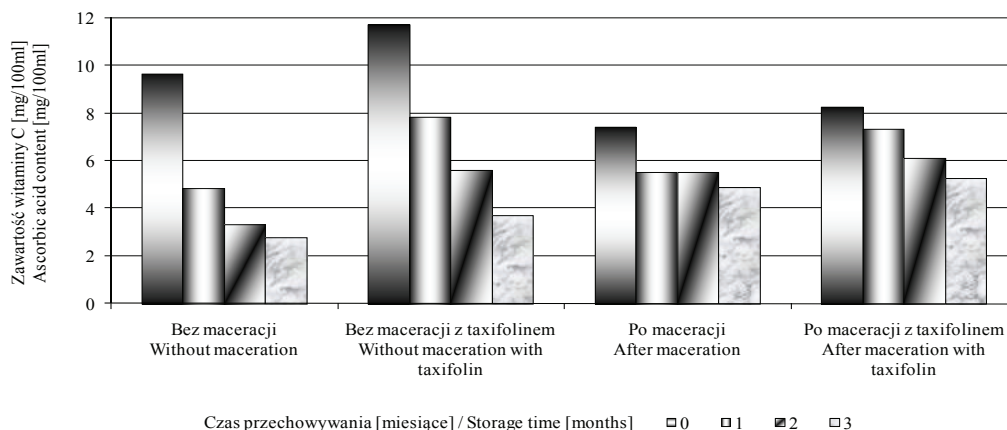
Fig. 2. Changes in contents of polyphenols in strawberry juices during storage.

Po 4-miesięcznym przechowywaniu soków w warunkach chłodniczych pozostało od 86 % (sok po maceracji bez dodatków) do 93 % (sok bez maceracji z taxifolinem) początkowej zawartości badanych związków. Podczas składowania soków zaobserwowano statystycznie istotne zmiany zawartości polifenoli (p -Value = 0,0005) i, analogicznie jak w przypadku polifenoli, najwyższą dynamikę ubytku ich ilości stwierdzono po pierwszym miesiącu. Próbkę soków uzyskanych z miazgi niepoddanej obróbce enzymatycznej stanowiły grupę homogenną. Produkty wytworzone w wariacie z maceracją miazgi bez i z dodatkiem przeciwutleniacza tworzyły dwie odrębne grupy

statystyczne, co potwierdza tezę, że większej zawartości polifenoli sprzyjała zarówno obróbka enzymatyczna miazgi, jak i dodatek taxifolinu. Pozytywny wpływ zastosowania preparatów enzymatycznych wykazali m.in. Szajdek i wsp. [16], a korzystny efekt wzbogacania soków w inne związki odnotowano zarówno w literaturze, jak i w licznych badaniach własnych prowadzonych w tym zakresie [9, 18]. We wcześniejszych pracach eksperymentalnych autor obserwował stosunkowo małe wahania całkowitej zawartości polifenoli, efekt ten stwierdzony był także przez innych badaczy [3]. Należy dodać, że powszechnie wykorzystywana przez eksperymentatorów metoda z odczynnikiem Folina-Ciocalteu'a, z uwagi na możliwość reagowania z witaminą C, białkami i innymi związkami, utrudnia precyzyjne określenie zmian związków polifenolowych [13].

W grupie badanych związków polifenolowych oznaczano również katechiny (tab. 1). Wykazano, że próbki soków tłoczonych z miazgi poddanej obróbce enzymatycznej statystycznie różniły się od próbek otrzymanych z miazgi niemacerowanej. W sokach wyjściowych bez obróbki miazgi oznaczono 12,2 i 11,8 mg/100 ml tych związków (wariant bez i z dodatkiem taxifolinu). Natomiast w sokach z miazgi traktowanej enzymem początkowa zawartość katechin wynosiła 17,3 oraz 17,9 mg/100 ml (wariant bez i z dodatkiem taxifolinu). Podczas przechowywania chłodniczego nastąpiło zmniejszenie zawartości katechin, a szczególnie istotne różnice w tym zakresie odnotowano w środkowym okresie przechowywania. Zawartość katechin jest szczególnie istotna z uwagi na fakt, że uważa się je za najsilniejsze zmiatacze rodników ponadtlenkowych wśród opisanych flawonoidów. Ponadto, jak podaje Steward [14], szacuje się że związki te w 40 ÷ 50 % kształtują właściwości przeciwutleniające truskawek. Pozostały wkład w potencjał przeciwutleniający wnoszą inne związki polifenolowe oraz witamina C. Jak podają Sembratowicz i Czech [12], kwas askorbinowy stanowi pierwszą linię obrony przed rodnikami występującymi w fazie wodnej, uzupełniając ochronę przed stresem oksydacyjnym w organizmie.

Zawartość witaminy C w otrzymanych sokach kształtowała się od 7,45 mg/100 ml w wariacie bez maceracji miazgi bez dodatków do 11,73 mg/100 ml w wariacie z dodatkiem taxifolinu (rys. 3). Soki otrzymane bez i z enzymatyczną obróbką miazgi zasadniczo różniły się od siebie pod względem badanej cechy, stanowiąc dwie odrębne grupy jednorodne. Wynika to m.in. z faktu, że polifenole w sokach wykazują stabilizujące działanie wobec kwasu askorbinowego [11].



Rys. 3. Zmiany zawartości witaminy C w sokach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

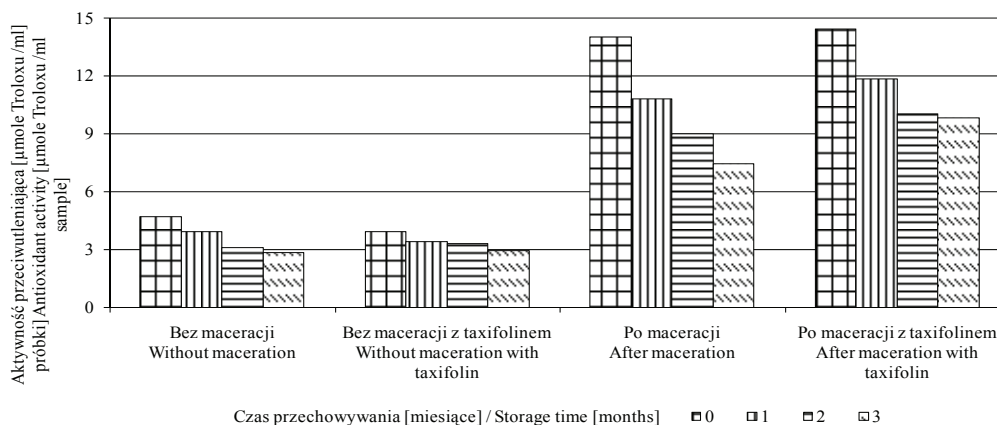
Fig. 3. Changes in contents of vitamin C in strawberry juices during storage.

Po 3 miesiącach przechowywania w sokach zostało odpowiednio około 30 i 60 % początkowej zawartości witaminy C. Wykazano, że przechowywanie powodowało zmniejszenie zawartości badanego składnika, przy czym najintensywniejsze zmiany odnotowano w pierwszym miesiącu. Zarówno sposób przygotowania miazgi, jak i czas przechowywania istotnie wpływały na zawartość witaminy C (p-Value = 0,0018).

Bezpośrednio po otrzymaniu aktywność przeciwutleniająca soków truskawkowych wynosiła 4,7 μ moli Troloxu/100 ml (sok bez maceracji, bez dodatków) 3,9 μ moli Troloxu/100 ml (sok bez maceracji, z taxifolinem), 14,0 μ moli Troloxu/100 ml (sok po maceracji, bez dodatków) i 14,4 μ moli Troloxu/100 ml (sok po maceracji, z taxifolinem) (rys. 3). Maceracja miazgi na skutek lepszego wydobycia składników istotnie zwiększyła aktywność wygaszania rodników DPPH. Soki te miały ponad 3-krotnie większy potencjał przeciwutleniający niż próbki uzyskane z miazgi niepoddanej obróbce enzymatycznej, co na analogicznym poziomie odnotowali również Szajdek i wsp [16]. W dużej mierze za aktywność przeciwutleniającą odpowiadają bowiem związki polifenolowe. Jednak ich właściwości przeciwutleniające wiążą się ściśle z budową chemiczną i zależą od liczby grup w pierścieniu fenolowym oraz ich połączenia z cukrami [6, 12, 14].

Przechowywanie soków wiązało się ze zmniejszeniem zawartości składników bioaktywnych i skutkowało istotnym obniżeniem aktywności przeciwutleniającej (p-Value = 0,0085). Analogicznie, jak w przypadku polifenoli, w tym antocyjanów oraz witaminy C, największe zmiany aktywności przeciwutleniającej zachodziły w czasie pierwszego miesiąca składowania, której wartości stanowiły statystycznie odrębną grupę homogenną. Przechowywane soki w porównaniu z próbkami kontrolnymi

mi zachowały swoje właściwości przeciwutleniające w 52,9 (sok bez maceracji z taxifolinem) do 74,4 % (sok po maceracji bez dodatków).



Rys. 3. Zmiany aktywności przeciwutleniającej w sokach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

Fig. 3. Changes in antioxidant capacity in strawberry juices during storage.

Tabela 2

Parametry barwy soków z truskawek w systemie CIE L*a*b* w trakcie ich przechowywania.
Colour parameters of strawberry juices in the CIE LAB system during storage.

Czas przechowywania [miesiące] Storage time [months]	Parametry barwy / Colour parameters											
	Bez maceracji Without maceration			Bez maceracji z taxifolinem Without maceration with taxifolin			Po maceracji After maceration			Po maceracji z taxifolinem After maceration with taxifolin		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	36,32	63,97	62,43	36,49	64,00	62,75	28,26	60,15	48,50	26,98	59,48	46,48
1	36,04	62,54	61,78	35,69	62,11	60,96	26,67	57,72	45,93	26,78	58,10	42,68
2	34,86	61,06	59,57	35,57	61,49	60,89	23,51	54,63	40,18	24,78	56,38	40,14
3	34,40	60,27	58,84	35,14	61,12	60,11	23,19	53,91	35,78	22,13	52,13	36,52

Poziom zawartości i przemiany badanych związków pozostają nie bez znaczenia również na cechy sensoryczne, w tym barwę. Wykonano pomiary barwy soków w świetle przechodzącym metodą fotokolorymetryczną w systemie CIE L*a*b*. Uzyskane wyniki wykazały duże zróżnicowanie pomiędzy próbkami bez i z maceracją miążgi (tab. 2).

Obróbka enzymatyczna i zachodzące wraz z nią procesy spowodowały, że sok tłoczony z miazgi traktowanej preparatem enzymatycznym wykazywał mniejszą jasność. Nastąpiło zmniejszenie wartości parametrów a^* i b^* , co świadczy o obniżeniu w nim udziału barwy czerwonej oraz wzroście udziału barwy żółtej. Zmiany barwy wskazują na zachodzenie negatywnych procesów brązowienia produktu. Jednocześnie zauważono, że proces składowania skutkowało obniżeniem wartości wszystkich parametrów L^* , a^* , b^* , co świadczy o pogłębianiu się negatywnych zmian.

Wnioski

1. Soki wzbogacone w taxifolin, zadany w postaci preparatu Russlavitol TM, charakteryzowały się 1,5-krotnie dłuższym półokresem rozpadu antocyjanów w porównaniu z sokami wyjściowymi.
2. Sok po maceracji miazgi z taxifolinem, w porównaniu z pozostałymi, wykazywał największą zawartość polifenoli i katechin (194,1 mg/100 ml i 17,9 mg/100 ml).
3. Maceracja miazgi znacząco zwiększyła efektywność wydobycia substancji biologicznie czynnych z surowca.
4. Soki uzyskane z miazgi poddanej obróbce enzymatycznej statystycznie istotnie różniły się od soków tłoczonych z miazgi niemacerowanej w zakresie wszystkich badanych cech (zawartości polifenoli ogółem, w tym antocyjanów, katechin oraz zawartości witaminy C i aktywności przeciwutleniającej).
5. Soki z obróbką enzymatyczną miazgi wykazywały ponad 3-krotnie wyższy potencjał przeciwutleniający niż soki tłoczone z miazgi niemacerowanej.
6. Przechowywanie powodowało zmniejszenie zawartości składników bioaktywnych, a największe zmiany zachodziły w pierwszym miesiącu przechowywania.

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego MNiSW Nr: N N312 2191 33. Była ona prezentowana podczas XIII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Łódź, 28 - 29 maja 2008 r.

Literatura

- [1] Fuleki T., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. *J. Food Sci.*, 1968, **33**, 72.
- [2] Gao X., Ohlander M., Jeppsson N., BjörTrajkovski V.: Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) during maturation. *J. Agr. Food Chem.*, 2000, **48**, 1485-1490.
- [3] Häkkinen S, Törrönen AR.: Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res Int.*, 2000, **33 (6)**, 517-24.
- [4] Kusznierewicz B., Wolska L., Bartoszek A., Namieśnik J.: Charakterystyka polifenoli: występowanie, właściwości, przegląd metod analitycznych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, **1**, 81-92.
- [5] Macheix J.J., Fleuriet A., Billot J.: Fruit phenolics. CRC Press, 1990, pp. 41 – 43, 88, 117.

- [6] Mitek M., Gasik A.: Polifenole w żywności. Właściwości przeciwutleniające. *Przem. Spoż.*, 2007, **9**, 36-44.
- [7] Nawirska A, Sokół-Lętowska A., Kucharska A.: Właściwości przeciwutleniające wyłoków z wybranych owoców kolorowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **4 (53)**, 120-125.
- [8] Nosecka B., Mierwiński J., Smoleński T., Stępka G, Strojewska I., Szczepaniak I., Świetlik J.: Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy. IERiGŻ, Warszawa, 2007, **31**, 8-16.
- [9] Oszmiański J., Kalisz B., Kalisz S.: Influence of skullcap flavones on colour, anthocyanin stability and antioxidant activity of some berry juices. *Fruit Proc.*, 2001, **12**, 512.
- [10] 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.
- [11] Rabovsky A., Cuomo J., Eich N.: Measurement of plasma antioxidant reserve after supplementation with various antioxidants in healthy subjects. *Clin. Chim. Acta*, 2006, **371**, 55-60.
- [12] Sembratowicz I., Czech A.: Naturalne przeciwutleniacze występujące w żywności. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2005, **1**, 75-88.
- [13] Singh D., Srivastava B., Sahu A.: Spectrophotometric determination of ajmaline and brucine by Folin Ciocalteu's reagent, *J. Serb. Chem. Soc.*, 2003, **68**, 685-690.
- [14] Stewart D., Deighton N., Davies H. V.: Antioxidants in soft fruit. <http://www.scri.sari.ac.uk/Document/AnnReps/01Indiv/15Antiox.pdf>. *Plant Biochem. Cell Biol.*, 94-98.
- [15] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*, I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Food Sci. Technol.*, 1959, **10**, 63-67.
- [16] Szajdek A., Dąbrowska E, Borowska E.: Wpływ obróbki enzymatycznej miazgi owoców jagodowych na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą soku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **4 (49)**, 59-67.
- [17] Walkowiak-Tomeczak D.: Wpływ procesu mrożenia na jakość restrukturyzowanych truskawek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **2 (51)**, 126-133.
- [18] Wojdyło A., Oszmiański J., Bober I.: The effect of addition of chokeberry, flowering quince fruits and rhubarb juice to strawberry jams on their polyphenol content, antioxidant activity and colour. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **227**, 1043-1051.
- [19] Yen G-C, Chen H-Y: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 27-32.

EFFECT OF PRODUCTION METHOD OF STRAWBERRY JUICES ON THE CONTENT OF ANTHOCYANINS AND COLOUR

Summary

The objective of the study was to determine quality changes in strawberry juices stored at 4 °C during a period of 1, 2, and 3 months. Four (4) juice variants were prepared: (1) without mash maceration; (2) without mash maceration and with the addition of taxifolin; (3) after mash maceration using a Panzym BE enzymatic preparation; and (4) after mash maceration using a Panzym BE enzymatic preparation with taxifolin.

In the juices studied, the contents of the following components were determined: total polyphenolic, anthocyanins, catechins, vitamin C; the antioxidant activity was also analysed. The juice after mash maceration and without any additions was characterized by the highest total content of anthocyanins (47.07

mg/100 ml); the juice after mash maceration and with the addition of taxifolin had the highest content level of vitamin C (11.73 mg/100 ml). Furthermore, this juice (after mash maceration and with taxifolin) had the highest content of polyphenols and catechin (194.1 mg/100 ml and 17.9 mg/100 ml, respectively). Among the juices studied, the highest antioxidant activity (14.4 $\mu\text{mol Troloxu/ml}$) was found in the juices after mash maceration and with taxifolin added.

While storing the juices analyzed for 3 months, it was also found that the contents of anthocyanins, catechins, vitamin C, and total polyphenols were reduced, and this fact had an effect of a lower antioxidant activity. The degradation rate of components and the decrease in the antioxidant properties were most intense during the first month of storing the juices.

Key words: strawberry, juices, polyphenols, antioxidant activity, taxifolin ☒