

STANISŁAW KALISZ, MICHAŁ WOLNIAK

## ZMIANY WYBRANYCH WYRÓŻNIKÓW JAKOŚCIOWYCH PODCZAS PRZECHOWYWANIA SOKÓW ODTWARZANYCH Z KONCENTRATÓW

### Streszczenie

Celem pracy było określenie zmian zawartości polifenoli ogółem, w tym antocyjanów oraz aktywności przeciwutleniającej odtwarzanych z koncentratów soków truskawkowych i z czarnych porzeczek bez dodatków oraz wzbogacanych preparatem pektyn wysoko metylowanych, przechowywanych w temp. 20°C bez dostępu światła. W trakcie 4-miesięcznego przechowywania stwierdzono ubytek zawartości antocyjanów i polifenoli ogółem, co powodowało obniżenie się pojemności przeciwutleniającej.

Zawartość antocyjanów badano metodą HPLC. Pomiar zdolności wygaszania wolnych rodników wykonano metodą EPR przy użyciu stabilnego rodnika DPPH (1,1-difenyl-2-pikrylohydrazylu). Stwierdzono, że dodatek pektyn znacznie spowalnia obniżanie aktywności przeciwutleniającej. Bezpośrednio po wytworzeniu pojemność przeciwutleniająca próbek soków z czarnych porzeczek z dodatkiem pektyny, jaki i kontrolnych była zbliżona i wynosiła odpowiednio 3,48 i 3,41 mM Troloxu/100 ml. Jednak po 4 miesiącach wartości te wynosiły już 3,29 oraz 3,01 mM Troloxu/100 ml, co świadczy o stabilizującym wpływie dodatku pektyn.

**Słowa kluczowe:** truskawki, czarne porzeczki, soki, antocyjany, aktywność przeciwutleniająca, EPR, wolne rodniki

### Wprowadzenie

W ciągu ostatnich dziesięciu lat obserwuje się wyraźne tendencje wzrostowe w zakresie produkcji pitnych soków owocowych, napojów i nektarów [8]. W warunkach polskich soki owocowe są najczęściej otrzymywane z zagęszczonych soków owocowych przez odtworzenie udziału wody usuniętej w czasie zagęszczania. Jednocześnie następuje przywrócenie aromatu odzyskanego w czasie przerobu, dzięki czemu uzyskuje się produkt o cechach charakterystycznych dla gatunku owoców z jakiego

---

*Dr inż. S. Kalisz, Zakład Technologii Owoców i Warzyw, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, Dr M. Wolniak, Zakład Chemii Fizycznej, Wydz. Farmaceutyczny Akademii Medycznej w Warszawie, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa*

otrzymano koncentrat lub półkoncentrat [11]. Niestety, niektóre z cech sensorycznych i fizykochemicznych mogą ulegać obniżeniu podczas otrzymywania półproduktów i wyrobów finalnych, jak i ich składowania. Uwarunkowania techniczno-technologiczne i ekonomiczne spowodowały odejście od produkcji półkoncentratów. Rozwój technologiczny pozwoli na efektywne zwiększenie stopnia zagęszczania, co jednak przy wrażliwych surowcach jagodowych może skutkować nieco większymi zmianami degradacyjnymi barwy aniżeli miało to miejsce przy uzyskiwaniu półkoncentratów, jednak sprzyja osiąganiu korzyści ekonomicznych przy przechowywaniu. Jeżeli pozwala na to potencjał techniczny zakładu, celem zniwelowania negatywnych zmian, koncentraty z surowców szczególnie wrażliwych, np. truskawek czy malin, składa się w temperaturach zamrażalniczych.

Podczas przetwarzania i przechowywania żywności może dochodzić również do zmniejszenia zawartości substancji biologicznie aktywnych, szeroko rozumianych polifenoli, w tym antocyjanów, a także fenolokwasów i innych ważnych związków, jak np. witaminy C. W wyniku bezpośredniej kondensacji antocyjanów i flawanoli, podczas przerobu i składowania żywności pochodzenia roślinnego dochodzi także do reakcji kondensacji wywołujących zmiany barwy. Jednakże niekorzystne zmiany w żywności mogą być ograniczone przez prawidłowe prowadzenie procesów przetwórczych, a szczególnie właściwe przechowywanie i obrót, co interesuje zarówno konsumentów, jak i przetwórców. Skłoniło to do poszukiwania sposobów, które pozwoliłyby na stabilizację pożądaných składników bez zmniejszania ich dostępności biologicznej. Stałość prozdrowotnych składników żywności uważa się bowiem za jeden z warunków rozwoju żywności funkcjonalnej [4, 6, 10, 13].

Ograniczenie degradacji antocyjanów można uzyskać obniżając temperaturę przechowywania, ograniczając dostęp tlenu i światła, jak również na drodze ich międzycząsteczkowych interakcji z hydrokolidami. Dochodzi wówczas do zamknięcia cząsteczek antocyjanów w strukturze żelu, jednak do końca mechanizm ten nie został jeszcze wyjaśniony [4]. Efekt ochronny pektyn w stosunku do antocyjanów i innych związków polifenolowych uzyskano również we wstępnych badaniach własnych [6, 13]. Dodatek preparatów pektynowych powoduje wzrost lepkości, co w efekcie utrudnia wymianę reagentów, a tym samym wpływa na tempo reakcji. Jednakże duża ilość zmiennych wpływających na stabilność i zachowalność antocyjanów uzasadnia konieczność prowadzenia dalszych badań, które pozwolą na lepsze ich zachowanie w produkcie finalnym, a tym samym zwiększenie jego wartości żywieniowej. Dotychczas prowadzone prace badawcze w głównej mierze dotyczyły badań na sokach otrzymywanych bezpośrednio z surowca. W celu odniesienia wyników badań do warunków przemysłowych postanowiono przeprowadzić prace badawcze na sokach odtwarzanych z koncentratów.

Celem pracy było określenie wpływu wzbogacania soków odtwarzanych z koncentratów z truskawek i czarnych porzeczek preparatem pektyn wysoko metylowanych na zachowalność antocyjanów, polifenoli, witaminy C oraz właściwości przeciwutleniających i zmiany barwy w trakcie 4-miesięcznego przechowywania w temp. 20°C bez dostępu światła.

### Material i metody badań

Material badawczy stanowiły soki odtwarzane z koncentratów truskawkowych (64,5 Bx) i z czarnej porzeczek (65,2 Bx), przygotowane w skali laboratoryjnej. Zgodnie z zaleceniami kodeksu praktyki do oceny soków owocowych i warzywnych [7], ekstrakt soku truskawkowego ustalono na poziomie 7 Bx, zaś z czarnej porzeczek 11,6 Bx. Z soku przygotowano próbki w wariantach: bez dodatków i z dodatkiem 0,1% preparatu pektyny wysoko metylowanej WECJ A3. Sok rozlano do 200 ml słoików i pasteryzowano 20 min w temp. 90°C. Po obróbce termicznej produkt schłodzono i przechowywano przez 4 miesiące w temp.  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  bez dostępu światła. Soki badano co 60 dni, a analizy przeprowadzano na 3 odrębnych opakowaniach z tej samej partii.

Badania analityczne obejmowały oznaczenie zawartości polifenoli, w tym antocyjanów. Wyznaczano też półokres ich rozpadu oraz określano aktywność przeciwutleniającą z użyciem techniki EPR. Zawartość antocyjanów oznaczano metodą HPLC z użyciem zestawu firmy Shimadzu, składającym się z detektora 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. Do rozdzielania używano kolumny Luna 5  $\mu\text{m}$  C18(2) 250 x 4,6 mm (Phenomenex), przy przepływie 1 ml/min w temp. 25°C. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina woda : acetonitryl : kwas mrówkowy (810:90:100; v/v/v). Rejestrację antocyjanów prowadzono przy  $\lambda = 520$  nm. Identyfikacji związków dokonywano na podstawie widm oraz czasów retencji porównywanych z wzorcami. Końcową zawartość antocyjanów przeliczano na cyjanidyno-3-glukozyd. Przed nastrzykiem próbki oczyszczano w minikolumnach Sep-Pak C18 firmy Waters. W badanych sokach oznaczano również zawartość witaminy C metodą HPLC, używając identycznego zestawu w tych samych warunkach detekcji przy 254 nm, a jako eluent stosowano 0,1%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Wyznaczano również indeks degradacji antocyjanów metodą Francisa-Fuleki [2]. Pomiar zawartości polifenoli ogółem wykonywano wg metody Gao [3], wyrażając wynik w przeliczeniu na kwas galusowy.

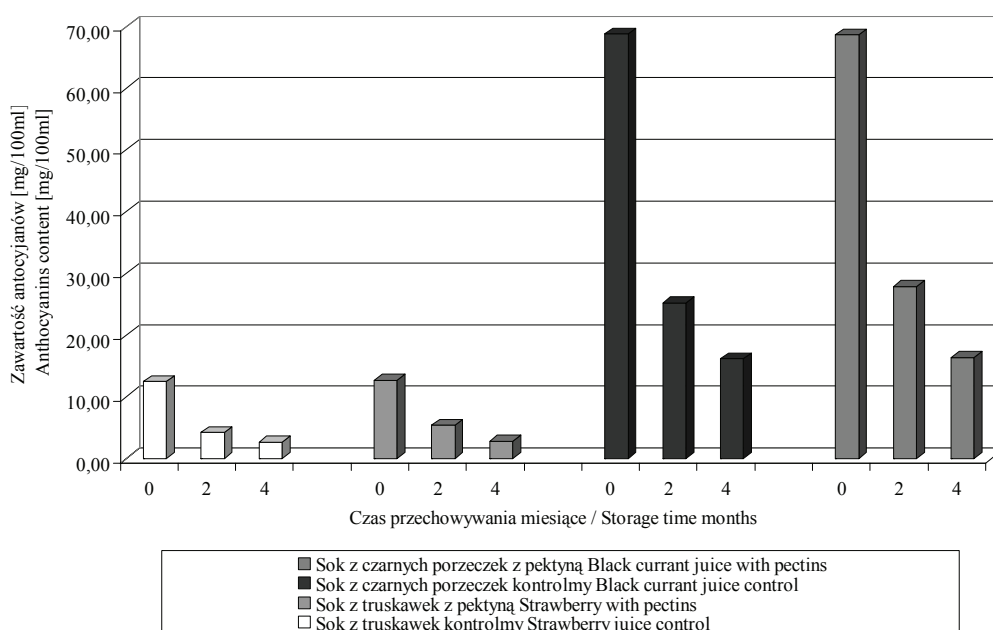
Parametry barwy oznaczano w świetle przechodzącym, przy użyciu kolorymetru Konica Minolta CM-3600d, w kuwetach szklanych o grubości 1 cm. Pomiar prowadzono w systemie CIELAB, stosując typ obserwatora  $10^\circ$  oraz iluminant  $D_{65}$ .

Pomiar właściwości przeciwutleniających soków prowadzono metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego EPR, z użyciem trwałego rodnika 1,1-difenylo-2-

pikrylohydrazylu (DPPH). Pomiary prowadzono w spektrometrze firmy Bruker ELEXSYS E 500 pracującym metodą fali ciągłej. Do badań używano komory rezonansowej SHQE - Super High Q cavity. Rejestracji widm dokonywano przy następujących parametrach:  $Q$  (stosunek  $\nu_{\text{rez}}$  do  $\Delta\nu$ ) = 4800, częstotliwość rezonansowa – 9,44 GHz, moc – 20 mW, indukcja magnetyczna  $B$  – 3366 G, szerokość przemiatania – 400 G, czas przemiatania – 41,17 s, częstotliwość modulacji – 100 kHz, amplituda modulacji – 2 G, czułość odbiornika – 68 dB. Sygnał wzorca DPPH stanowił roztwór DPPH w metanolu o stężeniu 2,421 mmol/dm<sup>3</sup>. Do 5 ml wzorca dodawano po 50  $\mu$ l soku, intensywnie wytrząsano i szczelnie zamknięte próbki pozostawiano w zaciemnionym miejscu. Intensywność integralną sygnału liczone programem do obróbki widm EPR firmy Bruker. Korzystając z metody najmniejszych kwadratów, ilość wygaszonego DPPH przeliczano na równoważniki Troloxu [mM/100 ml].

## Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone badania laboratoryjne z zastosowaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej pozwoliły na precyzyjne określenie w sokach zawartości antocyjanów (rys. 1). Szczególnie interesujące było sprawdzenie wpływu preparatów pektynowych na stabilność związków antocyjanowych soków.



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

Fig. 1. Changes of anthocyanins contents in strawberry and black currant juices during storage.

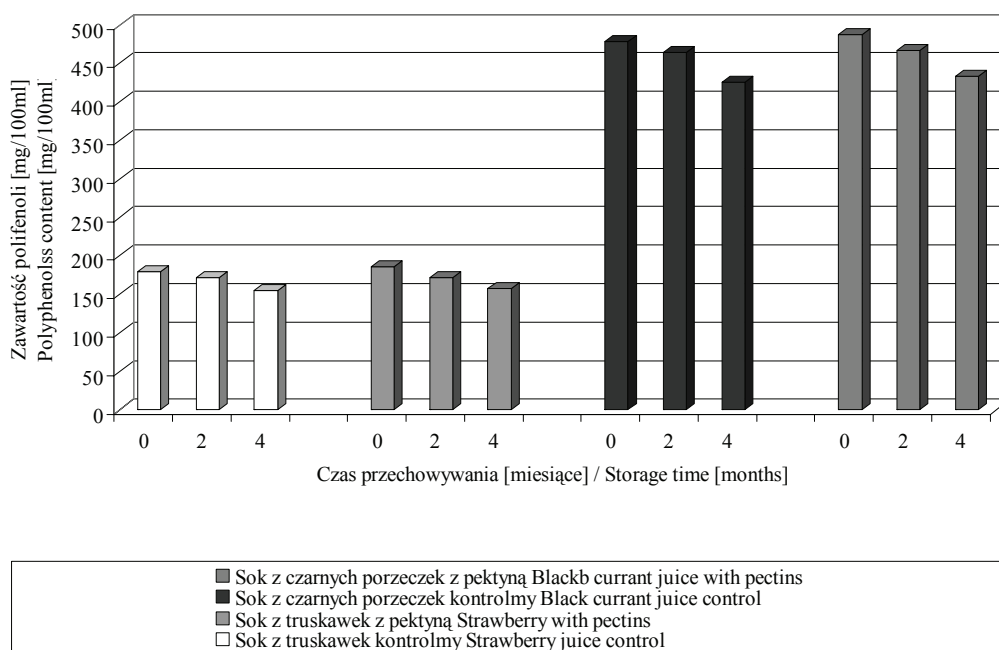
Odtwarzane z koncentratów kontrolne soki truskawkowe, bezpośrednio po ich otrzymaniu, zawierały 12,6 mg antocyjanów/100 ml. Z kolei soki wzbogacone preparatem pektyny wysoko metylowanej zawierały 12,7 mg antocyjanów/100 ml. W przypadku soków z czarnych porzeczek całkowita zawartość antocyjanów wyrażona jako cyjanidyno-3-glukozyd w soku kontrolnym kształtowała się na poziomie 68,8 mg/100 ml, zaś w soku wzbogacającym pektyną 68,6 mg/100 ml. W ciągu 4-miesięcznego przechowywania soków w temperaturze pokojowej, niezależnie od wariantu soku, odnotowano 78% ubytki barwników antocyjanowych w produktach truskawkowych (pozostało średnio 12,7 mg/100 ml) i 76% w sokach z czarnych porzeczek (pozostało średnio 16,2 mg/100 ml). W sokach truskawkowych na skutek przemian podczas przechowywania nastąpił duży wzrost indeksu degradacji z 1,4 po produkcji do 3,7 po przechowywaniu, co przede wszystkim wynika ze stosunkowo niskiej stabilności dominujących w składzie antocyjanowym truskawek pelargonidyn. Znacznie wyższą stabilność wykazują zawarte w czarnych porzeczkach delfinidyny [5]. Potwierdził to również niższy indeks degradacji soków porzeczkowych, który wyniósł po produkcji 1,2, zaś po 4 miesiącach składowania 1,8.

Jednocześnie wykazano brak istotnego efektu ochronnego preparatów pektynowych na antocyjany pod względem ilościowym, w przypadku odtwarzania soków z koncentratów, jak miało to miejsce przy sokach otrzymanych bezpośrednio z owoców [6, 13]. Jednakże spektrofotometryczne pomiary barwy szczególnie soków truskawkowych potwierdziły korzystny wpływ pektyny, co przedstawiono w dalszej części pracy. Należy podkreślić, że poprawę stabilności soków z pektyną dzięki międzycząsteczkowym interakcjom antocyjanów z hydrokoloidami, w tym z pektynami, obserwowano w przypadku soków bezpośrednio tłoczonych z surowca, co potwierdziły zarówno badania własne, jak i innych eksperymentatorów [1, 4, 6, 13]. Brak ochronnego działania pektyn w zakresie ilościowym przypuszczalnie wiąże się z faktem, że w wyniku negatywnego wpływu czynników technologicznych podczas przemysłowego otrzymywania koncentratów, późniejszego ich przechowywania, następnie odtwarzania z nich soków podanych obróbce termicznej doszło do dalece posuniętej degradacji, w efekcie czego nie było możliwe osiągnięcie pożądanego efektu stabilizującego.

Uwzględniając fakt, że antocyjany stanowią tylko jedną z grup związków polifenolowych oraz bogactwo tych substancji w truskawkach i porzeczkach dokonano pomiaru ogólnej zawartości związków polifenolowych (rys. 2). Soki truskawkowe bez dodatków oraz wzbogacone preparatem pektynowym zawierały polifenole w ilości, odpowiednio, 179,4 oraz 185,4 mg/100 ml. Z kolei w sokach z czarnych porzeczek całkowita zawartość związków polifenolowych wynosiła 478,2 mg/100 ml w sokach bez dodatków oraz 487,8 mg/100 ml w sokach z pektyną.

Podczas 4-miesięcznego składowania stwierdzono 15,5% straty polifenoli w sokach truskawkowych bez dodatków i 13,8% w próbkach, do których dodano 0,1%

preparatu pektynowego. Analogiczne kierunki zmian obserwowano w sokach z czarnych porzeczek, w których składowanie spowodowało straty na poziomie, odpowiednio, 11,1% w próbkach kontrolnych i 10,9% w wariacie wzbogaconym pektyną.



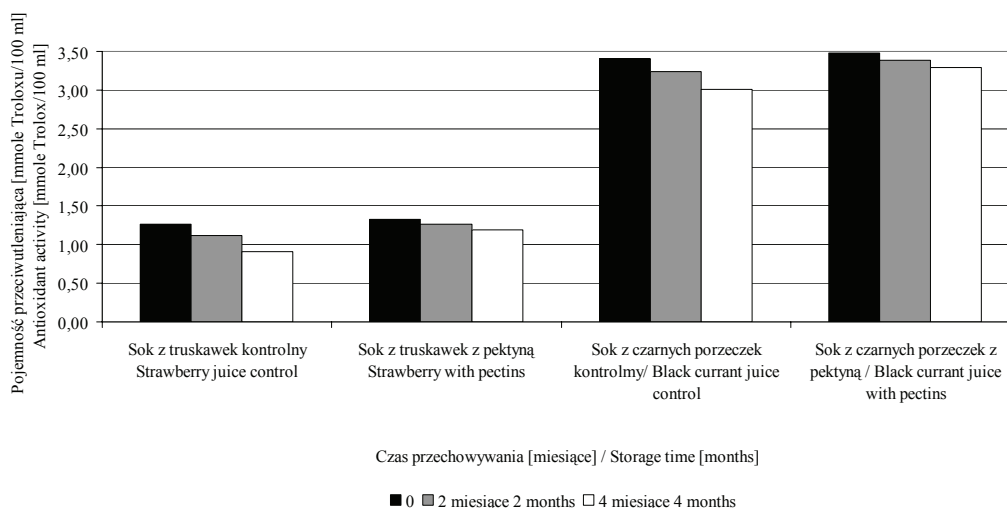
Rys. 2. Zmiany zawartości polifenoli ogółem w sokach z truskawek i z czarnych porzeczek w trakcie ich przechowywania.

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

Naukowo potwierdzony korzystny wpływ antocyjanów i innych polifenoli na zdrowie przemawiają za tym, aby dążyć do jak najlepszego zachowania tych związków w przetworach. W układach naturalnych polifenole występują wraz z innymi substancjami kształtującymi potencjał przeciwutleniający, takimi jak witamina C. Przeprowadzone analizy chromatograficzne, analogicznie jak w przypadku polifenoli, wykazały stosunkowo niewielką zawartość witaminy C, w porównaniu z danymi literaturowymi. Soki truskawkowe obydwu wariantów zawierały bezpośrednio po wyprodukowaniu blisko 4,5 mg witaminy C/100 ml zaś soki z czarnych porzeczek 22,5 mg/100 ml. Mała zawartość wyjściowa oraz nieznaczne zmiany w trakcie przechowywania dowodzą, że stosunkowo duża degradacja tej witaminy miała miejsce na wcześniejszych etapach produkcji, dlatego w końcowym etapie zaobserwowano tylko niewielkie zmiany. Pozostała zawartość witaminy C w soku truskawkowym i porzeczkowym (niezależnie od wariantu doświadczenia) kształtowała się na poziomie, odpowiednio, 4,0 i 19,7 mg/100 ml.

Małe zmiany zawartości związków polifenolowych zaważyły na przeprowadzeniu pomiaru aktywności przeciwutleniającej z zastosowaniem selektywnej metody EPR. Szeroko rozpowszechnione w świecie roślinnym związki polifenole odgrywają bowiem bardzo ważną rolę w kształtowaniu pojemności przeciwutleniającej. Jednak z uwagi na wysoką reaktywność odczynnika Folina-Ciocalteu'a wyniki pomiaru tych substancji mogą nie w pełni odzwierciedlać stan faktyczny m.in. z uwagi na możliwość reakcji z witaminą C i innymi składnikami [6, 10]. Ponadto obecność związków spoli-meryzowanych wpływa na kinetykę reakcji rodnika DPPH z przeciwutleniaczem, powodując dodatkowe zafałszowanie pomiarów. Rozwiązaniem mogą być pomiary pełnej kinetyki wygaszania, jak to przedstawiono w prowadzonych wcześniej badaniach soków jabłkowych [10].

Bezpośrednio po otrzymaniu pojemność przeciwutleniająca odtwarzanych soków truskawkowych bez pektyny wynosiła 1,26, a z pektyną 1,33 mM Troloxu/100 ml (rys. 3). W przypadku soków z czarnych porzeczek wartości te wynosiły odpowiednio 3,41 i 3,48 mM Troloxu/100 ml.



Rys. 3. Zmiany pojemności przeciwutleniającej w sokach z truskawek i z czarnych porzeczek w trakcie ich przechowywania.

Fig. 3. Changes of antioxidant capacity in strawberry and black currant juices during storage.

Największe zmiany pojemności przeciwutleniającej występowały w próbkach bez dodatków. Po 4 miesiącach przechowywania soków truskawkowych nastąpiło zmniejszenie zdolności wygaszania wolnych rodników do 72,2% pierwotnej wartości, zaś w sokach porzeczkowych do 88,3%. Z kolei pojemność przeciwutleniająca soków z dodatkiem pektyny była bardzo stabilna i po czterech miesiącach przechowywania stanowiła odpowiednio 89,5% oraz 94,4% wartości próbki kontrolnej. Świadczy to

o przydatności i słusznosci dodawania tych substancji zwłaszcza do soków truskawkowych, w których występują bardzo labilne pelargonidyny [13].

W celu pełniejszej charakterystyki barwy analizowanych soków wykonano pomiary barwy w świetle przechodzącym metodą fotokolorymetryczną w systemie CIELAB. W próbkach kontrolnych soków truskawkowych i porzeczkowych wartość parametru  $a^*$ , informującego o położeniu w przestrzeni barwnej pomiędzy czerwienią i zielenią, wynosiła odpowiednio 44,56 i 31,03, natomiast parametru  $b^*$ , określającego położenie między barwą żółtą a niebieską, odpowiednio 33,71 i 8,49 (tab. 1).

Tabela 1

Wyniki pomiarów barwy soków z truskawek i czarnych porzeczek w systemie CIELAB w trakcie ich przechowywania.

Measurements results of colour in strawberry and black currant juices in CIELAB system during storage.

Dodatek pektyny Pectin addition	Czas przechowywania [miesiące] Storage time [months]	Parametry barwy / Colour parameters					
		Sok truskawkowy Strawberry juice			Sok z czarnej porzeczki Blackberry juice		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
NS	0	19,65	44,56	33,71	5,84	33,23	9,95
	2	13,49	35,66	23,20	5,35	31,78	9,08
	4	11,75	31,51	20,11	4,95	30,37	8,44
P	0	25,10	50,61	43,18	5,14	31,57	8,74
	2	18,41	42,27	31,67	4,95	30,26	8,41
	4	15,25	38,57	26,24	4,43	28,07	7,58

Objaśnienia: / Explanatory notes:

NS – próbka kontrolna / control samples without stabilizer; P – próbki z pektyną / samples with pectin.

Wykazano, że w przypadku soków truskawkowych dodatek pektyny spowodował przesunięcie parametrów barwy w kierunku czerwono-żółtym. Począwszy od momentu otrzymania poprzez cały okres składowania, wartości  $a^*$  i  $b^*$  wzrosły odpowiednio do 50,61 oraz 43,18. Dodatek preparatu pektynowego spowodował także wzrost parametru  $L^*$ , który przyjmuje wartości od 0 (czarny) do 100 (biały) [12]. Jasność soku truskawkowego w wyniku wzbogacania w pektynę wzrosła z 19,65 do 25,10. Wyżej opisywanego efektu zasadniczo nie obserwowano w sokach z czarnych porzeczek, w których zmiany parametrów barwy w zakresie wszystkich badanych parametrów miały bardzo łagodny charakter. Należy jednak podkreślić, że w przypadku soków ciemno zabarwionych różnice barwy są stosunkowo trudne do uchwycenia [12]. Stabilizacja barwy soków ciemno zabarwionych, takich jak z czarnych porzeczek, stwarza dość



duże problemy. Potwierdzają to również wcześniejsze badania nad stabilizacją antocyjanów i trwałością czerwonej barwy soków z owoców aronii, czarnego bzu, czarnej porzeczki, czarnej róży i jagody kamczackiej flawonami tarczycy bajkalskiej, w których uzyskiwano istotną poprawę barwy wszystkich soków z wyjątkiem soku z czarnej porzeczki [9].

### Wnioski

1. Stosowanie 0,1% dodatku pektyn wysoko metylowanych do soków odtwarzanych z koncentratów nie pozwala na istotne zmniejszenie strat antocyjanów i polifenoli w czasie ich przechowywania.
2. Wpływ pektyn na barwę zależy od rodzaju użytego do produkcji surowca wyjściowego. Dodatek preparatów pektynowych do soków truskawkowych powoduje wzrost udziału barwy czerwonej przy jednoczesnym wzroście jasności.
3. Dodatek preparatów pektynowych do soków przyczynia się do zahamowania spadku całkowitej pojemności przeciwutleniającej podczas przechowywania.

*Praca była prezentowana podczas XII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Lublin, 23–24 maja 2007 r.*

### Literatura

- [1] Dervisi P., Lamb J., Zabetakis I.: High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. *Food Chem.*, 2001, **73**, 85-91.
- [2] Fuleki T., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. *J. Food Sci.*, 1968, **33**, 72.
- [3] 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.
- [4] Heins A., Stöckmann H., Schwarz K.: Designing „anthocyanin-tailored” food composition. In: *Biologically-active phytochemicals in food: Analysis, bioavailability and function*. Royal Soc. Chem., 2001, pp. 281-377.
- [5] Iversen C. K.: Black currant nectar: effect of processing and storage on anthocyanin and ascorbic acid content. *J. Food Sci.*, 1999, **64**, 1, 37-41.
- [6] Kalisz S., Wolniak M.: Zmiany związków fenolowych podczas przechowywania soków malinowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47) Supl.**, 93-100.
- [7] Kodeks praktyki do oceny soków owocowych i warzywnych. KUPSiNB. Warszawa 2001.
- [8] Nosecka B., Bugała A., Mierwiński J., Smoleński T., Stępka G., Strojewska I., Szczepaniak I., Świątlik J.: Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy. IERiGŻ, Warszawa 2006, **29**, 10-17.
- [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., Wolniak M., Wojdyło A., Wawer I.: Comparative study of polyphenolic content and antiradical activity of cloudy and clear apple juices. *J. Sci. Food Agric.*, 2007, **4 (87)**, **4**, 573-579.

- [11] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 września 2003 w sprawie szczególnych wymagań w zakresie jakości handlowej soków i nektarów owocowych. Dz. U. 2003 r. Nr 177, poz. 1735 z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2004 r. Nr 282, poz. 2810).
- [12] Sokół-Łętowska A., Kucharska A.: Zmiany barwy, zawartości polifenoli i właściwości przeciwrodnikowych soku z czarnej porzeczki podczas przechowywania. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.* 2001, **1**, 24-26.
- [13] Wolniak M., Kalisz S.: Wpływ pektyn nisko metylowanych na zawartość antocyjanów i polifenoli ogółem oraz ich aktywność przeciwrodnikową oznaczoną metodą EPR w sokach truskawkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **4 (49)**, 39-46.

#### CHANGES OF SELECTED QUALITATIVE DISTINGUISHING FEATURES DURING STORAGE OF RESTORED JUICES FROM CONCENTRATES

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

The objective of this study was the assessment of total polyphenolic content and antioxidant activity in strawberry and blackcurrant juices with addition of pectins in comparison to clear juices. Samples were storage at 20°C without light. During 4 months storage the decrease in anthocyanins and polyphenols content was observed in both juices as well as radical scavenging activity was lower than for control samples. The composition of these juices were determined by HPLC and radical scavenging properties were measured by EPR using stable 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical. After preparation of blackcurrant juices antioxidant activity values were similar to samples with addition of pectins and control. antioxidant activity was 3,48 and 3,41 mM Troloxu/100 ml respectively. After 4 months antioxidant activity were 3,29 and 3,01 mM Troloxu/100 ml respectively. It was shown that anthocyanins are stabilizing by pectin addition.

**Key words:** strawberry, blackcurrant, juices, anthocyanins, antioxidant activity, EPR, free radical ☒