

STANISŁAW KALISZ, IWONA ŚCIBISZ

WPLYW DODATKU EKSTRAKTÓW ROŚLINNYCH NA ZAWARTOŚĆ POLIFENOLI OGÓŁEM, ANTOCYJANÓW, WITAMINY C I POJEMNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCĄ NEKTARÓW Z CZARNEJ PORZECZKI

Streszczenie

Celem pracy było określenie zmian jakościowych nektarów z czarnej porzeczki przechowywanych przez 1, 2 i 4 miesiące w temp. 20 °C bez dostępu światła. Badaniom poddano 3 warianty nektarów: bez dodatków, wzbogacane ekstraktem z jeżówki purpurowej i wzbogacane ekstraktem z zielonej herbaty. W nektarach oznaczono zawartość polifenoli ogółem, antocyjanów, witaminy C oraz pojemność przeciwutleniającą.

Bezpośrednio po wytworzeniu nektary: bez dodatków oraz wzbogacane ekstraktem z jeżówki purpurowej i ekstraktem z zielonej herbaty wykazywały aktywność przeciwutleniającą na poziomie, odpowiednio, 9,3 μ moli Troloxu/ml, 11,8 μ moli Troloxu/ml i 16,3 μ moli Troloxu/ml. Z kolei zawartość antocyjanów wynosiła odpowiednio 89,7 oraz 100,2 i 105,2 mg/100 ml, a polifenoli 96,3 oraz 110,1 i 124,2 mg/100 ml.

W trakcie 4-miesięcznego przechowywania stwierdzono zmniejszenie zawartości polifenoli ogółem, antocyjanów i witaminy C, co spowodowało obniżenie pojemności przeciwutleniającej. Po 4 miesiącach przechowywania nektary zawierały 70 % mniej antocyjanów niż próbki wyjściowe.

Słowa kluczowe: nektary, czarna porzeczka, polifenole, antocyjany, aktywność przeciwutleniająca

Wprowadzenie

Z uwagi na sezonowość występowania surowców, w przemyśle owocowo-warzywnym istnieje konieczność szybkiego ich zagospodarowania, a wyroby gotowe w dużej mierze powstają z półproduktów. W strukturze produkcji branży owocowo-warzywniej blisko dwie trzecie stanowią soki pitne, nektary i napoje. Łączne ich spożycie od połowy lat 90. XX w. wykazuje tendencję wzrostową, jednak w ostatnich latach

odnotowano niewielki spadek zainteresowania sokami na rzecz nektarów i napojów [7, 13].

Przy tej zmianie tendencji szczególnie korzystne jest wzmocnienie pozycji nektarów w stosunku do napojów. Nektary bowiem są znacznie cenniejsze dla organizmu człowieka niż napoje zarówno ze względów żywieniowych, jak i zdrowotnych, ponieważ użyta do ich produkcji minimalna zawartość soku lub przecieru, w zależności od rodzaju owoców, kształtuje się na poziomie od 25 do 50 %, podczas gdy w napojach jest ona praktycznie nieokreślona. Mniejszy udział składnika owocowego w nektarach w stosunku do soków przekłada się na cenę i czyni ten produkt atrakcyjniejszym dla konsumentów. Dzięki nektarom rozpowszechnione zostaje także spożycie takich owoców, które z uwagi na wysoką kwasowość nie nadają się do bezpośredniego spożycia i w formie soków byłyby nie akceptowane przez konsumentów. Przykładem takiego surowca jest np. czarna porzeczka [9].

Stosunkowo duża zawartość antocyjanów, polifenoli, witaminy C i innych substancji biologicznie aktywnych powoduje, że surowiec ten, i otrzymane z niego przetwory, są cenione jako produkty o cechach prozdrowotnych. Z uwagi na walory żywieniowe i zdrowotne czarnej porzeczki ponad dwie trzecie polskich zbiorów eksportuje się. Niestety podczas przetwarzania, produkcji i przechowywania dochodzi do strat wielu cennych składników. Dlatego też, aby ograniczyć negatywne zmiany, a jednocześnie uczynić produkt atrakcyjnym dla konsumenta, podejmowane są badania nad możliwością wzbogacania tej grupy żywności. Wprowadzanie odpowiednio dobranych substancji dodatkowych wzmacnia pozytywny efekt synergistyczny w zakresie wzrostu aktywności antyoksydacyjnej. Uzyskane w ten sposób produkty cieszą się też większą akceptacją konsumentką [1, 4, 5, 6, 8, 14].

Celem podjętych badań było określenie wpływu wzbogacania nektarów z czarnej porzeczki ekstraktami z zielonej herbaty i jeżówki purpurowej na zawartość wybranych składników biologicznie aktywnych. Zakres pracy obejmował ocenę zmian wybranych wyróżników jakościowych podczas przechowywania nektarów przez cztery miesiące w temp. 20 ± 2 °C.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły nektary z czarnej porzeczki otrzymane w wariantach bez dodatków i wzbogacane ekstraktami z zielonej herbaty (*Camelia sinensis*) i jeżówki purpurowej (*Echinacea purpura*) (firmy Wild). W warunkach laboratoryjnych wyprodukowano nektary o ekstrakcie 10 % oraz udziale składnika owocowego (soku) 25 %. Celem uzyskania soku owoce poddawano maceracji w temp. 50 °C z dodatkiem enzymu Pektopol PT-400 (Pektowin Jasło) w dawce 400 mg/kg przez 2 h. Po zakończonej obróbce enzymatycznej miazgę tłoczono w laboratoryjnej prasie warstwowej, a uzyskany sok depektynizowano preparatem Pektopol PT-400 w dawce 400 mg/l,

wykonując co 30 min próbę alkoholową na obecność pektyn, do całkowitego rozkładu tych związków. Po rozłożeniu związków pektynowych enzymy inaktywowano, podgrzewając sok do temp. 85 °C, a następnie chłodzono do 20 °C. Kolejno sok oczyszczano przy użyciu filtru płytowego pod ciśnieniem azotu, stosując płytę filtracyjną K5. Na płytę filtracyjną naniesiono perlit, a do soku dodano ziemi okrzemkowej Becogur 3500. Z tak otrzymanego soku kupażowano nektary, a przy otrzymywaniu próbek w wariantach wzbogacanych dodawano ekstrakty w ilościach zalecanych przez producenta (ekstrakt z zielonej herbaty 1 cm³ : 1 dm³, ekstrakt z jeżówki purpurowej 3 cm³ : 1 dm³). Przygotowane nektary rozlewano do słoików o pojemności 80 ml, poddawano obróbce termicznej przez 15 min w temp. 85 °C, a następnie chłodzono do 20°C. Otrzymany produkt przechowywano przez 4 miesiące w temp. 20 ± 2 °C, bez dostępu światła.

Próbki do badań, po 3 opakowania z każdego wariantu doświadczenia, pobierano bezpośrednio po produkcji oraz po 1, 2 i 4 miesiącach przechowywania. Oznaczano w nich zawartość polifenoli ogółem, w tym antocyjanów oraz indeks ich degradacji i półokres rozpadu. Określano także pojemność przeciwutleniającą.

Zawartość polifenoli ogółem oznaczano metodą Gao [2], wyrażając wynik w przeliczeniu na kwas galusowy. Zawartość antocyjanów i witaminy C oznaczano metodą HPLC z użyciem zestawu firmy Shimadzu, z detektorem UV-VIS SPD-10A VP wyposażonym odpowiednio w kolumny Luna 5 µm C18(2) 250 x 4,6 mm (Phenomenex) i Onyx Monolithic C18, 100 x 4,6 (Phenomenex). Próbki nektarów oczyszczano w minikolumnach Sep-Pak C18 firmy Waters, z użyciem systemu Baker SPE 12G oraz na filtrach strzykawkowych Millex-LCR 0,45 µm. Rozdział antocyjanów prowadzono metodą izokratyczną przy przepływie 1 ml/min, w temp. 25 °C, przy λ = 520 nm. Jako fazę ruchomą używano mieszaninę woda : acetonitryl : kwas mrówkowy 830:70:100; v/v/v. Wyniki analizy zawartości antocyjanów podano w przeliczeniu na cyjanidyno-3-glukozyd. Na podstawie zawartości antocyjanów, uwzględniając szybkość reakcji I rzędu i analizę regresji, wyliczano półokres ich rozpadu. Zawartość witaminy C oznaczano metodą HPLC w tych samych warunkach detekcji przy λ = 254 nm, a jako eluent stosowano 0,1 % H₃PO₄.

Pojemność przeciwutleniającą oznaczano metodą Yena oraz Chena, wobec rodników 2,2 difenyl-1-pikrylhydrazylowych (DPPH), wyrażając wynik w przeliczeniu na rozpuszczalny w wodzie analog witaminy E – trolox [16].

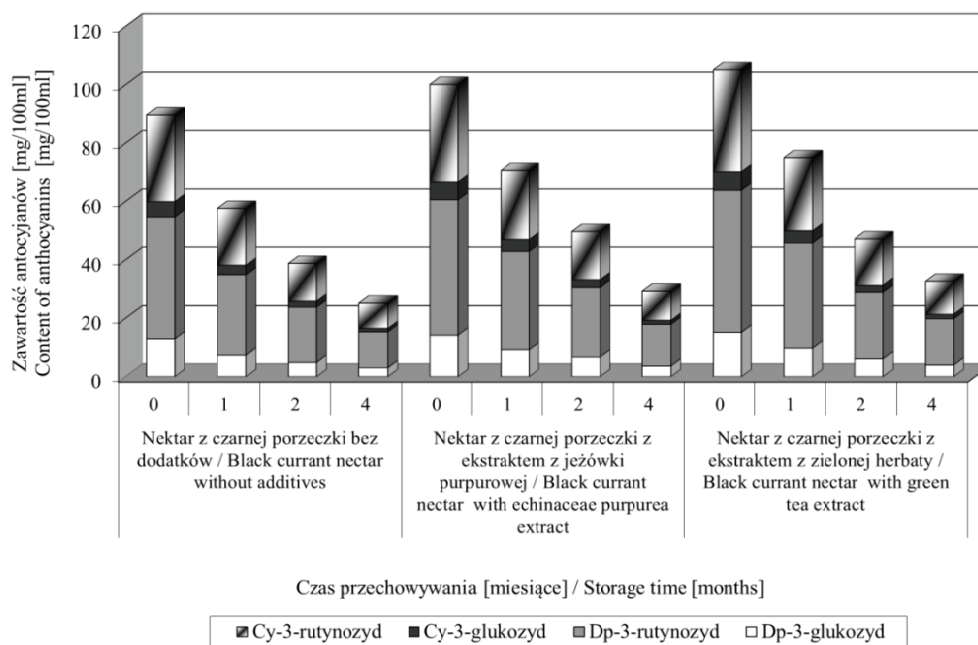
Analizę statystyczną wyników przeprowadzono w programie Statgraphics Plus 5.1, stosując dwuczynnikową analizę wariancji na poziomie istotności α = 0,05.

Wyniki i dyskusja

Nektary wyprodukowano w wariantach bez dodatków oraz wzbogacane ekstraktami z jeżówki purpurowej i zielonej herbaty. Udział składnika owocowego przyjęto na

minimalnym poziomie 25 %, określonym w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej soków i nektarów owocowych [9]. Jako podstawowy wyróżnik jakościowy decydujący o barwie, jak i determinujący walory żywieniowe i zdrowotne, przyjęto zawartość barwników antocyjanowych.

Bezpośrednio po produkcji nektar kontrolny bez dodatków zawierał barwniki antocyjanowe w ilości 89,7 mg/100ml. W nektarach wzbogacanych ekstraktami z jeżówki purpurowej i zielonej herbaty początkowa zawartość antocyjanów wynosiła odpowiednio 100,2 oraz 105,2 mg/100 ml (rys. 1).



Rys. 1. Zmiany zawartości antocyjanów w nektarach z czarnych porzeczki w trakcie przechowywania.
Fig. 1. Changes of anthocyanins contents in black currant nectars during storage.

Większa zawartość badanych związków w produktach wzbogacanych wynikała przepuszczalnie z ochronnego działania dodanych preparatów na barwniki antocyjanowe, na etapie obróbki termicznej. Analogiczny efekt obserwowano również podczas doświadczeń dotyczących napojów z czarnej porzeczki. Analiza dodawanych ekstraktów wykazała bowiem, że nie wnoszą one antocyjanów. Szczegółowe badania nad ochronnym działaniem dodatków stanowią przedmiot odrębnych badań, które są jeszcze w trakcie realizacji.

Wyjściowa analiza jakościowa składu antocyjanowego wykazała, że 14 % stanowił delfinidyno-3-glukozyd, 47 % delfinidyno-3-rutynozyd, 6 % cyjanidyno-3-glukozyd, a 33 % cyjanidyno-3-rutynozyd. Poszczególne antocyjany wykazują zróżnicowaną stabilność, a w badaniach klinicznych potwierdzono różny stopień ich absorpcji przez organizm ludzki [5].

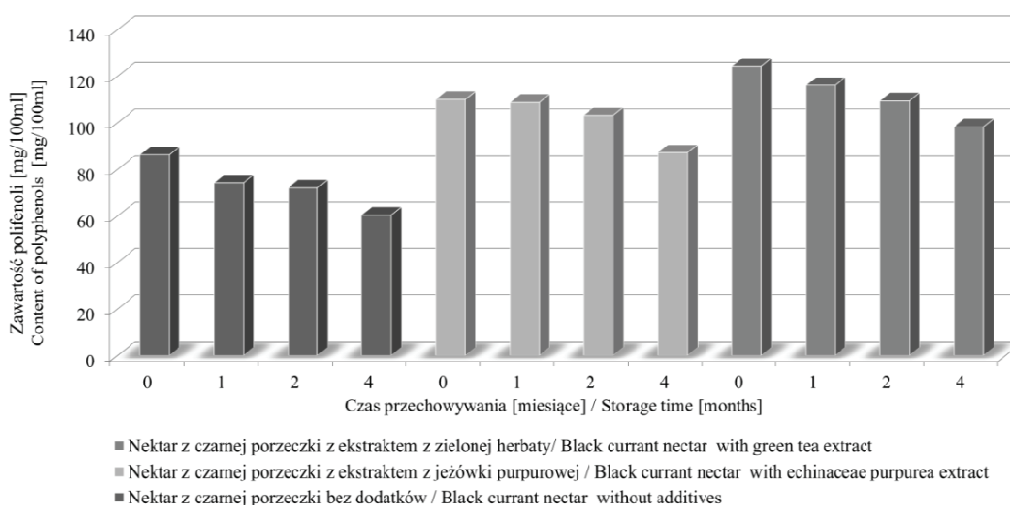
Podczas przechowywania nektarów, bez dostępu światła w temp. 20 ± 2 °C w każdym z badanych okresów, odnotowano statystycznie istotny spadek zawartości antocyjanów. Największą dynamikę negatywnych zmian odnotowano po 1 miesiącu składowania. Po 4-miesięcznym przechowywaniu pozostało od 28 % (próbka kontrolna) do 31 % (próbka z dodatkiem ekstraktu z herbaty) początkowej ilości antocyjanów. Ograniczenie degradacji antocyjanów w produktach uzyskanych na bazie czarnej porzeczki jest trudne, a tempo negatywnych zmian wzrasta w miarę przechowywania i jest uzależnione od udziału składnika owocowego [5, 10]. Analiza jakościowa składu antocyjanowego w nektarach przechowywanych przez 4 miesiące wykazała nieznaczną zmianę proporcji pomiędzy poszczególnymi monomerami i tak delfinidyno-3-glukozyd stanowił 12 %, delfinidyno-3-rutynozyd 49 %, cyjanidyno-3-glukozyd 5 %, a cyjanidyno-3-rutynozyd 34 %.

Statystyczna obróbka wyników wykazała, że próbki nektarów bez dodatków stanowiły odrębną grupę jednorodną. Produkty wytworzone w wariacie z dodatkiem badanych ekstraktów roślinnych tworzyły grupę homogenną i w stosunku do nektarów kontrolnych charakteryzowały się istotnie większą zawartością antocyjanów (p -Value = 0,0025). Jednocześnie należy podkreślić, że nie odnotowano wpływu ekstraktów na tempo zmian degradacyjnych w czasie, a jedynie efekt ochronny w początkowej fazie produkcji, co jest przedmiotem obecnie prowadzonych prac doświadczalnych. Brak wpływu dodawanych ekstraktów na zawartość antocyjanów w badanych nektarach potwierdza również półokres rozpadu antocyjanów, który wynosił od 72 do 79 dni.

Możliwość lepszego zachowania antocyjanów w produkcji jest istotna zarówno ze względu na fakt, iż kształtują one barwę produktu, jak również wykazują wysoką aktywność biologiczną, w tym zdolność przeciwutleniającą. Niestety biologiczna dostępność antocyjanów dla organizmu ludzkiego jest ograniczona. Bardzo ważne jest więc zmniejszenie zmian degradacyjnych, które mają miejsce zarówno na etapie produkcji, jak i przechowywania produktu finalnego [5].

Oprócz zawartości antocyjanów w badanych nektarach określono także ilość związków polifenolowych ogółem. Ich zawartość była stosunkowo mała, co wiąże się m.in. ze stratami na etapie produkcji, a przede wszystkim podczas otrzymywania soku, który był komponentem nektarów. Proces depektynizacji i filtrowania soku przebiegał bardzo powoli, przez kilka godzin, co sprzyjało utlenianiu związków polifenolowych. Warunki prowadzenia procesu mogą bowiem w znacznym stopniu determinować zawartość poszczególnych składników [3, 12, 14]. Nektary z czarnej porzeczki bez do-

datków bezpośrednio po produkcji zawierały 96,3 mg/100 ml polifenoli (rys 2). Zastosowanie substancji wzbogacających spowodowało statystycznie istotny wzrost zawartości polifenoli do poziomu 110,1 mg/100 ml w nektarach z dodatkiem ekstraktu z jeżówki purpurowej i 124,2 mg/100 ml w nektarach z dodatkiem ekstraktu z zielonej herbaty. Pod względem zawartości polifenoli poszczególne rodzaje nektarów stanowiły odrębne grupy statystyczne. Ilość polifenoli pochodzących z herbaty jest zależna od kraju jej pochodzenia oraz sposobu ekstrakcji i może być znacznie zróżnicowana [15].



Rys. 2. Zmiany zawartości polifenoli ogółem w nektarach z czarnych porzeczek w trakcie przechowywania.

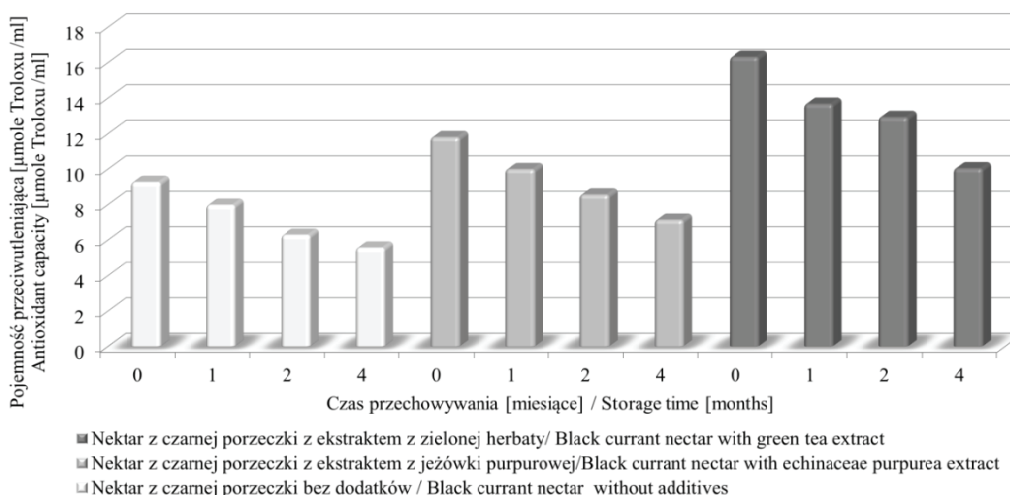
Fig. 2. Changes in the contents of polyphenols in black currant nectars during their storage.

Przechowywanie nektarów w temp. 20 ± 2 °C spowodowało zmniejszenie zawartości badanych związków. Po 4 miesiącach w nektarze kontrolnym pozostało 63 % początkowej zawartości polifenoli (60,3 mg/100 ml), zaś w nektarach wzbogaconych 79 % (87,2 mg/100 ml – wariant z ekstraktem z jeżówki purpurowej i 98,3 mg/100 ml – wariant z ekstraktem z zielonej herbaty). Analiza statystyczna potwierdziła występowanie różnic w zawartości polifenoli w poszczególnych okresach składowania (p -value = 0,0013). Jednak w tym zakresie odrębną grupę homogeną stanowiły próbki po 4 miesiącach przechowywania. Natomiast próbki po produkcji i 1 miesiącu przechowywania oraz po 1 i 2 miesiącach stanowiły dwie kolejne grupy jednorodne.

Zachowanie dużej zawartości związków polifenolowych w produkcie jest istotne zarówno ze względów żywieniowych, jak i zdrowotnych. W przypadku czarnej porzeczki i uzyskanych z niej produktów związku polifenolowe wraz z witaminą C kształ-

tują aktywność przeciwutleniającą. Zależnie od rodzaju owoców udział polifenoli w kształtowaniu potencjału antyoksydacyjnego jest różny [3, 4, 11].

Z uwagi na zawartość w składzie chemicznym substancji wykazujących zdolność wygaszania wolnych rodników DPPH wyznaczono także pojemność przeciwutleniającą. Wszystkie trzy warianty uzyskanych napojów istotnie różniły się między sobą pod względem badanej cechy. Po wyprodukowaniu najniższą aktywność wykazywał nektar nie wzbogacany 9,3 $\mu\text{moli Troloxu/ml}$ (rys. 3). Pojemność przeciwutleniająca nektarów wzbogacanych ekstraktami z jeżówki purpurowej i zielonej herbaty wynosiła odpowiednio 11,8 i 16,3 $\mu\text{moli Troloxu/ml}$. Wzrost zdolności przeciwutleniającej można tłumaczyć przede wszystkim większą zawartością poszczególnych substancji biologicznie aktywnych takich, jak polifenole, antocyjany i witamina C. Szczególnie zielona herbata jest znanym i cenionym źródłem substancji biologicznie aktywnych, zwłaszcza przeciwutleniaczy. Aktywność przeciwutleniająca zielonej herbaty jest przykładowo dwukrotnie wyższa od aktywności soku grejpfrutowego, ale jednocześnie dwukrotnie niższa od czerwonego wina [15].



Rys. 3. Zmiany pojemności przeciwutleniającej w nektarach z czarnych porzeczek w trakcie przechowywania.

Fig. 3. Changes in the antioxidant capacity in black currant nectars during their storage.

W wyniku 4-miesięcznego przechowywania w temp. 20 ± 2 °C we wszystkich badanych nektarach nastąpiło obniżenie pojemności antyoksydacyjnej do 60 % wartości wyjściowej, odpowiednio 5,6; 7,1 i 10,0 $\mu\text{moli Troloxu/ml}$. Obniżenie potencjału antyoksydacyjnego było konsekwencją spadku zawartości substancji biologicznie ak-

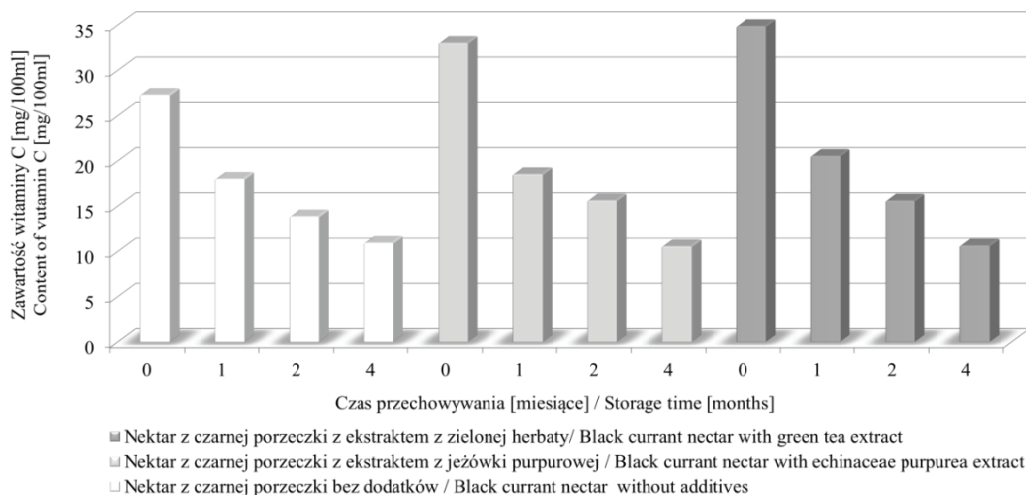
tywnych. W wyniku przeprowadzonej analizy statystycznej wpływu czasu przechowywania na zdolność wygaszania wolnych rodników wykazano istotne różnice na początku i końcu okresu przechowalniczego. Nie stwierdzono różnic statystycznych aktywności przeciwutleniającej pomiędzy próbkami przechowywanymi przez 2 i 3 miesiące, a próbki te stanowiły grupę jednorodną.

Wzrost aktywności przeciwutleniającej produktów z czarnej porzeczki, poprzez ich wzbogacanie na drodze wprowadzania substancji dodatkowych, był m.in. przedmiotem badań Graversena i wsp. [4]. Badacze ci wykazali wzrost pojemności przeciwutleniającej na skutek interakcji pomiędzy składnikami soku i dodawanym α -tokoferolem. Należy podkreślić, że pozytywny efekt synergistyczny wykazywano już wielokrotnie i udowodniono wyższą aktywność substancji w naturalnych układach biologicznych w porównaniu z czystymi formami danych związków. Szczególnie wysoką aktywność przeciwutleniającą przypisuje się zawartym w ciemnych owocach polifenolom i witaminie C, dlatego też czarna porzeczka uznawana jest za surowiec o wysokim potencjale przeciwutleniającym [3, 4, 8].

Uwzględniając fakt, że właściwości antyoksydacyjne są sumą aktywności poszczególnych związków oznaczono także zawartość witaminy C. Wyjściowa zawartość tego składnika była stosunkowo mała i wahała się od 27,3 mg/100 ml w próbkach kontrolnych do 33,0 mg/100 ml w nektarach z dodatkiem ekstraktu z jeżówki purpurowej oraz 34,9 mg/100 ml w próbkach wzbogaconych ekstraktem z zielonej herbaty (rys. 4). Jednocześnie wykazano, że rodzaj zastosowanego dodatku nie miał statystycznie istotnego wpływu na zawartość badanego składnika.

Jak już wspomniano przy omówieniu polifenoli, przyczyną mniejszej zawartości początkowej składników biologicznie aktywnych, w tym witaminy C, w dużym stopniu są zmiany degradacyjne, które miały miejsce na etapie przygotowywania soku. Witamina C należy bowiem do związków labilnych. Szybkość jej utleniania zależy od temperatury, obecności tlenu i innych składników żywności. Czynnikiem stabilizującym witaminę C może być obniżenie temperatury składowania oraz obecność związków polifenolowych [3, 8].

Proces przechowywania pogłębił degradację witaminy C, tak że w badanym produkcie po 4 miesiącach przechowywania witamina C pozostała odpowiednio w ilości 11,0 mg/100 ml (wariant bez dodatków), 10,6 mg/100 ml (wariant z jeżówką purpurową) i 10,7 mg/100 ml (wariant z zieloną herbatą). Rodzaj zastosowanego dodatku nie spowodował statystycznie istotnych różnic w zawartości witaminy C. Jednocześnie analizując zmiany badanego składnika w czasie wykazano, że próbki po produkcji istotnie różniły się od próbek w kolejnych okresach przechowywania, tworząc odrębną grupę homogeną. Natomiast próbki po 1 i 2 miesiącach oraz po 2 i 4 miesiącach przechowywania stanowiły dwie kolejne grupy jednorodne.



Rys. 4. Zmiany zawartości witaminy C w nektarach z czarnych porzeczek w trakcie przechowywania.

Fig. 4. Changes in the contents of vitamin C in black current nectars during their storage.

Możliwość zachowania witaminy C występującej w produkcie jest istotna zarówno ze względów żywieniowych, jak i zdrowotnych. Przy zapewnieniu odpowiedniego jej stężenia w produkcie możliwe jest również ograniczenie utleniania innych składników. Straty witaminy C w trakcie przechowywania zależą m.in. od warunków w jakich ten proces przebiega, jak i od rodzaju produktu [4, 8].

Wnioski

1. Dodatek ekstraktów roślinnych korzystnie wpłynął na zachowanie substancji bioaktywnych w badanych nektarach z czarnej porzeczki.
2. Nektary wzbogacone ekstraktami z jeżówki purpurowej i zielonej herbaty zawierały odpowiednio 12 i 17 % więcej antocyjanów w stosunku do próbek kontrolnych. Aktywność przeciwutleniająca nektarów z dodatkami wzrosła odpowiednio o 27 i 76 %.
3. W trakcie 4-miesięcznego przechowywania stwierdzono statystycznie istotne zmniejszenie zawartości polifenoli ogółem, antocyjanów i witaminy C, co spowodowało obniżenie pojemności przeciwutleniającej.
4. Po 4 miesiącach przechowywania nektary zawierały 70 % mniej antocyjanów niż próbki wyjściowe oraz wykazywały o 40 % mniejszą aktywność przeciwutleniającą.
5. Ekstrakty z jeżówki purpurowej i zielonej herbaty ograniczają tempo zmian degradacyjnych antocyjanów na etapie wytwarzania nektarów z czarnej porzeczki.

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego MNiSzW Nr N N312 2191 33

Literatura

- [1] Borowska J., Szajdek A.: Składniki dietetyczne i substancje bioaktywne w owocach aronii, borówki czernicy i porzeczki czarnej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, Supl., 181-184.
- [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] Grajek W. (pod red.): Przeciwtleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. WNT, Warszawa 2007.
- [4] Graversen H., Becker E., Skibsted L., Andersen M.: Antioxidant synergism between fruit juice and *α*-tocopherol. A comparison between high phenolic black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and high ascorbic blackcurrant (*Ribes nigrum*). *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **226**, 737-743.
- [5] Hollands W., Brett G., Radreau P., Saha S., Teucher B., Bennett R., Kroon P.: Processing blackcurrants dramatically reduces the content and does not enhance the urinary yield of anthocyanins in human subjects. *Food Chem.* 2008, **108**, 869-878.
- [6] Luckow T., Delahunty.: Which juice is healthier? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Qual. Pref.* 2004, **15**, 751-759.
- [7] Nosecka B., Mierwiński J., Smoleński T., Stępka G., Strojewska I., Szczepaniak I., Świątlik J.: Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy. IERiGŻ, Warszawa 2009, **35**, 5-21.
- [8] Piljac-Žegarac J, Valek L, Martinez S., Belščak A.: Fluctuations in the phenolic content and antioxidant capacity of dark fruit juices in refrigerated storage. *Food Chem.*, 2009, **113**, 394-400.
- [9] 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).
- [10] 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.
- [11] Sokół-Łętowska A., Kucharska A.: Zmiany barwy, zawartości polifenoli i właściwości przeciwradnikowych soku z czarnej porzeczki podczas przechowywania. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.* 2001, **1**, 24-26.
- [12] Szajdek A., Dąbrowska E, Borowska E.: Wpływ obróbki enzymatycznej miazgi owoców jagodowych na zawartość polifenoli i aktywność przeciwtleniającą soku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **4 (49)**, 59-67.
- [13] Urban R.: Rynek i produkcja napojów w Polsce – tendencje i zagrożenia. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 2009, **4**, 6-8.
- [14] 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.
- [15] Wołosiak R., Mazurkiewicz M., Drużyńska B., Worobiej E.: Aktywność przeciwtleniającą wybranych herbat zielonych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4 (59)**, 290-297.
- [16] 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 PLANT EXTRACT ADDITIVES ON THE CONTENT OF TOTAL
POLYPHENOLS, ANTHOCYANINS, L-ASCORBIC ACID, AND ANTIOXIDANT CAPACITY
OF BLACK CURRANT NECTARS**

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the qualitative changes in black current nectars stored at 20 °C during a period of 1, 2, and 4 months with no access to light. Three variants of nectars were analysed: nectars without the additives, nectars enriched in an *echinacea purpurea* extract, and nectars enriched in a green tea extract. In the nectars analysed, the following contents were determined: total polyphenols, anthocyanins, L-ascorbic acid, and, also the antioxidant activity was determined.

Immediately after the production, the nectars without the additives, as well as those enriched in the *echinacea* extract and in the green tea extract were characterized by the following antioxidant activity levels: 9.3 µmol Troloxu/ml, 11.8 µmol Troloxu/ml, and 16.3 µmol Troloxu/ml, respectively. In the same nectars, the content of anthocyanins was 89.7, 100.2, and 105.2 mg/100 ml, respectively, whereas the content of polyphenols was 96.3, 110.1, and 124.2 mg/100 ml, respectively.

It was found that during the 4 months of storage the content of total polyphenols, anthocyanins, and vitamin C decreased in all nectars, and this decrease caused the antioxidant activity to fall. After the 4 month storage, the content of anthocyanins in the nectars was 70% lower compared to the initial samples.

Key words: nectars, black currant, polyphenols, anthocyanins, antioxidant activity ☒