

IWONA ŚCIBISZ, MARTA MITEK, KATARZYNA SERWINOWSKA

AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCA SOKÓW I PÓLKONCENTRATÓW OTRZYMANYCH Z OWOCÓW BORÓWKI WYSOKIEJ (*VACCINIUM CORYMBOSUM L.*)

Streszczenie

Celem pracy było określenie zmian właściwości przeciwutleniających i zawartości polifenoli podczas kolejnych etapów otrzymywania soków i półkoncentratów z owoców dwóch odmian borówki wysokiej – Earlyblue i Bluecrop.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że owoce obu odmian borówki wysokiej charakteryzowały się dużą aktywnością przeciwutleniającą wynoszącą odpowiednio 30,9 μM Troloxu/g owoców (Earlyblue) i 41,2 μM Troloxu/g owoców (Bluecrop). Straty ogólnej pojemności przeciwutleniającej soku surowego w stosunku do owoców wynosiły 55%, podczas gdy wytloki charakteryzowały się aż 32% (Bluecrop) i 46% (Earlyblue) aktywnością początkową owoców. Procesy wstępnej obróbki miazgi (rozdrabnianie, maceracja oraz tłoczenie) zmniejszały właściwości przeciwutleniające otrzymanych produktów w porównaniu z wyjściowym surowcem.

Słowa kluczowe: borówka wysoka, aktywność przeciwutleniająca, półkoncentraty, soki.

Wstęp

Borówka wysoka (*Vaccinium corymbosum L.*) jest rośliną uprawną pochodzącą z Ameryki Północnej. W Polsce pojawiła się niedawno i wzbudziła zainteresowanie zarówno konsumentów, jak i producentów żywności. Owoce borówek charakteryzują się wysoką aktywnością przeciwutleniającą, wynikającą z zawartości polifenoli, w tym szczególnie antocyjanów [4]. Od kilku lat odnotowuje się dynamiczny wzrost produkcji tych owoców, co stwarza także możliwości ich technologicznego wykorzystania. Na świecie najbardziej rozpowszechnionym kierunkiem przerobu jest produkcja mrożonek, ale także otrzymywane są dżemy, wsady jogurtowe, nadzienia cukiernicze oraz soki, które są cenionym dodatkiem do soków mocno kwaśnych [1]. Stosowane procesy

Mgr inż. I. Ścibisz, dr hab. M. Mitek, prof. SGGW, mgr inż. K. Serwinowska, Katedra Technologii Żywności, Zakład Technologii Owoców i Warzyw, SGGW, ul. Nowoursynowska 159C, 02-787 Warszawa

technologiczne w produkcji soków (rozdrabnianie, maceracja, pasteryzacja, itp.) wpływają niekorzystnie na labilne składniki owoców. Zawartość antocyjanów podczas produkcji koncentratu zmienia się zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym [17].

W nielicznych badaniach nad wpływem procesów technologicznych na zmiany aktywności przeciwutleniającej przetworów z borówki wysokiej ustalono, że najbardziej wrażliwymi składnikami owoców są antocyjany, których zawartość w produkcie finalnym, jakim jest sok zagęszczony, kształtuje się na poziomie kilkunastu procent w porównaniu z zawartością oznaczoną w owocach [9, 17]. W Polsce, jak dotąd, nie prowadzono badań nad tym kierunkiem przerobu borówki, w związku z tym w niniejszej pracy podjęto badania nad otrzymaniem soków i półkoncentratów z owoców borówki wysokiej. Określono zmiany pojemności przeciwutleniającej oraz poziomu składników o charakterze przeciwutleniającym, (polifenoli, w tym antocyjanów) podczas kolejnych procesów technologicznych.

Celem pracy było określenie wpływu poszczególnych etapów produkcji soków i półkoncentratów z borówki wysokiej na jakość produktów finalnych.

Material i metody badań

Owoce borówki wysokiej pobrane do badań pochodziły z Gospodarstwa Sadowniczego w Piskórcie koło Prażmowa. Badaniami objęto dwie odmiany owoców: Early-blue (zbiór: 25.07.2003) oraz Bluecrop (zbiór: 01.08.2003). Owoce świeże o masie 3 kg wstępnie przebrano, aby usunąć owoce nienadające się do przerobu, a następnie rozdrobniono w celu ułatwienia procesu maceracji. W procesie maceracji użyto preparatu enzymatycznego Rapidase®BE firmy Gist-Brocades International B.V. (Charlotte, N.C., USA), w dawce 0,25 g/kg, przeznaczonego do depektynizacji miazg z owoców kolorowych. Proces maceracji prowadzony był w temp. 50–52°C przez 2 godz. Po tym czasie miazgę poddano tłoczeniu w laboratoryjnej prasie warstwowej. Wydajność procesu tłoczenia wynosiła 80%. Otrzymany sok surowy poddano filtracji z wykorzystaniem ziemi okrzemkowej, a następnie rozlano do ciemnych butelek o poj. 0,33 dm³ i podano pasteryzacji w temp. 90°C przez 30 min. W celu otrzymania półkoncentratu spasteryzowany sok poddano zagęszczeniu w wyparce Büchi w temp. 40°C. Otrzymane półkoncentraty znormalizowano do zawartości ekstraktu wynoszącego 45%.

Badaniami objęto próbki soków surowych, klarownych, pasteryzowanych, zagęszczonych, a także wytłoków. Próbki przechowywano przez kilka dni w temp. -25°C do czasu przeprowadzenia badań.

Cześć analityczna pracy obejmowała charakterystykę podstawowego składu chemicznego owoców borówki, a także otrzymanych z nich soków i półkoncentratów. Określano zawartość ekstraktu refraktometrycznego za pomocą refraktometru Abbego

[3], kwasowość miareczkową wyrażoną jako kwas cytrynowy [14], zawartość cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy metodą Luffa-Schoorla [3] oraz zawartość kwasu askorbinowego [13]. Ponadto oznaczano aktywność przeciwutleniającą z rodnikami ABTS* wytwarzanymi z syntetycznego substratu – kwasu 2,2'-azinnobis(3-etylbentiazolino-6-sulfonowego) pod wpływem metmioglobiny aktywowanej przez dodatek nadtlenu wodoru [11]. Zawartość polifenoli ogółem oznaczano metodą z odczynnikiem Folin-Ciocalteu`a [12]. Czynnikiem ekstrahującym był 70% wodny roztwór acetonu. Wyniki podano w przeliczeniu na kwas galusowy. Antocyjany ogółem oznaczano metodą Fuleki i Francis [5]. Wyniki podano w przeliczeniu na cyjanidynę.

Wyniki i dyskusja

Uzyskane w pracy wyniki podstawowego składu chemicznego owoców i soków otrzymanych z dwóch odmian borówki wysokiej zestawiono w tab. 1. Ekstrakt owoców oznaczony metodą refraktometryczną kształtował się na poziomie 15,0% (odmiana Earlyblue) oraz 15,3% (odmiana Bluecrop). Otrzymane wartości są wyższe od danych literaturowych. Haffner i wsp. [6] oraz Sapers i wsp. [16] podają, że ekstrakt owoców różnych odmian borówek uprawianych w Niemczech oraz USA kształtuje się w granicach od 11,2 do 14,6%. Owoce jagodowe, w tym także owoce borówki wysokiej, charakteryzują się niewielką zawartością sacharozy. W tym przypadku było to 0,7% w owocach odmiany Earlyblue oraz 0,6% w odmianie Bluecrop. Badane owoce, jak i otrzymane soki charakteryzowały się niską kwasowością ogólną w przeliczeniu na kwas cytrynowy. W owocach odmiany Earlyblue wynosiła ona 0,2%, natomiast w owocach odmiany Bluecrop 0,6%. Większość autorów [4, 10, 16] podaje, że kwasowość miareczkowa owoców borówki wysokiej waha się w granicach od 0,4 do 1,4%. Zależy ona od odmiany, warunków klimatycznych i agrotechnicznych, a przede wszystkim od dojrzałości owoców [6]. Owoce borówki wysokiej nie są bogatym źródłem kwasu askorbinowego, gdyż jego ilość nie przekraczała 6,5 mg/100 g w soku pasteryzowanym otrzymanym z owoców odmiany Bluecrop.

W tab. 2. przedstawiono zmiany aktywności przeciwutleniającej, zawartość polifenoli ogółem oraz antocyjanów w owocach, wyciekach, sokach i półkoncentratkach. W celu lepszego zilustrowania faktycznych zmian zawartości poszczególnych składników oraz aktywności przeciwutleniającej zachodzących podczas kolejnych etapów produkcji półkoncentratu, przedstawione dane wyrażono zarówno w przeliczeniu na 1 g produktu gotowego, jak i na 1 g surowca użytego do produkcji. Przeliczając otrzymane wyniki analiz na 1 g (lub 100 g) surowca uwzględniono wydajność etapu tłoczenia (która w przypadku soków wynosiła 80%) oraz straty na poszczególnych etapach procesu technologicznego otrzymywania półkoncentratu. Podczas rozdrabniania, maceracji i tłoczenia straty wynosiły 5,2% (Earlyblue) oraz 5,0% (Bluecrop). Podczas

procesu filtracji odnotowano 7% strat w sokach otrzymanych z odmiany Earlyblue oraz 5% w sokach z odmiany Bluecrop.

Tabela 1

Podstawowy skład chemiczny owoców oraz soków otrzymanych z borówki wysokiej odmiany Earlyblue i Bluecrop.

The basic chemical composition of blueberry fruits and juices produced from Earlyblue and Bluecrop highbush blueberry cultivars.

Skład chemiczny Chemical composition	Owoce Fruits		Sok pasteryzowany Pasteurized juice	
	Earlyblue	Bluecrop	Earlyblue	Bluecrop
	x ± SD	x ± SD	x ± SD	x ± SD
Ekstrakt Extract [%]	15,0 ± 0,1	15,3 ± 0,1	14,5 ± 0,1	16,0 ± 0,1
Cukry bezpośrednio redukujące Directly reducing saccharides [%]	13,6 ± 0,3	14,4 ± 0,2	14,4 ± 0,1	15,8 ± 0,2
Sacharoza Saccharose [%]	0,70 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1
pH	4,0 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,1 ± 0,1
Kwasowość miareczkowa [% kwasu cytrynowego] Titrativity [% of citric acid]	0,2 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Kwas askorbinowy Ascorbic acid [mg/100 g]	5,1 ± 0,2	4,2 ± 0,1	6,3 ± 0,1	6,5 ± 0,1

x – wartość średnia/mean value;

SD – odchylenie standardowe/standard deviation.

Wstępne etapy produkcji, takie jak: rozdrabnianie, maceracja miazgi i tłoczenie, powodowały znaczne zmiany aktywności przeciwutleniającej, co wynikało zarówno ze strat polifenoli ogółem, jak i antocyjanów. Otrzymany sok surowy charakteryzował się aktywnością przeciwutleniającą na poziomie 18,2 μ M Troloxu/ml soku (Earlyblue) oraz 22,6 μ M Troloxu/ml soku (Bluecrop). Po uwzględnieniu wydajności tłoczenia, straty aktywności przeciwutleniającej soku wynosiły 55% w stosunku do owoców. Otrzymany sok surowy charakteryzował się znacznie mniejszą zawartością polifenoli i antocyjanów w porównaniu z surowcem. Otrzymane wyciąki charakteryzowały się średnio 40% aktywnością przeciwutleniającą świeżych owoców. Wartości kształtowały się na poziomie 96,7 μ M Troloxu/g wyciąków z owoców odmiany Earlyblue i 90,1 μ M Troloxu/g wyciąków z odmiany Bluecrop. Straty aktywności przeciwutleniającej w pierwszych etapach produkcji (rozdrabnianie, maceracja, tłoczenie) wynosiły

Tabela 2

Aktywność przeciwutleniająca, zawartość antocyjanów i polifenoli ogółem w owocach, wyłokach, sokach oraz sokach zagęszczonych, otrzymanych z dwóch odmian borówki wysokiej.

Antioxidant activity, anthocyanin and total phenolic content in fruits, pomaces, juices and concentrated juices produced from two highbush blueberry cultivars.

Produkt Product	Odmiana Cultivar	Aktywność przeciwutleniająca Antioxidant activity		Zawartość antocyjanów Total anthocyanins		Zawartość polifenoli ogółem Total phenolics	
		μM Troloxu g produktu μM Trolox equivalents / gproduct x \pm SD	μM Troloxu g owoców μM Trolox equivalents/g blueberries	mg/100 g produktu mg/100 g product x \pm SD	mg/100 g owoców mg/100 g blueberries	mg/100 g produktu mg/100 g product x \pm SD	mg/100 g owoców mg/100 g blueberries
Owoce Fruits	Earlyblue	30,9 \pm 2,3	30,9	274,4 \pm 22,5	274,4	484,7 \pm 20,4	484,7
	Bluecrop	41,2 \pm 1,1	41,2	195,7 \pm 23,4	195,7	606,8 \pm 21,4	606,8
Wyłoki Pomaces	Earlyblue	96,7 \pm 1,6	14,3	910,5 \pm 25,9	134,7	1605,6 \pm 33,3	237,6
	Bluecrop	90,1 \pm 4,1	13,5	473,3 \pm 27,4	70,9	1322,3 \pm 13,4	198,3
Sok surowy Raw juice	Earlyblue	18,2 \pm 0,8	14,6	100,3 \pm 2,1	80,0	276,7 \pm 12,3	221,4
	Bluecrop	22,6 \pm 1,4	18,0	106,9 \pm 4,8	85,5	387,3 \pm 7,6	309,8
Sok filtrowany Filtrated juice	Earlyblue	16,9 \pm 0,9	12,6	107,2 \pm 7,4	79,7	248,4 \pm 14,1	184,8
	Bluecrop	20,4 \pm 1,1	15,5	112,1 \pm 5,9	82,9	357,4 \pm 18,6	264,5
Sok pasteryzowany Pasteurized juice	Earlyblue	14,7 \pm 0,7	10,9	100,7 \pm 0,6	74,9	223,5 \pm 7,0	166,3
	Bluecrop	18,6 \pm 0,7	14,1	107,9 \pm 1,1	82,0	307,9 \pm 11,7	234,0
Koncentrat Concentrate	Earlyblue	42,9 \pm 3,1	10,2	303,5 \pm 10,8	71,1	657,3 \pm 16,2	154,7
	Bluecrop	48,4 \pm 0,8	13,1	301,5 \pm 7,3	81,8	822,7 \pm 18,5	223,3

x – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

około 16%, jeżeli potraktujemy otrzymane wytloki nie jako straty, a jedynie jako jeden z produktów ubocznych możliwy do dalszego wykorzystania technologicznego. Lee i wsp. [9] podają, że straty zawartości polifenoli ogółem podczas maceracji i tłoczenia owoców borówki mogą sięgać nawet 65%. Podobne wyniki otrzymali Skrede i wsp. [17]. Jest to przypuszczalnie efekt działania natywnych polifenolooksydaz, które katalizują przemiany degradacyjne polifenoli. Kader i wsp. [7] wykazali, że aktywność polifenolooksydazy odgrywa dominującą rolę w enzymatycznej degradacji antocyjanów borówki wysokiej.

Po procesie klarowania z wykorzystaniem ziemi krzemkowej aktywność przeciwutleniająca soku wynosiła 16,9 μM Troloxu/ml soku w przypadku odmiany Earlyblue oraz 20,4 μM Troloxu/ml soku w przypadku odmiany Bluecrop (tab. 2). Straty aktywności przeciwutleniającej na etapie klarowania wynosiły około 14%, co było głównie związane ze spadkiem zawartości polifenoli, innych niż antocyjany. Po filtracji soki zawierały aż 97% ilości antocyjanów w stosunku do soków surowych.

Pasteryzacja otrzymanych soków w butelkach 0,33 dm³ w temp. 95°C przez 30 min spowodowała zmniejszenie aktywności przeciwutleniającej średnio o 11%. Aktywność przeciwutleniająca soków pasteryzowanych wynosiła odpowiednio 14,7 μM Troloxu/ml soku otrzymanego z owoców odmiany Earlyblue oraz 18,6 μM Troloxu/ml soku otrzymanego z odmiany Bluecrop. Otrzymane soki wykazywały jedynie około 34% początkowej aktywności przeciwutleniającej świeżych owoców.

Ostatnim etapem technologicznym było zagęszczanie otrzymanych soków do ekstraktu 45%. Straty podczas zagęszczania zarówno aktywności przeciwutleniającej, jak i zawartości antocyjanów i polifenoli ogółem były niewielkie i nie przekraczały 6%. Podobne wyniki otrzymali Lee i wsp. [9], którzy straty antocyjanów i polifenoli ogółem podczas procesu zagęszczania oszacowali na poziomie 5%.

Wnioski

1. Owoce borówki wysokiej charakteryzowały się wysoką aktywnością przeciwutleniającą, wynoszącą odpowiednio 30,9 μM Troloxu/g owoców (odmiana Earlyblue) oraz 41,2 μM Troloxu/g owoców (odmiana Bluecrop)
2. Etapami produkcji, podczas których dochodziło do największych strat aktywności przeciwutleniającej wynoszącej 55%, były: rozdrabnianie, maceracja i tłoczenie.
3. Pozostałe po procesie tłoczenia wytloki są produktem o wysokiej aktywności przeciwutleniającej. Wydaje się zatem celowe podjęcie prób nad możliwością ich technologicznego wykorzystania.

Literatura

- [1] Arthey D., Ashurst P. R.: Fruit processing-nutrition, products, and quality management. Aspen Publisher Inc., Maryland 2001.
- [2] Connor A. M., Luby J.J., Hancock J. F., Tong B. S., Finn C.E., Hanson E. J.: Genotypic and environmental variation i antioxidant activity, total phenolic content and anthocyanin content among blueberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 2002, **50**, 893-898.
- [3] Drzazga B.: Analiza techniczna w przemyśle spożywczym. Cz. ogólna. WSiP, Warszawa 1999.
- [4] Ehlenfeld M. K., Prior R.L.: Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. J. Agric. Food Chem., 2001, **49**, 2222-2227
- [5] Fuleki T., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. J. Food Sci. 1968, **33**, 72-76
- [6] Haffner K., Vestrheim S., Gronnerod K.: Qualitätseigenschaften von Kulturheidelbeersorten *Vaccinium corymbosum* L. Erwerbsobstbau, 1998, **40**, 112-116.
- [7] Kader F., Rovel B., Girardin M., Metche M.: Mechanism of browning in fresh highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). Role of blueberry polyphenol oxidase, chlorogenic acid and anthocyanins. J.Sci. Food Agric., 1997, **74**, 1, 31-34.
- [8] Kalt W., McDonald J. E., Donner H.: Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. J. Food Sci., 2000, **65**, 3, 390-393.
- [9] Lee J., Drust R. W., Wrolstad R. E.: Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics; comparison of two pretreatments. J. Food Sci., 2002, **67**, 5, 1660-1667.
- [10] Lenartowicz W., Zbroszczyk J., Plocharski W.: The quality of highbush blueberry fruit, Fruit Science Report, 1990, **18**, 2, 77-85.
- [11] Miller N. J., Rice-Evancs C.: Spectrophotometric determination of antioxidant activity, Redox Report, 1996, **2**, 3, 161-171.
- [12] Peri C., Pompei G.: An assay of different phenolic fraction in wines. Am. J. Enol. Vitic., 1971, **22**, 2, 55.
- [13] PN-A-04019:1998. Produkty spożywcze. Oznaczenie zawartości witaminy C.
- [14] PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Oznaczenie kwasowości ogólnej.
- [15] Prior R. L., Cao G., Martin A., Sofic E., McEwen J., O'Brien C., Lischner N., Ehlenfeld M., Kalt W., Krewer G., Mainland C.: Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of vaccinium species. J. Agric. Food Chem., 1998, **46**, 2686-2693.
- [16] Sapers G.M, Burgher A. M., Phillips J. G., Jones S. B.: Color and composition of highbush blueberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1984, **109**, 1, 105-111.
- [17] Skrede G., Wrolstad R. E., Durst R. W.: Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). J.Food Sci., 2000, **65**, 2, 357-364.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF JUICES AND SEMI-CONCENTRATES PRODUCED FROM HIGHBUSH BLUEBERRY FRUITS (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.)

S u m m a r y

The objective of the study was to determine changes in the antioxidant properties and content of polyphenols, which occurred during the ensuing phases of making juices and semi-concentrates from two cultivars of highbush blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L., cv. Earlyblue, Bluecrop).

On the basis of the results obtained, it was stated that fruits of the two highbush cultivars of blueberries showed a high antioxidant activity the level of which was as follows: Earlyblue cultivar – 30.9 μM Trolox equivalents per g fresh weight; Bluecrop cultivar -41.2 μM of Trolox equivalents per g fresh weight. Losses in the total antioxidant capacity of raw juices with regard to fruits used were 55%, whereas the pomaces produced were characterized by as much as 32% (Bluecrop) and 46% (Earlyblue) of the initial antioxidant activity of fruits. During individual phases of the initial processing of fruit pulp (crushing, maceration, and pressing), the antioxidant properties of products obtained were reduced if compared with the initial raw material used.

Keywords: highbush blueberry, antioxidant activity, semi-concentrates, juices. ☒