

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Akademia Rolnicza w Lublinie

DARIUSZ WACH

Zawartość niektórych związków bioorganicznych w owocach borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.)

Content of Some Bioorganic Components in Fruit of Highbush Blueberry
(*Vaccinium corymbosum* L.)

Synopsis. W owocach sześciu odmian borówki wysokiej ('Bluecrop', 'Blueray', 'Darrow', 'Ivanhoe', 'Northland' i 'Spartan') analizowano zawartość następujących związków bioorganicznych: suchej masy, antocyjanów, cukrów ogółem i kwasów organicznych. Przeprowadzone badania wykazały istotne różnice odmianowe w zawartości wszystkich analizowanych składników. Pomiędzy latami badań stwierdzono w owocach istotne różnice w zawartości suchej masy, antocyjanów i kwasów organicznych. Najwyższą zawartością suchej masy i kwasów organicznych charakteryzowały się jagody odmiany 'Darrow' (odpowiednio: 15,6 i 0,49%. W jagodach odmiany 'Ivanhoe' stwierdzono największą zawartość antocyjanów (172,5 mg · 100 g⁻¹ św. m.). Najwięcej cukrów ogółem zawierały owoce odmiany 'Bluecrop' (14,6%).

Słowa kluczowe – key words: borówka wysoka – highbush blueberry, skład chemiczny – chemical composition, antocyjany – anthocyanins, cukry ogółem – total sugars, kwasy organiczne – organic acids, sucha masa – dry matter

WSTĘP

Owoce borówki wysokiej charakteryzują się wyśmienitym smakiem, dużą wartością dietetyczną oraz zawartością niezwykle cennych związków bioorganicznych: antocyjanów i fitoestrogenów (izoflawonów, lignanów i kumestanów). Związki te wykazują działanie antykancerogenne i antyoksydacyjne, nie-

zwykle cenne dla zdrowia człowieka (Bomser i wsp., 1996; Kalt i wsp., 1999a i 1999b; Wang i wsp., 1999).

W czasie dojrzewania jagody zwiększają swoją masę i zachodzą zmiany w ich składzie chemicznym. Zawartość cukrów ogółem zwiększa się w ciągu pierwszych dziewięciu dni po zmianie barwy na niebieską i dalej pozostaje stała. Wzrasta również zawartość suchej masy i ekstraktu, maleje zaś kwasowość miareczkowa. Stosunek cukrów do kwasów zwiększa się na skutek obniżania się zawartości kwasów i stąd wrażenie, że jagody stają się coraz słodsze. Główne kwasy występujące w jagodach borówki wysokiej to: cytrynowy, jabłkowy i chininowy. Podczas kolejnych zbiorów oraz zwiększania odstępów pomiędzy terminami zbiorów wzrasta zawartość cukrów w jagodach. W wysokich plonach stwierdza się obniżenie zawartości cukrów w owocach, ale nie obserwuje się zmian kwasowości miareczkowej (Woodruff i wsp., 1960; Kushman i Ballinger, 1968; Sapers i wsp., 1984).

MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono w latach 1997-1999 wykorzystując jagody trzeciego (głównego) zbioru sześciu odmian borówki wysokiej ('Bluecrop', 'Blueray', 'Darrow', 'Ivanhoe', 'Northland' i 'Spartan') pochodzące z plantacji w Niemcach k/ Lublina. W owocach oznaczono zawartość suchej masy metodą suszarkową (temperatura 105°C), cukrów ogółem metodą Luffa-Schoorla, kwasów organicznych w przeliczeniu na kwas cytrynowy oraz antocyjanów w przeliczeniu na chlorek pelargonidyny. Zawartości cukrów ogółem, kwasów organicznych i suchej masy wyrażono w % a antocyjanów w mg na 100 g⁻¹ świeżej masy. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniono za pomocą przedziałów ufności Tukeya przy poziomie istotności 0,05.

WYNIKI

Zawartość suchej masy w jagodach borówki wysokiej wynosiła średnio 14,6% (tab. 1). Niezależnie od odmiany, istotnie najniższą zawartością suchej masy charakteryzowały się owoce zbierane w 1999 r. (14,1%), a najwyższą w latach 1997 i 1998 (14,8%). Niezależnie od lat, stwierdzono istotne różnice w kształtowaniu się tej cechy pomiędzy odmianami. Największa zawartość suchej masy była w owocach odmiany 'Darrow' (15,6%), a najmniejsza u 'Northland' (13,3%). Stwierdzono istotny wpływ współdziałania odmiany z latami badań na zawartość suchej masy w owocach. Najmniej zawierały jej jagody odmiany 'Northland' w 1999 roku (13,2%), zaś najwięcej odmiany 'Darrow' w 1996 roku (15,9%).

Średnia zawartość antocyjanów w owocach borówki wysokiej wynosiła 149,7 mg · 100 g⁻¹ św. m. (tab. 1). Niezależnie od odmiany, najwyższą istotnie zawartość antocyjanów stwierdzono w ostatnim roku badań (159,4 mg · 100 g⁻¹ św. m.), a najniższą w roku 1998 (143,5 mg · 100 g⁻¹ św. m.). W ocenie niezależnej od lat, istotnie najwięcej antocyjanów zawierały jagody odmiany 'Ivanhoe' (172,5 mg · 100 g⁻¹ św. m.), zaś najmniej 'Spartan' (134 mg · 100 g⁻¹ św. m.). Na kształtowanie się ilości tego składnika w owocach istotny wpływ miało współdziałanie odmiany z latami badań. Najmniej antocyjanów stwierdzono w 1998 roku w jagodach odmiany 'Bluecrop' (118 mg · 100 g⁻¹ św. m.), a najwięcej w roku następnym u 'Ivanhoe' (187 mg · 100 g⁻¹ św. m.).

Tab. 1. Skład chemiczny owoców borówki wysokiej
Chemical composition of highbush blueberry fruit

Odmiana Cultivar	1997	1998	1999	Średnio Mean	1997	1998	1999	Średnio Mean
Sucha masa – Dry matter (%)					Antocyjany – Anthocyanins (mg)			
Bluecrop	14,2	14,4	14,7	14,4	135,0	188,0	153,5	135,5
Blueray	15,0	14,9	13,9	14,6	144,0	128,0	139,0	137,0
Darrow	15,9	15,8	15,0	15,6	159,0	148,0	156,0	154,3
Ivanhoe	15,3	15,2	13,8	14,8	166,5	164,0	187,0	172,5
Northland	13,3	13,5	13,2	13,3	153,0	166,0	177,0	165,3
Spartan	14,9	14,9	14,2	14,6	122,0	137,0	143,0	134,0
Średnio – Mean	14,8	14,8	14,1	14,6	146,6	143,5	159,3	149,8
NIR _{0,05} dla – LSD _{0,05} for: Odmian – Cultivars				0,46				
Lat – Years				0,26				
Interakcji – Interaction				1,01				
Cukry ogółem – Total sugars (%)					Kwasy organiczne – Organic acids (%)			
Bluecrop	13,8	16,4	13,7	14,6	0,36	0,18	0,44	0,33
Blueray	12,3	11,1	13,0	12,1	0,40	0,24	0,20	0,28
Darrow	11,8	12,3	14,3	12,8	0,52	0,34	0,61	0,49
Ivanhoe	13,2	15,6	12,0	13,6	0,35	0,28	0,44	0,35
Northland	14,1	13,3	14,4	13,9	0,31	0,18	0,19	0,23
Spartan	13,7	12,2	13,9	13,3	0,29	1,18	0,18	0,22
Średnio – Mean	13,2	13,5	13,6	13,4	0,37	0,23	0,34	0,31
NIR _{0,05} dla – LSD _{0,05} for:								
Odmian – Cultivars				1,11				
Lat – Years				n.i – n.s				
Interakcji – Interaction				2,45				

Średnia zawartość cukrów ogółem w jagodach borówki wysokiej, niezależnie od odmiany wyniosła od 13,2% w roku 1997 do 13,6% w 1999 roku (tab. 1). Analiza statystyczna uzyskanych wyników wskazuje na istotny wpływ odmiany w kształtowaniu się tej cechy. W ocenie niezależnej od lat, najczęściej cukrów stwierdzono w owocach odmiany 'Bluecrop' (14,6%), zaś najmniej u odmian 'Blueray' i 'Darrow' (12,1% i 12,8%). Udowodniono istotne różnice we współdziałaniu odmiany z latami badań. Najmniejszą zawartością cukrów ogółem charakteryzowały się owoce odmiany 'Blueray' w 1998 roku (11,1%), 'Darrow' w 1997 roku (11,8%) i 'Ivanhoe' w ostatnim roku doświadczenia (12,0%).

Jagody borówki wysokiej zawierały średnio 0,31% kwasów organicznych (tab. 1). Analiza statystyczna uzyskanych wyników świadczy o istotnym wpływie odmiany, lat badań i współdziałaniu odmiany z latami badań na kształtowanie się tej cechy. Średnia zawartość kwasów organicznych w owocach, niezależnie od odmiany wyniosła od 0,23% w 1998 roku do 0,37% w roku 1997. W ocenie niezależnej od lat, największą zawartością kwasów organicznych charakteryzowały się jagody odmiany 'Darrow' (0,49%), a najmniejszą 'Spartan' i 'Northland' (0,22 i 0,23%). Najmniej kwasów organicznych (0,18%) stwierdzono w jagodach odmian: 'Bluecrop', 'Northland' i 'Spartan' w 1998 roku i 'Northland' w ostatnim roku badań, a najczęściej w jagodach odmiany 'Darrow' w 1999 roku (0,61%).

DYSKUSJA

Skład chemiczny owoców borówki wysokiej zależy od przebiegu pogody w czasie wegetacji, a zwłaszcza usłonecznienia, fazy dojrzałości, terminu zbioru i odmiany (Kushmann i Ballinger, 1968). Analiza chemiczna jagód wykazała następujące zawartości niektórych związków bioorganicznych (św. m.): 13,3-15,6% suchej masy; 12,1-14,6% cukrów ogółem; 0,22-0,49% kwasów organicznych; 134,0-172,5 mg · 100 g⁻¹ św. m. antocyjanów. Jagody odmiany 'Darrow' charakteryzowały się największą zawartością suchej masy i kwasów organicznych (odpowiednio – 15,6%, 0,49%), odmiany 'Ivanhoe' antocyjanów (172,5 mg), a 'Bluecrop' cukrów ogółem (14,6%). Wyniki badań przeprowadzonych w latach 1997-1999 są zbliżone do wyników spotykanych w literaturze krajowej i zagranicznej. Zawartość suchej masy była nieco wyższa niż w badaniach jugosłowiańskich (Oblak, 1977), podobna jak w niektórych doświadczeniach krajowych (Kawecki i Kopytowski, 1991; Ostrowska i Ściążko, 1996) lub niższa (Lenartowicz i wsp., 1990). Wyższą zawartość cukrów ogółem a niższą kwasów organicznych stwierdzono jak w cytowanym tu piśmiennictwie. Bardzo

ważna dla zdrowia człowieka zawartość antocyjanów pokrywała się z wynikami, jakie uzyskał Lenartowicz i wsp., (1990). Owoce odmiany 'Bluecrop' zawierały ich więcej niż w badaniach amerykańskich (Sapers i wsp., 1984), ale mniej niż w badaniach Ścibisz i Mitek (2001).

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne różnice między odmianami w zawartości wszystkich analizowanych składników: suchej masy, cukrów ogółem, antocyjanów i kwasów organicznych.
2. Najwyższą zawartością suchej masy i kwasów organicznych charakteryzowały się jagody odmiany 'Darrow' (odpowiednio: 15,6% i 0,49%).
3. W jagodach odmiany 'Ivanhoe' stwierdzono największą zawartość antocyjanów ($172,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ św. m.).
4. Najwięcej cukrów ogółem zawierały owoce odmiany 'Bluecrop' (14,6%).

PIŚMIENNICTWO

- Bomser J., Madhavi D.L., Singletary K., Smith M.A.L., 1996. In vitro anticancer activity of fruit extracts from *Vaccinium* species. *Planta-Medica* 62,3: 212-216.
- Kalt W., Forney C.F., Martin A., Prior R.L., 1999a. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *J. Agric. Food Chem.* 47, 11: 4638-4644.
- Kalt W., McDonald J.E., Ricker R.D., Lu X., 1999b. Anthocyanin content and profile within and among blueberry species. *Can. J. Plant Sci.* 79, 4: 617-623.
- Kawecki Z., Kopytowski J., 1991. Wzrost i plonowanie krzewów borówki wysokiej nawożonych mieszką nawozową Mis-3. II. Wielkość owoców i ich skład chemiczny. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst. Agric.*, 52: 185-192.
- Kushman L.J., Ballinger W.E., 1968. Acid and sugar changes during ripening in Wolcott blueberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 92: 290-295.
- Lenartowicz W., Zbroszczyk J., Płocharski W., 1990. The quality of highbush blueberry fruit. Part I. Fresh fruit quality of six highbush blueberry cultivars and their suitability for freezing. *Fruit Sci. Rep.*, 17, 2: 77-85.
- Oblak M., 1977. Advanced testing of blueberry varieties in Slovenia. *Acta Hort.*, 165: 145-152.
- Ostrowska K., Ściężko D., 1996. Zawartość składników bioorganicznych i mineralnych w owocach trzech odmian borówki wysokiej. *Ogólnopol. Symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie”*, PTNO, Wyd. HaKa AR Poznań: 225-229.
- Sapers G.M., Burgher A.M., Phillips J.G., Jones S.B., 1984. Color and composition of highbush blueberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 109, 1: 105-111.
- Ścibisz I., Mitek M., 2001. Pojemność przeciwutleniająca borówki wysokiej i jej zmiany podczas przetwarzania i przechowywania. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. Skiern.*, 9: 283-288.

- Wang M., Li J., Shao Y., Huang T.C., Huang M.T., Chin C.K., Rosen R.T., Ho C.T., 1999. Antioxidative and cytotoxic components of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Phytochem. Phytopharm.*: 271-277.
- Woodruff R.E., Dewey D.H., Sell H.M., 1960. Chemical changes in 'Jersey' and 'Rubel' blueberry fruit associated with ripening and deterioration. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 75: 387-401.

SUMMARY

The content of some bioorganic components in the fruit of six highbush blueberry cultivars ('Bluecrop', 'Blue-ray', 'Darrow', 'Ivanhoe', 'Northland' and 'Spartan') was examined. Significant differences between cultivars in each component were found. The content of dry matter, anthocyanins and organic acids between years of study were differed significantly too. The highest content of dry matter and organic acids was characteristic of fruit of 'Darrow' cv. (respectively, 15.6% and 0.49%).

In the fruit of 'Ivanhoe' cv. the studies found the greatest content of anthocyanins ($172.5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ fresh. m.) as compared to the other ones. The highest concentration of total sugars (14.6%) in the berries of 'Bluecrop' cv. was observed.