

WSTĘPNA OCENA WZROSTU I PLONOWANIA WYBRANYCH ODMIAN BORÓWKI WYSOKIEJ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.)

THE PRELIMINARY ASSESSMENT OF PLANT GROWTH AND YIELDING OF SELECTED HIGHBUSH BLUEBERRY (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) CULTIVARS

Łukasz Seliga, Stanisław Pluta

Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
Lukasz.Seliga@inhort.pl

Abstract

Thirteen highbush blueberry (northern type) cultivars: ‘Aurora’, ‘Bluecrop’, ‘Bluegold’, ‘Bonifacy’, ‘Bonus’, ‘Brigitta Blue’, ‘Chandler’, ‘Draper’, ‘Lateblue’, ‘Liberty’, ‘Nelson’, ‘Spartan’ and ‘Toro’ were evaluated. The cultivars originated from different geographic regions and are characterized by many valuable traits and high phenotypic and genetic variability. The experiment was established in 2010 on the field of the Experimental Orchard of the Research Institute of Horticulture in Skierniewice, Poland. It was set up in a randomized block design, in 4 replicates, 3 plants per plot. The planting spacing was 3.50×0.75 m. Studies were conducted in 2016. The preliminary results proved that the strongest plant growth vigor had ‘Bluecrop’ (propagated traditionally and *in vitro*), ‘Bonifacy’ and ‘Liberty’, the weakest – ‘Bonus’. Cultivar ‘Bonifacy’ had an upright plant habit, unlike ‘Bonus’, which had the most spread shrubs. The earliest ripening had ‘Bonus’, ‘Bonifacy’ and ‘Spartan’, the latest – ‘Lateblue’, ‘Liberty’ and ‘Aurora’. The highest fruit yield produced ‘Bluegold’ and ‘Lateblue’, the lowest ‘Bluecrop’ and ‘Nelson’. The largest fruits had ‘Chandler’ and ‘Liberty’, the smallest ‘Bluegold’, ‘Nelson’ and ‘Bluecrop’. Cultivar ‘Spartan’ had the highest content of an extract in fruit, the lowest content of this component was recorded for ‘Bluegold’ and ‘Chandler’. The richest in vitamin C were the fruits of ‘Lateblue’, ‘Nelson’, ‘Spartan’ and ‘Toro’. The least of these compounds contained the fruit of the commonly grown cultivar ‘Bluecrop’, propagated traditionally and by *in vitro*.

Key words: blueberry, plant growth vigor, yield, fruit size, fruit quality

WSTĘP

Borówka wysoka zwana też borówką amerykańską (*Vaccinium corymbosum* L.) jest krzewem z rodziny wrzosowatych, dziko rośnie w Ameryce Północnej. Uprawiane odmiany pochodzą od gatunków: *Vaccinium corymbosum*, *V. australe*, *V. angustifolium* i *V. darrowii* (Brevis i in. 2008).

W Polsce borówka wysoka uprawiana jest od kilkadziesiąt lat. Jednak dopiero po sprowadzeniu przez dr. K. Pliszkę (SGGW) ciekawych odmian z USA i wdrożeniu ich do uprawy w naszym kraju nastąpił dynamiczny rozwój produkcji owoców tego gatunku (Smolarz 2006; Smolarz i Pluta 2014). Jak podają Zmarlicki i Brzozowski (2016) w ostatnich 20 latach uprawa borówki wysokiej jest najszybciej rozwijającym się kierunkiem produkcji sadowniczej w Polsce. Według wstępnych danych Głównego Urzędu Statystycznego (2017) krajowa produkcja owoców borówki wysokiej szacowana jest na około 21 tys. ton w 2017 roku. Z taką produkcją Polska zajmuje drugie miejsce w Europie po Hiszpanii.

Owoce borówki wysokiej to wartościowe, deserowe jagody. Zawierają witaminy: A, B₁, B₂, B₃, a także fosfor, potas, wapń, sód, kwas foliowy i fitoestrogeny. Borówki, zarówno wysoka, jak i niska, zawierają czterokrotnie więcej przeciwutleniaczy niż truskawki czy maliny (Kalt i in. 1999). Ponadto charakteryzują się wysoką aktywnością przeciwutleniającą, wynikającą z zawartości polifenoli, w tym szczególnie antocyjanów (Ścibisz i in. 2004). Spożywanie tych owoców ma zatem korzystny wpływ na zdrowie. Polskie borówki są także obiektem opłacalnego eksportu, głównie do Wielkiej Brytanii, a także Niemiec, Holandii, Skandynawii oraz innych krajów UE i świata.

Najpopularniejszymi uprawianymi w Polsce odmianami borówki wysokiej są: ‘Duke’, ‘Bluecrop’, ‘Bluegold’, ‘Spartan’ i ‘Sunrise’ (Małkiewicz i Karwowski 2012). Nowsze plantacje zakłada się także z takich odmian jak: ‘Bonus’, ‘Chandler’, ‘Toro’, a ostatnio ‘Draper’, ‘Liberty’ i ‘Aurora’. Najważniejsze zalety nowych odmian to: wysoka plenność, wielkość, jędrność i atrakcyjność jagód, późna pora kwitnienia i dojrzewania owoców, a w warunkach klimatycznych Polski również odporność roślin na mróz (Pluta i Żurawicz 2014).

Celem badań była wstępna ocena wartości produkcyjnej 13 odmian borówki wysokiej (*V. corymbosum* L.) typu północnego w warunkach przyrodniczych centralnej Polski, określenie ich przydatności jako form rodzicielskich do prowadzonego w Instytucie Ogrodnictwa programu hodowli twórczej borówki wysokiej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny stanowiło 13 odmian borówki wysokiej (północnego typu) pochodzących z różnych rejonów geograficznych: USA (‘Aurora’, ‘Bluecrop’, ‘Bluegold’, ‘Bonus’, ‘Chandler’, ‘Draper’, ‘Lateblue’, ‘Liberty’, ‘Nelson’, ‘Spartan’ i ‘Toro’), Australii (‘Brigitta Blue’) oraz Polski (‘Bonifacy’) (tab. 1, fot. 1 A–D). W doświadczeniu posadzono dodatkowo odmianę ‘Bluecrop’ rozmnażaną *in vitro*. Oceniane odmiany charakteryzują się wieloma wartościowymi cechami użytkowymi oraz dużą zmiennością fenotypową i genetyczną.

Dwuletnie sadzonki w doniczkach posłużyły do założenia doświadczenia odmianowo-porównawczego wiosną 2010 roku na polu w Sadzie Pomologicznym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach (51.959°N, 20.139°E). Doświadczenie założono w układzie bloków losowych kompletnych, w 4 powtórzeniach, po 3 rośliny na poletku. Każda odmiana była reprezentowana przez 12 roślin. Rozstawa między krzewami wynosiła $3,50 \times 0,75$ m.

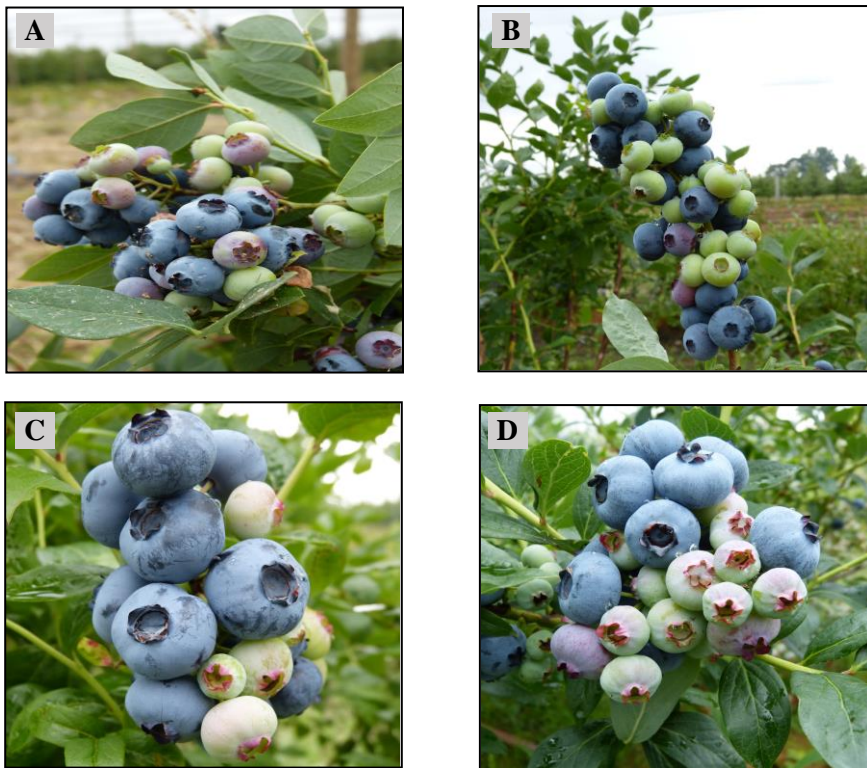
Krzewy posadzono w bruzdy (o głębokości 30 cm i szerokości 40 cm) wypełnione trocinami z domieszką torfu kwaśnego (w proporcji 3:1), w glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny lekkiej, spiaszczonej (piaski gliniaste lekkie) do głębokości 70 cm. Jest to gleba należąca do klasy bonitacyjnej gruntów ornych IVa (RIVa). Poziom próchnicy o miąższości około 40 cm. Odczyn gleby kwaśny ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5,2$), gdyż na rok przed sadzeniem roślin zastosowano siarkę Wigor S w jednorazowej dawce $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przedplonami były łubin żółty i gorczyca, uprawiane jako zielony nawóz na przyoranie.

Uprawa, nawożenie gleby i pielęgnacja krzewów były jednakowe w całym doświadczeniu i zgodne z zaleceniami dla plantacji towarowych borówki wysokiej. Rośliny od momentu posadzenia były nawadniane przy użyciu systemu kropłowego. Po posadzeniu roślin w rzędach zastosowano warstwę trocin o szerokości około 60 cm i grubości około 10 cm, w polecanej ilości około $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (czyli w przeliczaniu objętościowym około $150 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), które co 2 lata były uzupełniane. W pierwszych dwóch latach po posadzeniu roślin gleba w międzyrzędziach utrzymywana była w czarnym ugorze. Regularnie i płytko uprawiano glebę przy użyciu współpracujących z ciągnikiem glebogryzarki lub kultywatora. Następnie w międzyrzędziach wysiano nasiona mieszanki traw. Murawa była regularnie koszona. Nawożenie gleby i dokarmianie roślin stosowano zgodnie z zaleceniami, na podstawie analizy wyników próbek gleby oraz wizualnej oceny krzewów (wyglądu, wzrostu i rozwoju). Nawożenie mineralne stosowano corocznie. Wiosną w rzędy krzewów stosowano siarczan amonu (21% N) w dawce $100\text{--}120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, dzielonej 50 : 50 (%), w odstępie 3–4 tygodni. Po kwitnieniu krzewów (II poł. maja) rozsiewano w rzędy wieloskładnikowy nawóz Yara Mila Complex (12–11–18+Mg+S+Mikro), w dawce $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jesienią (w połowie września) stosowano siarczan potasu (42% K_2O), w dawce $120\text{--}150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zwalczanie chwastów prowadzono ręcznie lub mechanicznie, w miarę potrzeby stosowano herbicydy (Fusilade Forte 150 EC i Basta 150 SL). Ochronę roślin przed chorobami grzybowymi i szkodnikami prowadzono w miarę potrzeby, zgodnie z aktualnymi zaleceniami Programu Ochrony Roślin Sadowniczych. Podczas prowadzenia doświadczenia, na przedwiośniu lub wczesną wiosną, stosowano cięcie sanitarne (usuwanie pędów uszkodzonych, złamanych) i przświetlające krzewów.

W roku 2016 oceniono następujące cechy roślin:

1. wysokość i szerokość krzewu (cm),
2. wielkość krzewu (wysokość \times szerokość krzewu, wyrażona w m²),
3. wskaźnik pokroju krzewu (iloraz wysokości i szerokości krzewu),
4. średni termin zbioru owoców (50% zebranych owoców),
5. plon owoców (kg/krzew),
6. średnia masa 100 losowo pobranych owoców (g), określana z plonu bezpośrednio po zbiorze,
7. zawartość ekstraktu w owocach (°Brix) określana refraktometrem Rudolph J-157 w zamrożonych próbkach o masie około 0,5 kg,
8. zawartość witaminy C (mg \cdot 100 g⁻¹) – reflektometrem RQ-Easy i paskami testowymi Merck (jw.).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu metody jednoczynnikowej analizy wariancji. Do oceny istotności różnic między średnimi użyto testu t-Duncana ($p = 0,05$).



Fot. 1. Owoce borówki wysokiej odmian: ‘Aurora’ (A), ‘Bonifacy’ (B), ‘Brigitta Blue’ (C) i ‘Chandler’ (D) (fot. Ł. Seliga)

Phot. 1. Fruit of highbush blueberry cultivars ‘Aurora’ (A), ‘Bonifacy’ (B), ‘Brigitta Blue’ (C) and ‘Chandler’ (D) (phot. Ł. Seliga)

WYNIKI I Dyskusja

Poniżej przedstawiono wstępne wyniki badań i obserwacji wybranych cech użytkowych borówki wysokiej przeprowadzonych w 2016 roku.

1. Cechy morfologiczne

W prowadzonym doświadczeniu najwyższe były krzewy odmian ‘Bluecrop’ (otrzymane zarówno z sadzonek tradycyjnych jak i z *in vitro*), ‘Bonifacy’ i ‘Liberty’. Najniższymi krzewami cechowała się odmiana ‘Bonus’ (tab. 1). Podobne wyniki dla odmiany ‘Bonifacy’ oraz ‘Bluecrop’ w swojej pracy uzyskała Krzewińska i inni (2009). W prowadzonym doświadczeniu odmiany te wytwarzały najdłuższe przyrosty jednoroczne. Również Wach (2008) zaobserwował najsilniejszy wzrost krzewów odmiany ‘Bluecrop’ w doświadczeniu założonym na polu w rejonie Lublina. Najszerze krzewy wytwarzała odmiana ‘Liberty’, a najwęższe odmiana ‘Nelson’. Siła wzrostu określona pomiarem wysokości, szerokości i wielkości krzewów jest cechą odmianową (to szczególnie ważne przy kombajnowym zbiorze owoców). Najsilniej rosły krzewy odmiany ‘Bluecrop’ (rozmnażanej tradycyjnie i z *in vitro*), ‘Bonifacy’ i ‘Liberty’, a najsłabiej krzewy odmiany ‘Bonus’. W prowadzonym doświadczeniu największy wskaźnik pokroju krzewu uzyskała odmiana ‘Bonifacy’, a najmniejszy odmiana ‘Bonus’ (tab. 1). Z uzyskanych badań wynika, że odmiana ‘Bonifacy’ tworzyła krzewy o wzniosłym pokroju, w odróżnieniu od odmiany ‘Bonus’, której krzewy były niższe i bardziej rozłożyste. Większość ocenianych odmian borówki wysokiej charakteryzowała się średnio-rozłożystym pokrojem krzewów.

2. Plon i wielkość owoców

Wyniki dotyczące terminu dojrzewania i zbioru owoców badanych odmian borówki wysokiej przedstawiono w tabeli 2. W oparciu o te wyniki odmiany ‘Bonus’, ‘Bonifacy’ i ‘Spartan’ zaliczyć można do grupy odmian wczesnych, ich termin dojrzewania (zbiór 50% owoców) przypadał na 20 lipca 2016 roku. Większość ocenianych genotypów to odmiany średnio wczesne, a termin, w którym zebrana była połowa plonu owoców był między 25 lipca a 10 sierpnia. Do grupy odmian późnych zaklasyfikowano odmiany ‘Lateblue’, ‘Liberty’ i ‘Aurora’, u których 50% owoców dojrzało najpóźniej – od 18 sierpnia do 7 września 2016 roku.

Jedną z najważniejszych cech użytkowych określających przydatność odmiany borówki wysokiej do uprawy jest plenność krzewów. Najwyższe plony owoców wydały krzewy odmian ‘Bluegold’ (1,93 kg/krzew) i ‘Lateblue’ (1,87 kg/krzew), najsłabiej plonowały krzewy odmian ‘Bluecrop’ z *in vitro* (0,23 kg/krzew) i ‘Nelson’ (0,23 kg/krzew). Na niższe plonowanie krzewów niektórych odmian borówki wysokiej w roku 2016 niekorzystny wpływ miał przebieg pogody w 2015 roku.

Tabela 1. Pochodzenie i wybrane cechy morfologiczne badanych odmian borówki wysokiej (Skierniewice 2016)

Table 1. Origin and selected morphological traits of studied highbush blueberry cultivars (Skierniewice 2016)

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Wysokość krzewu Height of shrub (cm)	Szerokość krzewu Width of shrub (cm)	Wielkość krzewu Size of shrub* (m ²)	Wskaźnik po- kroju krzewu Coefficient of shrub habit**
‘Aurora’	USA, Michigan	88,7 cd	76,8 abc	0,68 b	1,16 cde
‘Bluecrop’	USA, Weymouth	105,2 e	87,4 abc	0,92 c	1,21 de
‘Bluecrop’ <i>in vitro</i>	USA, Weymouth	104,5 e	89,0 bc	0,93 c	1,18 cde
‘Bluegold’	USA, Weymouth	81,8 bc	85,1 abc	0,70 b	0,97 abc
‘Bonifacy’	Polska, Warszawa	109,3 e	84,1 abc	0,92 c	1,31 e
‘Bonus’	USA	58,1 a	75,1 ab	0,44 a	0,78 a
‘Brigitta Blue’	Australia	86,3 bcd	78,0 abc	0,67 b	1,11 cde
‘Chandler’	USA, Beltsville	81,9 bc	82,5 abc	0,68 b	0,99 bcd
‘Draper’	USA, Michigan	73,9 b	86,1 abc	0,64 b	0,86 ab
‘Lateblue’	USA, Weymouth	82,2 bc	80,4 abc	0,67 b	1,02 bcd
‘Liberty’	USA, Michigan	98,8 de	91,0 c	0,90 c	1,09 bcd
‘Nelson’	USA, Beltsville	80,0 bc	72,1 a	0,60 ab	1,20 de
‘Spartan’	USA, Beltsville	85,4 bcd	81,5 abc	0,77 bc	1,05 bcd
‘Toro’	USA, Weymouth	84,3 bcd	84,0 abc	0,71 b	1,00 bcd

*Wielkość krzewu = pomiar wysokości i szerokości krzewu; Shrub size = measurement of height and width of shrub.

**Wskaźnik pokroju krzewu = iloraz wysokości do szerokości krzewu; Plant habit indicator = the ratio of height to width of the shrub.

Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$; Means followed by the same letter in columns are not significantly different at $p = 0.05$.

Wysokie temperatury i brak opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym 2015 roku przyczyniły się do słabszego zawiązania pąków kwiatowych, następstwem czego było mniej zawiązanych owoców, obserwowanych na krzewach w roku 2016. O takiej reakcji borówki wysokiej na warunki pogodowe donosili wcześniej Hancock i in. (1992) oraz Żurawicz (2017). Także spadki temperatury poniżej $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ zimą 2015/2016 oraz przymrozki wiosenne w marcu i kwietniu 2016 roku miały negatywny wpływ na wysokość plonowania krzewów. Po kwitnieniu obserwowano na krzewach niektórych

odmian skutki przemarznięcia pąków i zawiązków owocowych, które nie rozwinęły się i opadały na ziemię. Zjawisko to dotyczyło zwłaszcza takich odmian, jak ‘Bluecrop’, ‘Chandler’ i ‘Nelson’, które są powszechnie uprawiane na wielu polskich plantacjach (Podymniak 2016). Niższe plonowanie krzewów ocenianych odmian było spowodowane także młodym wiekiem roślin. Jak podają Eynard i in. (1985) krzewy borówki wysokiej wchodzą w okres pełni owocowania i wytwarzają wysoki plon dopiero po 6–8 latach po ich posadzeniu na polu.

Największe owoce miały odmiany ‘Chandler’ i ‘Liberty’, dla których średnia masa 100 owoców wynosiła odpowiednio 298 i 278 g. Najmniejsze owoce stwierdzono dla odmian ‘Bluegold’, ‘Nelson’ i ‘Bluecrop’. Średnia masa 100 owoców wynosiła od 194 do 205 g. Podobną wielkość owoców dla odmiany ‘Bluecrop’ uzyskał Wach (2008) w badaniach prowadzonych na Lubelszczyźnie.

Tabela 2. Termin zbioru, plon i jakość owoców badanych odmian borówki wysokiej (Dąbrowice 2016)

Table 2. Harvesting time, fruit yield and quality of studied highbush blueberry cultivars (Dąbrowice 2016)

Odmiana Cultivar	Termin zbioru Harvesting time	Plon owoców (kg z krzewu) Fruit yield (kg per shrub)	Masa 100 owo- ców Weight of 100 fruits (g)	Ekstrakt Soluble solids (°Brix)	Witamina C Vitamin C (mg·100 g ⁻¹)
‘Aurora’	07.09	1,30 c	217,3 ab	12,38 ab	10,35 ab
‘Bluecrop’	25.07	0,38 ab	204,8 a	13,49 abc	9,05 a
‘Bluecrop’ <i>in vitro</i>	25.07	0,23 a	197,5 a	12,66 ab	7,10 a
‘Bluegold’	27.07	1,93 e	194,3 a	11,81 a	15,85 ab
‘Bonifacy’	20.07	0,60 b	228,8 ab	13,85 a-d	12,50 ab
‘Bonus’	20.07	1,55 cd	266,5 cd	12,88 ab	17,10 ab
‘Brigitta Blue’	28.07	1,37 c	272,5 cd	13,23 ab	11,70 ab
‘Chandler’	10.08	1,41 c	298,3 d	11,48 a	16,80 ab
‘Draper’	30.07	0,58 ab	244,0 bc	16,06 de	20,70 bc
‘Lateblue’	18.08	1,84 de	212,8 ad	13,35 abc	29,65 c
‘Liberty’	28.08	1,45 c	287,8 d	14,78 bcd	19,9 bc
‘Nelson’	24.08	0,23 a	195,8 a	15,82 cde	28,65 c
‘Spartan’	20.07	0,30 ab	278,0 cd	17,42 e	27,25 c
‘Toro’	25.07	0,51 ab	277,0 cd	14,70 bcd	27,40 c

Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$.

Means followed by the same letter in columns are not significantly different at $p = 0.05$.

3. Jakość owoców

Owoce borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) w okresie wzrostu gromadzą wodę i węgiel, co wyznacza cechy jakościowe, takie jak wielkość owoców i zawartość cukru – ekstraktu (Jorquera-Fontena i in. 2017). Owoce ocenianych odmian różniły się pod względem zawartości ekstraktu i witaminy C (tab. 2). Najwyższą zawartość ekstraktu stwierdzono w owocach odmiany ‘Spartan’ (17,42 °Brix), a najniższą – ‘Bluegold’ (11,81 °Brix) i ‘Chandler’ (11,48 °Brix). W doświadczeniu prowadzonym w latach 2001–2003 Skupień (2006a) uzyskała znacznie niższą zawartość ekstraktu dla odmiany ‘Spartan’, średnia z trzech lat wynosiła tylko 12,35 °Brix. Według danych z literatury owoce borówki wysokiej mogą zawierać od 5,10 do ponad 20 mg witaminy C w 100 g świeżej masy owoców (Lempka 1975; Skupień 2006b). W prowadzonym doświadczeniu najbogatsze w witaminę C były owoce odmian ‘Lateblue’ (29,65 mg·100 g⁻¹), ‘Nelson’ (28,65 mg·100 g⁻¹), ‘Spartan’ (27,25 mg·100 g⁻¹) i ‘Toro’ (27,40 mg·100 g⁻¹). Najniższą zawartość witaminy C stwierdzono w owocach powszechnie uprawianej odmiany ‘Bluecrop’, rozmnażanej zarówno przez sadzonki, jak i *in vitro* (odpowiednio 9,05 i 7,10 mg·100 g⁻¹).

PODSUMOWANIE

Wstępne wyniki badań wykazały, że odmiany ‘Bonus’, ‘Brigitta Blue’, ‘Chandler’ i ‘Liberty’ w warunkach centralnej Polski charakteryzują się umiarkowaną siłą wzrostu krzewów, wysokim plonowaniem i dużymi owocami. Odmiana ‘Bluegold’ jest odmianą bardzo plenną. W prowadzonym doświadczeniu w roku 2016 najslabiej plonowały krzewy ‘Bluecrop’ (rozmnażane tradycyjnie i *in vitro*), ‘Nelson’ i ‘Spartan’. Prawdopodobną przyczyną niskiego plonowania tych krzewów była wysoka temperatura i transpiracja wody w 2015 roku, które niekorzystnie wpłynęły na zawiązywanie pąków kwiatowych. Odmiany ‘Chandler’ i ‘Liberty’ wytwarzają największe owoce. Najwyższe zawartości ekstraktu i witaminy C w owocach mają odmiany ‘Draper’, ‘Nelson’ i ‘Spartan’. Uzyskane wyniki wstępnych badań pokazują, że najbardziej wartościowymi odmianami do programu hodowli mogą być: ‘Bonus’, ‘Brigitta Blue’, ‘Chandler’ i ‘Bluegold’ oraz nowe odmiany: ‘Draper’, ‘Liberty’ i ‘Aurora’, które w prowadzonym doświadczeniu cechowały się najlepszymi parametrami morfologicznymi roślin, plonowaniem i jakością owoców.

Literatura

- Brevis P.A., Bassil N.V., Ballington J.R., Hancock J.F. 2008. Impact of wide hybridization on highbush blueberry breeding. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 133: 427–437.

- Jorquera-Fontena E., Génard M., Franck N. 2017. Analysis of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruit water dynamics during growth using an ecophysiological model. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 92(6): 646–659. DOI: 10.1080/14620316.2017.1304810.
- Eynard I., Gay G., Savino P. 1985. Highbush blueberry cultivar testing in Italy. A twenty years experiment. *Acta Horticulturae* 165: 53–60. DOI: 10.17660/actahortic.1985.165.5.
- GUS 2017. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2016 r. <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnicze/produkcja-upraw-rolnych-i-ogrodniczych-w-2016-roku,9,15.html>
- Hancock J.F., Haghghi K., Krebs S.L., Flore J.A., Draper A.D. 1992. Photosynthetic heat stability in highbush blueberries and the possibility of genetic improvement. *HortScience* 27: 1111–1112. DOI: 10.17660/actahortic.1985.165.5.
- Kalt W., Forney C.F., Martin A., Prior R.L. 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(11): 4638–4644. DOI: 10.1021/jf990266t.
- Krzewińska D., Smolarz K., Tryngiel-Gać A. 2009. Porównanie kilku odmian borówki wysokiej i półwysokiej, *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa im. Szczepana Pieniążka* 17: 5–16.
- Lempka A. (red.) 1975. *Towaroznawstwo produktów spożywczych*. PWE, Warszawa, 414 s.
- Malkiewicz A., Karwowski J. 2012. Poland – the European leader in blueberry production. *Book of Abstracts. 10th International Symposium on Vaccinium and other superfruits*, Maastricht, Holandia.
- Pluta S., Żurawicz E. 2014. The high-bush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) breeding programme in Poland. *Acta Horticulturae* 1017: 177–180. DOI: 10.17660/actahortic.2014.1017.20.
- Podymniak M. 2016. Zbiory borówek będą niższe. <http://jagodnik.pl/zbiory-borowek-beda-nizsze/>
- Skupień K. 2006a. Skład chemiczny owoców wybranych odmian borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Folia Horticulturae* 18(2): 47–56.
- Skupień K. 2006b. Ocena składu chemicznego świeżych i mrożonych owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 5(1): 19–25.
- Smolarz K. 2006. History of highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) growing in Poland. *Acta Horticulturae* 715: 313–316. DOI: 10.17660/actahortic.2006.715.46.
- Smolarz K., Pluta S. 2014. Cultivation of the high-bush blueberry in Poland. *Acta Horticulturae* 1017: 199–204. DOI: 10.17660/actahortic.2014.1017.24.
- Ścibisz I., Mitek M., Serwinowska K. 2004. Aktywność przeciwutleniająca soków i półkoncentratów otrzymanych z owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3(40), Supplement: 196–203.

- Wach D. 2008. Ocena wzrostu i plonowania borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) uprawianej na glebie wytworzonej z piasku słabogliniastego. *Folia Horticulturae* 20(2): 47–55. DOI: 10.2478/fhort-2013-0113.
- Zmarlicki K., Brzozowski P. 2016. Uwarunkowania w produkcji agrestu, czarnej porzeczki i borówki wysokiej. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice, 11 s. http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/PW_2015_2020_IO/spr_2016/5.1_2016_Raport_owoce.pdf
- Żurawicz E. 2017. Dlaczego krzewy borówki wysokiej czasem słabo plonują. *Jagodnik* 5: 77–81.

Praca została wykonana w ramach zadania 1.2, Programu Wieloletniego „Działanie na rzecz poprawy konkurencyjności i innowacyjności sektora ogrodniczego z uwzględnieniem jakości i bezpieczeństwa żywności oraz ochrony środowiska naturalnego”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.