
**WPLYW SPOSOBU PRZYGOTOWANIA GLEBY NA WZROST
I OWOCOWANIE BORÓWKI WYSOKIEJ
(*Vaccinium corymbosum* L.) ODMIANY BLUECROP**

**The effect of some soil cultivation practices on the growth and yield of
highbush blueberry cv. 'Bluecrop'**

Danuta Krzewińska¹, Kazimierz Smolarz¹, Anna
Tryngiel-Gać¹, Danuta Chlebowska²

¹Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa im. Szczepana Pieniążka
ul. Pomologiczna 18; 96-100 Skierniewice,

²Zakład Doświadczalny ISK w Dąbrowicach, 96-100 Skierniewice
e-mail: Danuta.Krzewinska@insad.pl

ABSTRACT

In field trials in 2000-2007 in central Poland some soil cultivation practices were evaluated from the point of view of fruit yield and vegetative growth of highbush blueberry cv. 'Bluecrop'. Plots were established with 5 rows with the following treatments in one row: (1) No treatment, (2) Soil pH adjusted to 4.5, (3) Incorporation of sawdust into the soil along the row, (4) Incorporation of sawdust into each planting hole, (5) Mulching with a layer of sawdust about 15 cm thick. In the seven-year period there were significant effects of the treatments with respect to yielding and vegetative growth. The additions of organic matter increased vegetative growth, as well as fruit yield and the SPAD index, decreased the soluble solids content in blueberry fruits, but did not affect significantly mean fruit weight.

The results reported here strongly suggest that in Polish soil conditions additions of organic matter are required.

Key words: blueberry, mineral soil, sawdust

WSTĘP

Borówka wysoka (*Vaccinium corymbosum* L.) jest rośliną coraz bardziej rozpowszechnioną w świecie (Strik 2005). Specyficzne wymagania glebowe i klimatyczne borówki wysokiej już dawno zostały

określone (Coville 1910; Eck 1988). Roślina ta wymaga gleby o odczynie kwaśnym (pH_{KCl} 3,5-4,0), wilgotnej, z dużą zawartością próchnicy i dostatecznie przepuszczalnej w górnej warstwie oraz około 160-dniowego okresu wegetacji, a także okresu chłodu w czasie zimowego spoczynku (Hafner 1993). W wielu doświadczeniach wykazano, że borówka może być sadzona na różnych typach gleb (Korcak 1992; Moore 1993). Gleba o niskiej zawartości próchnicy i relatywnie wysokim pH wymaga przygotowania przed sadzeniem (dodania materii organicznej, torfu, mchu, kompostów organicznych, kory itp. i zmiany pH). Wprowadzenie materii organicznej poprawia strukturę i uwilgotnienie gleby, a zastosowanie jej w formie ściółki ogranicza występowanie chwastów (Schmidt 1989). Rozkład materii organicznej nie tylko poprawia strukturę gleby, ale także zwiększa przyswajalność składników pokarmowych. Pozytywny wpływ różnych ściółek na wzrost i owocowanie borówki stwierdzono w wielu badaniach (Dale i in. 1989; Goulart i in. 1997; Krewer i in. 2009; Wu i in. 2006).

Celem badań było porównanie kilku sposobów przygotowania gleby na wzrost i plonowanie borówki wysokiej odmiany Bluecrop.

MATERIAŁ I METODY

W Polsce centralnej, w okresie wegetacyjnym (kwiecień-wrzesień), średnie temperatury (za lata 1979-2006) to 14,7 °C, a suma opadów to około 317 mm. Podczas siedmioletnich badań stwierdzono jeden rok (2004) z temperaturą przeciętną niższą od wieloletniej i cztery lata z temperaturami wyższymi (2002, 2003, 2006, 2007). Ponadto wystąpiły dwa sezony mokre (2001 i 2007), dwa przeciętne (2005, 2006) i trzy suche (2002, 2003, 2004). Najwięcej opadów notowano w lipcu, a najbardziej suchy był rok 2003 (zwłaszcza kwiecień i czerwiec).

Doświadczenie prowadzono w Sadzie Doświadczalnym ISK w Dąbrowicach. Krzewy odmiany Bluecrop posadzono wiosną 2000 roku, w rozstawie 1,0 x 3,0 m; w 4 powtórzeniach, na poletku rosło 10 roślin. Zastosowano pięć sposobów przygotowania gleby:

- ✓ gleba mineralna – bez żadnych zabiegów;
- ✓ gleba mineralna o pH_{KCl} obniżonym do wartości 4,5 (z użyciem siarki pylistej);

- ✓ bruzda wyorana w rzędzie, zasypaana trocinami wymieszanymi z glebą;
- ✓ dołki przed sadzeniem zasypaane 10 l trocin, wymieszanych z glebą;
- ✓ ściółka z trocin (10 cm grubości) zastosowana po posadzeniu roślin (pas szerokości 60-80 cm).

Doglebowo stosowano trociny kompostowane, a ściółka z trocin była uzupełniana trocinami niekompostowanymi.

Pomiary i obserwacje:

- ✓ wzrostu wegetatywnego: liczby i długości przyrostów jednorocznych (od 5 cm długości) oraz wysokości i szerokości krzewów, przeliczonych na objętość korony krzewu od roku 2003;
- ✓ plonu w kg na poletko przeliczanego na średni plon z krzewu owoce zbierano w odstępach tygodniowych;
- ✓ jakości owoców (podczas drugiego, trzeciego i czwartego zbioru): masy 100 jagód (na całej próbie owoców w danym zbiorze), zawartości ekstraktu (2005-2007);
- ✓ stopnia odżywienia roślin azotem: próba 15 liści z każdego krzewu (5 przyrostów; 5, 6, 7 liść od wierzchołka przyrostu), za pomocą chlorofilomierza SPAD 502. Urządzenie umożliwia pomiar intensywności barwy zielonej, nie niszcząc tkanek liścia, a wyniki są w jednostkach niemianowanych nazywanych odczytami SPAD. Pomiaru dokonywano dwukrotnie w sezonie: na przełomie maja i czerwca oraz we wrześniu.

Nawożenie mineralne stosowano corocznie wiosną w dawce 100:20:50 NPK kg·ha⁻¹ (siarczan amonu, superfosfat potrójny i siarczan potasu). W czasie prowadzenia badań stosowano jedynie cięcie sanitarne (usuwanie pędów uszkodzonych, złamanych, chorych). Plantację nawadniano kropłowo wodą niezakwaszaną. Przez pierwsze dwa lata prowadzenia plantacji chwasty niszczone mechanicznie, w następnych latach używając herbicydów i mechanicznie.

Wykonano analizy chemiczne gleby (2001 i 2007) oraz liści (2005). Oznaczono zawartość makroskładników P, K, Mg i Ca (mg·100 g⁻¹) oraz pH_{KCl} (w glebie). Wapń, potas, magnez i fosfor oznaczono techniką spektrometrii emisyjnej zgodnie z Procedurą Badawczą PB-04 Centralnego Laboratorium Analitycznego Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa. Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych. Istotność różnic

między średnimi oceniano testem Duncana przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (STATISTICA 7.1).

WYNIKI I DYSKUSJA

Pozytywny wpływ dodatkowej materii organicznej (trociny) zaobserwowano na początku prowadzenia plantacji. W okresie siedmioletnich badań stwierdzono istotne różnice we wzroście vegetatywnym i plonowaniu roślin w poszczególnych kombinacjach uprawowych. Dodatek materii organicznej stymulował wzrost vegetatywny, podobnie jak w innych badaniach (Goulart i in. 1997; Mercik i Smolarz 1995; Pliszka i in. 1993). Liczba przyrostów vegetatywnych była różna w poszczególnych latach. Istotnie najwięcej przyrostów było w 2004 roku, a istotnie najmniej w roku 2007 (tab. 1).

Tabela 1
Liczba przyrostów jednorocznych [szt. krzew⁻¹] – Total number of one-year-old shoots [number bush⁻¹]

Sposób przygotowania gleby Treatment	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bez dodatkowych zabiegów No treatment	27 a	21 a	24 a	44 ab	7,3 a	8,5 a	15,8 a
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	33 ab	30 b	24 a	41 a	20,2 b	21,8 b	14,6 a
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	40 b	54 d	53 b	69 bc	63,9 d	73,1 d	17,4 a
Trociny w dołkach Sawdust in hole	31ab	39 c	39 ab	56 abc	35,0 c	39,4 c	18,0 a
Ściółka z trocin Sawdust mulching	34 ab	43 c	44 ab	73 c	33,0 c	33,1 c	21,3 a

Objaśnienie: średnie w kolumnach oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie $P = 0,05$, test Duncana; Explanation: means marked with the same letters do not differ significantly at $P = 0.05$, Duncan's test

Najwięcej przyrostów miały rośliny rosnące w bruzdzie z trocinami (istotnie więcej w porównaniu z pozostałymi sposobami uprawy w latach 2002, 2005 i 2006). Podobne zależności dotyczyły sumarycznej długości pędów jednorocznych (tab. 2). Tylko w 2007 roku nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie i sumie przyrostów jednorocznych pomiędzy

sposobami uprawy. Rośliny rosnące na glebie mineralnej z dodatkiem materii organicznej wytworzyły na ogół więcej dłuższych (powyżej 20 cm) przyrostów jednorocznych niż krzewy rosnące na glebie mineralnej bez dodatku trocin (dane niezamieszczone). Podobną zależność stwierdzono określając przeciętną długość jednego przyrostu, jednak w większości przypadków nie były to różnice istotne statystycznie (tab. 3).

T a b e l a 2

Sumaryczna długość przyrostów jednorocznych [cm·krzew⁻¹] – Total length of one-year-old shoots [cm·bush⁻¹]

Sposób przygotowania gleby Treatment	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bez dodatkowych zabiegów No treatment	353 a	237 a	446 a	457 a	119 a	130 a	209 a
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	412 ab	427 b	393 a	479 a	310 ab	383 ab	233 a
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	587 b	971 d	1020 b	860 b	1342 c	1354 c	238 a
Trociny w dołkach Sawdust in a hole	431 ab	722 c	614 ab	624 ab	647 b	550 b	273 a
Ściółka z trocin Sawdust mulching	489 ab	695 c	728 ab	896 b	516 b	518 b	391 a

Objaśnienie: patrz tabela 1 ; Explanation: see Table 1

T a b e l a 3

Przeciętna długość przyrostu jednorocznego [cm] – Mean length of a one-year-old shoot [cm]

Sposób przygotowania gleby Treatment	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bez dod. zabiegów No treatment	13,4 a	11,7 a	19,0 a	10,5 a	16,3 a	15,3 a	10,7 a
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	12,4 a	15,1 a	15,9 a	11,6 ab	15,3 a	17,2 a	14,0 ab
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	14,7 a	17,4 a	19,4 a	12,3 b	21,1 a	15,9 a	12,3 ab
Trociny w dołkach Sawdust in a hole	13,8 a	18,0 a	15,3 a	11,3 ab	18,4 a	14,5 a	13,6 ab
Ściółka z trocin Sawdust mulching	14,1 a	17,2 a	16,9 a	12,3 b	15,7 a	15,4 a	17,8 b

Objaśnienie: patrz tabela 1 ; Explanation: see Table 1

W każdym roku badań objętość korony krzewów była istotnie większa (ponad dwukrotnie) na poletkach z dodatkiem trocin niż w glebie mineralnej (dane niezamieszczone).

Stwierdzono znaczne różnice w porze dojrzewania owoców w zależności od roku. Najwcześniej owoce zaczęły dojrzewać w 2002 roku (od 3 lipca), a najpóźniej w roku 2004 (od 20 lipca). Pora dojrzewania jagód była determinowana przez czynniki zewnętrzne, szczególnie temperaturę. Ponadto rośliny rosnące w glebie mineralnej kończyły owocowanie o około 10 dni wcześniej.

Najbardziej obfite owocowanie notowano w roku 2004, nieco słabsze w latach 2006 i 2007, a najslabsze w pierwszych latach po posadzeniu. Rośliny posadzone w rzędach z dodatkiem trocin w bruzdzie (3) oraz ściółki z trocin (5) plonowały najlepiej, istotnie słabiej – gdzie zastosowano trociny w dołkach, a istotnie najslabiej na poletkach bez dodatkowej materii organicznej (tab. 4). Niższa zawartość fosforu i magnezu w liściach borówki nie wpływała negatywnie na wysokość plonu, co potwierdzają wyniki innych polskich badań (Smolarz 1996).

Plonowanie w przeliczeniu na objętość korony [kg/m^3] było najwyższe w roku 2004, w następnych latach sukcesywnie niższe, czyli nie stwierdzono zwyczajki plonu w przypadku większej objętości korony (dane niezamieszczone).

Tabela 4

Plonowanie borówki wysokiej [kg krzew^{-1}] – Yielding of highbush blueberry [kg bush^{-1}]

Sposób przygotowania gleby Treatment	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bez dodatkowych zabiegów No treatment	0,12 a	0,41 a	0,74 a	1,14 a	0,81 a	0,97 a	0,84 a
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	0,09 a	0,46 ab	0,77 a	1,16 a	0,94 a	1,13 a	1,26 b
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	0,35 b	0,93 c	0,20 c	3,13 c	2,35 b	2,92 c	2,84 e
Trociny w dołkach Sawdust in a hole	0,30 b	0,57 ab	0,14 b	2,15 b	1,36 a	2,08 b	2,10 c
Ściółka z trocin Sawdust mulching	0,18 a	0,66 b	0,16 bc	2,66 bc	2,51 b	2,66 bc	2,74 de

Objaśnienie: patrz tabela 1; Explanation: see Table 1

T a b e l a 5

Przeciętna masa 100 jagód borówki wysokiej [g] – Mean weight of 100 blueberry fruits [g]

Sposób przygotowania gleby Treatment	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bez dod. zabiegów No treatment	264 b	197 a	150 a	111 a	132 a	96 a	124 a
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	199 a	216 a	136 a	134 ab	124 a	113 a	132 a
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	237 b	213 a	141 a	131 ab	171 a	97 a	113 a
Trociny w dołkach Sawdust in hole	233 b	207 a	144 a	125 ab	164 a	101 a	131 a
Ściółka z trocin Sawdust mulching	237 b	190 a	143 a	138 b	149 a	105 a	137 a

Objaśnienie: patrz tabela 1; Explanation: see Table 1

Nie stwierdzono istotnego wpływu ściółkowania na wielkość jagód, podobne jak w innych badaniach (Wach 2008), jednak przeciętna masa jagód różniła się znacznie w poszczególnych latach (od 2,34 g·owoc⁻¹ w roku 2001 do 1,03 g·owoc⁻¹ w roku 2006, średnio dla wszystkich sposobów uprawy). Obfite owocowanie wpływało na obniżenie wielkości owoców. Przeciętna masa 100 owoców w roku najlepszego owocowania (2004) była niższa niż w latach 2003 i 2005 (tab. 5).

Zawartość ekstraktu w jagodach była zróżnicowana zarówno w poszczególnych latach, jak i w terminach oceny. Wpływ warunków zewnętrznych na zawartość ekstraktu w owocach borówki wysokiej stwierdzono także w innych badaniach (Skupień 2006). Szczególnie niską zawartością ekstraktu charakteryzowały się owoce w roku 2007, na poletkach z dodatkową materią organiczną (tab. 6). Jednak tylko w jednym przypadku (pierwszy termin oceny, trociny w dołkach) była to wartość poniżej 10%, co jest wartością minimalną dla borówki (Kader 1999). Natomiast w innych polskich badaniach wykazano zwiększoną zawartość ekstraktu w owocach roślin borówki rosnących w substracie trocinowym (Ochmian i in. 2008). Niższa zawartość ekstraktu spowodowana wysoką temperaturą może wynikać z ograniczonego poziomu fotosyntezy (Darnell 2005), jednak aktywność fotosyntetyczna liści nie była badana.

Tabela 6

Zawartość ekstraktu w owocach borówki [%] – Soluble solids content in blueberry fruits [%]

Sposób przygotowania gleby Treatment	2005 Termin oceny			2006 Termin oceny			2007 Termin oceny		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Bez dod. zabiegów No treatment	12,7 b	13,0 b	13,5 c	12,0 c	12,3 a	12,8 b	11,0 b	11,5 c	11,9 c
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	12,1 a	12,6 a	12,9 b	11,6 b	11,8 a	12,4 b	10,9 b	10,7 a	11,8 c
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	12,9 b	12,5 a	12,1 a	11,7 b	11,9 a	11,2 a	10,3 a	11,1 b	10,1a
Trociny w dołkach Sawdust in hole	12,5ab	12,6 a	12,5 a	11,3 a	11,7 a	11,6ab	9,9 a	10,7 a	10,7 b
Ściółka z trocin Sawdust mulching	11,9 a	12,5 a	13,0 b	11,2 a	11,9 a	11,7ab	10,4 a	11,2 b	10,3 a

Objaśnienie: patrz tabela 1; Explanation: see Table 1

Tabela 7.

Zawartość chlorofilu w liściach borówki (indeks SPAD) – Chlorophyll content in blueberry leaves (SPAD index)

Sposób przygotowania gleby Treatment	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Wiosna – Spring						
Bez dod. zabiegów No treatment	43,9 a	40,2 a	35,2 a	39,4 a	36,2 ab	36,3 a
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	46,9 b	41,0 a	39,4 b	40,0 a	34,9 a	36,1 a
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	49,2 c	46,2 c	39,6 b	44,0 c	40,2 c	43,5 c
Trociny w dołkach Sawdust in hole	47,9 bc	44,0 b	39,7 b	43,2 bc	38,0 b	39,3
Ściółka z trocin Sawdust mulching	46,5 b	46,6 c	39,8 b	42,4 b	38,2 b	43,6 c
Jesień – Autumn						
Bez dod. zabiegów No treatment	44,4 a	48,6 a	41,3 a	40,0 a	39,9 a	39,3 a
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	44,3 a	47,9 a	42,0 ab	39,9 a	40,4 a	39,1a
Trociny w bruzdzie sawdust into row	47,2 b	51,9 b	43,4 bc	44,7 c	43,7 b	44,3 b
Trociny w dołkach Sawdust in hole	47,8 b	48,5 a	44,9 c	42,7 b	43,5 b	39,7 a
Ściółka z trocin Sawdust mulching	47,3 b	50,8 b	45,5 c	42,9 b	41,0 a	44,2 b

Objaśnienie: patrz tabela 1; Explanation: see Table 1

Analiza chemiczna gleby wykonana wiosną 2001 roku oraz na zakończenie badań, wykazała wysoką zawartość makroskładników, zwłaszcza fosforu i magnezu. Stwierdzono zwiększoną zawartość potasu na poletku kontrolnym (gleba mineralna) w porównaniu z poletkiem 'gleba mineralna siarkowana'. Wynika to prawdopodobnie z wymycia tego składnika (siarka zwiększa rozpuszczalność gleby). Dodatek trocin wpłynął na wyższą zawartość magnezu, szczególnie stosowanych w formie ściółki, która była uzupełniana co dwa lata. Wartość pH była optymalna w glebie z dodatkiem materii organicznej i podwyższona w glebie mineralnej (tab. 8).

Analiza chemiczna liści wykazała, że zawartość azotu i potasu w liściach była optymalna, niezależnie od kombinacji uprawowej, natomiast zawartość fosforu, magnezu i wapnia była niższa niż optymalna dla borówki (tab. 9), pomimo wysokiej zawartości fosforu i magnezu w glebie. Wynika to prawdopodobnie z rozcieńczenia składników w dużych, dobrze wykształconych liściach. Liście do analiz pobierano z długopędów nieowocujących, ze środkowej części pędu (5-7 liść od wierzchołka), z wszystkich roślin na poletku, w trzeciej dekadzie lipca.

Tabela 8

Zawartość makroskładników [mg·100 g⁻¹] oraz wartość pH w glebie –
Macronutrients content [mg·100 g⁻¹] and pH of soil

Sposób przygotowania gleby Treatment	pH _{KCl}		P		K		Mg		Ca	
	2001	2007	2001	2007	2001	2007	2001	2007	2001	2007
Bez dod. zabiegów No treatment	4,96	5,1	11,9	9,4	10,2	16,9	4,2	4,8	24,2	-
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	4,50	4,6	10,4	6,1	11,2	6,1	4,1	6,0	28,8	-
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	3,75	3,8	5,4	6,0	14,9	8,3	5,4	5,5	25,7	-
Trociny w dołkach Sawdust in hole	3,87	3,9	8,7	7,5	11,3	13,0	6,2	8,0	30,9	-
Ściółka z trocin Sawdust mulching	4,30	4,0	11,9	9,9	10,2	11,4	3,7	8,4	23,9	-

Objaśnienie: patrz tabela 1; Explanation: see Table 1

T a b e l a 9

Zawartość makroskładników [% s.m.] w liściach borówki – Macronutrients content [% d.w.] in highbush blueberry leaves

Sposób przygotowania gleby Treatment	N Zakres Range 1,80-2,10	P Zakres Range 0,12-0,40	K Zakres Range 0,35-0,65	Mg Zakres Range 0,12-0,25	Ca Zakres Range 0,40-0,80
Bez dod. zabiegów No treatment	2,03 bc	0,11 c	0,54 a	0,12 b	0,27 b
Gleba kwaśna Adj. soil pH to 4.5	1,80 a	0,10 b	0,63 b	0,12 b	0,26 b
Trociny w bruzdzie Sawdust into row	2,01 bc	0,08 a	0,63 b	0,10 a	0,32 c
Trociny w dołkach Sawdust in hole	2,05 c	0,10 b	0,64 b	0,10 a	0,21 a
Ściółka z trocin Sawdust mulching	1,92 b	0,09 b	0,65 b	0,09 a	0,24 ab

WNIOSKI

Siedmioletnie badania wykazały, że uprawa borówki wysokiej na glebie mineralnej w warunkach Polski centralnej jest możliwa.

Najkorzystniej na wzrost i plonowanie borówki wysokiej wpływało zastosowanie trocin wymieszanych z glebą w wyoranej bruzdzie.

Dodatek materii organicznej do gleby mineralnej stymulował wzrost vegetatywny roślin, plonowanie i wartości indeksu SPAD.

Stwierdzono wyższą zawartość ekstraktu w owocach z poletek bez dodatkowej materii organicznej.

W świetle przedstawionych badań zakwaszanie gleby mineralnej do pH około 5 wydaje się zabiegiem zbędnym.

LITERATURA

- Covile F.V. 1910. Experiments in blueberry culture. U.S. Dep. Agr. Bull. 193.
- Dale A., Cline R.A., Ricketson C.L. 1989. Soil management and irrigation studies with highbush blueberries. Acta Hort. **241**: 120-125.
- Darnell R.L. 2005. Blueberry Botany/Environmental Physiology. In: Blueberries for growers, gardeners and promoters. Editors: N.F. Childers and P.M. Lyrene, pp 266.
- Eck P. 1988. Blueberry science. Rutgers Univ. Press, New Brunswick, NJ 284 p.

- Goulart B.L., Demchak K., Yang W.Q. 1997. Effect of cultural practices on field grown bluecrop highbush blueberries, with emphasis on mycorrhizal infection levels. *Acta Hort.* **446**: 271-278.
- Haffner K.E. 1993. Ecology of *Vaccinium* growing. *Acta Hort.* **346**: 214-220.
- Kader A.A. 1999. Fruit maturity, ripening and quality relationship. *Acta Hort.* **485**: 203-208.
- Korcak R.F., 1992. Blueberry species and cultivar response to soil types. *J. Small Fruit Viticult.* 1(1): 11-24.
- Krewer, G., Tertuliano, M., Andersen, P., Liburd, O., Fonsah, G., Serri, H., Mullinix, B. 2009. Effect of mulches on the establishment of organically grown blueberries in Georgia. *Acta Hort.* **810**: 483-488.
- Mercik S., Smolarz K. 1995. Influence of fertilization and mulching on the growth, fruiting and chemical composition of soil and leaves of highbush blueberry. *Acta Hort.* **383**: 323-329.
- Moore J.N. 1993. Adapting low organic upland mineral soils for culture of highbush blueberries. *Acta Hort.* **346**: 221-229.
- Ochmian I., Grajkowski J., Skupień K. 2008. Effect of three substratum on fruit and leaf chemical composition of highbush blueberry 'Sierra' cultivar. *EJPAU*, **11**(4), <http://www.ejpau.media.pl/volume11/issue4/art-12.html>.
- Pliszka K., Scibisz K., Rojek H. 1993. The effect of soil management and mineral fertilization upon growth and cropping of the highbush blueberry cv. Bluecrop. *Acta Hort.* **346**: 149-154.
- Schmidt A. 1989. Mulchen und Einsatz von Zusatzstoffen als Möglichkeiten der Bodenpflege in Blaubeeranlagen (*Vaccinium corymbosum*). *Erwerbsobstbau* **31**(4): 95-98.
- Skupień K. 2006. Chemical composition of selected cultivars of highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). *Folia Hort.* 18/2: 47-56.
- Smolarz K. 1996. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na wzrost i plonowanie kilku gatunków jagodowych. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. – Monografie i rozprawy. Rozprawa habilitacyjna.*
- Strik B. 2006. Blueberry production and research trends in North America. *Acta Hort.* **715**: 173-184.
- Wach D. 2008. Wpływ ściółkowania gleby materiałami organicznymi na wielkość jagód borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum*). *Ann. Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin*, 18(2): 9-14.
- Wu L., Yu, H., Dong L., Zhu Y., Li C., Zhang Z., Li Y. 2006. Comparison of mulching treatments on growth and physiology of highbush blueberry. *Acta Hort.* **715**: 237-240.