

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: dariusz.wach@up.lublin.pl

DARIUSZ WACH

**Zawartość wybranych makroskładników
w liściach borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.)
uprawianej na Lubelszczyźnie**

Content of macronutrients in leaves of highbush blueberry grown
in the Lublin Region

Streszczenie. Ocenę stanu odżywienia roślin przeprowadza się na podstawie zawartości składników pokarmowych w częściach wskaźnikowych, jakimi są liście. Zalecenia nawozowe powinny opierać się na wynikach analiz chemicznych gleby, liści i obserwacjach wzrostu roślin. W latach 1997–1999 wykonano badania dotyczące oceny stanu odżywienia 11 odmian borówki wysokiej uprawianej na Lubelszczyźnie: ‘Bluecrop’, ‘Berkeley’, ‘Bluejay’, ‘Blueray’, ‘Earliblue’, ‘Darrow’, ‘Herbert’, ‘Ivanhoe’, ‘Jersey’, ‘Northland’ i ‘Spartan’. Celem badań było określenie zawartości składników pokarmowych w liściach oraz ocena stanu odżywienia borówki wysokiej na plantacjach produkcyjnych w warunkach Lubelszczyzny. Liście do analiz chemicznych pobierano na początku sierpnia i po wysuszeniu mielono. W próbkach oznaczono ogólne zawartości azotu, fosforu, wapnia i magnezu. Stwierdzono istotne różnice między latami badań w zawartości składników pokarmowych w liściach. Wykazano istotne różnice między odmianami w zawartości badanych składników pokarmowych w liściach, z wyjątkiem fosforu, którego zawartość była niska. Stwierdzono ponadto niską zawartość azotu i wapnia oraz optymalną potasu i magnezu.

Słowa kluczowe: *Ericaceae*, borówka wysoka, makroskładniki, analiza liści, stan odżywienia

WSTĘP

Na prawidłowy wzrost, wysokość i jakość plonu duży wpływ ma stan odżywienia roślin. Do jego oceny służą obserwacje roślin w czasie wegetacji oraz analizy chemiczne liści, których wyniki porównuje się z liczbami granicznymi. W okresie wegetacji borówki zmianom ulega zawartość składników pokarmowych w liściach, zmniejsza się zawartość azotu, fosforu i potasu, natomiast zwiększa – magnezu i wapnia [Clark i Maples 1990]. Zawartość składników pokarmowych w liściach borówki wysokiej wykazuje

zmienność w zależności od terminu pobierania próbek i położenia liścia na roślinie [Eaton i Meehan 1971, Chuntanaparb i Cummings 1980, Spiers 1982], dlatego do celów diagnostycznych analizy można wykonywać w dwóch terminach. W terminie wcześniejszym oznaczenia dokonuje się w drugiej dekadzie czerwca. Umożliwia to korektę nawożenia jeszcze w tym samym roku, co może być zaletą tej metody. Według Bala [1997] optymalne zawartości składników mineralnych w liściach borówki wysokiej są następujące: N 2,25–2,75%; P 0,20–0,30%; K 0,45–0,75%; Mg 0,15–0,25%; Ca 0,40–0,80%. Przedziały określające zawartości optymalne składników pokarmowych są wówczas wyższe dla N i K niż dla terminu oznaczeń przypadającego na koniec lipca–początek sierpnia [Pliszka 2002]. Liczby graniczne zalecane obecnie w Polsce przez różnych autorów, choć są do siebie zbliżone, to jednak różnią się między sobą przedziałami optymalnych zawartości makroskładników w liściach borówki wysokiej. Smolarz [2009] podaje za Eckiem [1988] następujące przedziały: N 1,80–2,10%; P 0,12–0,40%; K 0,35–0,65%; Mg 0,15–0,30%; Ca 0,40–0,80%. Zdaniem Głonka i Komosy [2006] liście najlepiej odżywionych roślin borówki wysokiej powinny zawierać: 1,70–2,20% N; 0,12–0,20% P; 0,50–0,60% K; 0,15% Mg i 0,40–0,50% Ca. Wynika z tego, że liczby graniczne dla azotu są wyższe od proponowanych w latach 90. XX w. przez Pliszkę i in. [1992], którzy uważali 1,3–1,4% N za optymalną zawartość tego pierwiastka w liściach borówki. Dla warunków amerykańskich Hanson i Hancock [1996] zalecają następujące zawartości: N 1,70–2,10%; P 0,08–0,40%; K 0,40–0,65%; Mg 0,15–0,30%; Ca 0,30–0,80%. Autorzy ci podają również zawartości graniczne niedoborów składników mineralnych (%): N < 1,7; P < 0,08; K < 0,35; Ca < 0,13 i Mg < 0,10.

Celem badań było określenie zawartości składników pokarmowych w liściach oraz ocena stanu odżywienia borówki wysokiej na plantacjach produkcyjnych w warunkach Lubelszczyzny.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 1997–1999 na 4 plantacjach borówki wysokiej na Lubelszczyźnie: w Matczu k. Hrubieszowa, Niemcach k. Lublina, Palikijach k. Nałęczowa i Rudach k. Puław. Ocenie stanu odżywienia poddano łącznie 11 odmian borówki wysokiej: 'Bluecrop', 'Berkeley', 'Bluejay', 'Blueray', 'Earliblue', 'Darrow', 'Herbert', 'Ivanhoe', 'Jersey', 'Northland' i 'Spartan'. Na plantacji w Matczu uprawiane były 3 odmiany, w Niemcach – 6, w Palikijach – 5, a w Rudach – 4. Na każdej plantacji stosowano nawadnianie. Gleba w rzędach roślin była ściółkowana trocinami, a tylko w Rudach glebę na całej plantacji utrzymywano w ugorze herbicydowym, stosując dichlobenil (Casoron 6,75GR).

Odczyn gleby w miejscowości Matcze odpowiadał wymaganiom borówki wysokiej (pH_{KCl} 4,05–4,89), a gleba charakteryzowała się, wg oznaczenia metodą Egnera-Riehma i Schachtschabela, średnią zawartością fosforu i potasu oraz niską magnezu (4,63–5,18 mg P; 5,70–9,42 mg K; 2,53–3,38 mg Mg w 100 g gleby). Gleba na plantacji w Niemcach charakteryzowała się również odpowiednim odczynem dla uprawy borówki wysokiej (pH_{KCl} 3,94–4,73) i wysoką zawartością fosforu, średnią potasu, a niską magnezu (7,19–7,27 mg P; 4,72–5,87 mg K; 2,28–3,03 mg Mg w 100 g gleby). Wysoką zawartością fosforu, potasu i magnezu oraz właściwym odczynem charakteryzowała się

gleba na plantacji w Palikijach (pH_{KCl} 4,15–4,90; 7,41–8,03 mg P; 6,48–10,79 mg K i 5,94–11,57 mg Mg w 100 g gleby). Jedynie w Rudach stwierdzono zbyt wysoki jak dla borówki odczyn gleby (pH_{KCl} 4,73–5,44). Zawartość fosforu i potasu w glebie na tej plantacji była wysoka, a magnezu średnia (5,36–6,78 mg P; 6,81–12,49 mg K; 3,23–5,22 mg Mg w 100 g gleby). Szczegółowy opis plantacji łącznie ze stosowanym nawożeniem w latach prowadzenia badań podaje Wach [2006].

Liście do analiz chemicznych (3.–5. liść od wierzchołka pędu) pobierano w trzech powtórzeniach na początku sierpnia i przygotowywano do mineralizacji zgodnie z metodą [Ostrowska i in. 1991]. Liście poddano mineralizacji na sucho w celu oznaczenia fosforu, potasu, magnezu i wapnia. W próbkach oznaczono zawartości azotu metodą Kjeldahla, fosforu – metodą kolorymetryczną wanadowo-molibdenianową, a potasu, wapnia i magnezu – metodą ASA.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniono za pomocą przedziałów ufności Tukeya przy poziomie istotności 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zmiany zawartości składników pokarmowych w liściach w poszczególnych latach badań wskazują na wpływ różnych czynników, m.in. pogodowych, glebowych i uprawowych, na odżywienie roślin borówki wysokiej, na co zwracają uwagę Cummings [1978] i Yadong [1998]. Domagała-Świątkiewicz i Kolarski [2007], oceniając wpływ terminu pobierania liści do analiz na zawartość składników pokarmowych, stwierdzili istotne różnice między odmianami borówki wysokiej. Wielu autorów uważa, że azot jest najważniejszym pierwiastkiem przesądzającym o sile wzrostu roślin i plonowaniu [Cummings i in. 1971, Townsend 1972]. Smolarz [1996] podaje, że najważniejszym składnikiem pokarmowym dla borówki jest azot, następnie potas, a dalej fosfor, magnez i wapń. Jak donoszą Naumann i Krüger [1985], przy zasadzeniu 2200 roślin na ha borówka wysoka potrzebuje 36,0–41,1 kg N. Według wspomnianych autorów najefektywniejsza okazała się dawka 36 kg N · ha⁻¹; po zastosowaniu nawożenia azotem w tej ilości jego zawartość w liściach wynosiła 1,34–1,46% w s.m.

Analiza statystyczna wyników badań przeprowadzonych w latach 1997–1999 wykazała istotne różnice w zawartości składników pokarmowych pomiędzy latami i odmianami borówki wysokiej uprawianymi na każdej plantacji (tab. 1–4). Optymalne zawartości składników według różnych autorów wymieniono we wstępie artykułu.

Średnia zawartość azotu w liściach wynosiła 1,50–1,66% s.m. i była niedostateczna wg liczb granicznych podanych przez Glonka i Komosę [2006] oraz Smolarza [2009], a optymalna wg Pliszki i in. [1992]. Jedynie liście odmiany 'Jersey' na plantacji w Matczu i 'Spartan' w Niemcach zawierały powyżej 1,7% N w s.m. Naumann i Krüger [1985] na podstawie własnych badań uważają zawartość azotu w s.m. liści wynoszącą 1,34–1,46% za dostateczną.

Zawartość fosforu w liściach była niska (poniżej 0,1% P w s.m.) pomimo wysokiej zawartości tego pierwiastka w glebie [Wach 2006], co wiązało się z bardzo kwaśnym odczynem gleby na plantacjach w miejscowościach Matcze, Niemce i Palikije. Nawet wyższe pH gleby w Rudach k. Puław ($pH > 5,00$) i wysoka zawartość fosforu w glebie

Tabela 1. Zawartość makroskładników w liściach borówki wysokiej na plantacji w Matczu
Table 1. Macronutrient content in leaves of highbush blueberry in Matcze plantation

Odmiana Cultivar	Makroskładnik w % s.m./Macronutrient in % d.m.																						
	N			P			K			Mg			Ca										
	1997	1998	1999	\bar{x}	1997	1998	1999	\bar{x}	1997	1998	1999	\bar{x}	1997	1998	1999	\bar{x}							
'Bluecrop'	1,80	1,46	1,52	1,59	0,08	0,01	0,04	0,04	0,38	0,41	0,60	0,46	0,08	0,16	0,10	0,11	0,30	0,27	0,30	0,29			
'Earliblue'	1,71	1,46	1,69	1,62	0,05	0,01	0,06	0,04	0,35	0,51	0,57	0,48	0,08	0,16	0,11	0,12	0,27	0,46	0,46	0,40			
'Jersey'	2,13	1,49	1,69	1,77	0,07	0,02	0,05	0,05	0,40	0,41	0,55	0,45	0,11	0,17	0,14	0,14	0,36	0,30	0,46	0,37			
Średnia/Mean	1,88	1,47	1,63	1,66	0,07	0,01	0,05	0,04	0,38	0,44	0,57	0,46	0,09	0,16	0,11	0,12	0,31	0,34	0,40	0,35			
NIR _{0,05} dla/LSD _{0,05} for:																							
lat/years				0,028				0,009				0,047				0,015				0,020			
odmiany/cultivar				0,028				r.n./n.s.				r.n./n.s.				0,015				0,020			
interakcji/interaction				0,068				0,019				0,115				r.n./n.s.				0,049			

Tabela 2. Zawartość makroskładników w liściach borówki wysokiej na plantacji w Niemczech
Table 2. Macronutrient content in leaves of highbush blueberry in Niemce plantation

Odmiana Cultivar	Makroskładnik w % s.m./Macronutrient in % d.m.																						
	N			P			K			Mg			Ca										
	1997	1998	1999	\bar{x}	1997	1998	1999	\bar{x}	1997	1998	1999	\bar{x}	1997	1998	1999	\bar{x}							
'Bluecrop'	1,56	1,55	1,53	1,54	0,04	0,02	0,04	0,03	0,54	0,44	0,59	0,52	0,15	0,14	0,12	0,14	0,23	0,23	0,27	0,24			
'Blueray'	1,47	1,71	1,64	1,60	0,03	0,02	0,04	0,03	0,57	0,43	0,61	0,54	0,10	0,17	0,11	0,13	0,17	0,23	0,23	0,21			
'Darrow'	1,49	1,63	1,46	1,52	0,03	0,01	0,04	0,03	0,43	0,38	0,52	0,44	0,14	0,15	0,13	0,14	0,23	0,26	0,26	0,25			
'Ivanhoe'	1,46	1,63	1,46	1,51	0,02	0,01	0,04	0,02	0,46	0,35	0,51	0,44	0,12	0,16	0,12	0,13	0,27	0,27	0,15	0,23			
'Northland'	1,38	1,63	1,41	1,47	0,01	0,01	0,04	0,02	0,52	0,38	0,45	0,45	0,11	0,14	0,10	0,12	0,18	0,26	0,26	0,23			
'Spartan'	1,68	1,67	1,79	1,71	0,03	0,02	0,04	0,03	0,58	0,40	0,73	0,57	0,14	0,21	0,16	0,17	0,27	0,38	0,26	0,30			
Średnia/Mean	1,50	1,63	1,55	1,56	0,03	0,02	0,04	0,03	0,52	0,40	0,57	0,49	0,13	0,16	0,12	0,14	0,23	0,27	0,24	0,24			
NIR _{0,05} dla/LSD _{0,05} for:																							
lat/years				0,018				0,005				0,019				0,012				0,016			
odmiany/cultivar				0,031				r.n./n.s.				0,033				0,021				0,029			
interakcji/interaction				0,068				0,019				0,071				0,046				0,063			

nie wpłynęły na zawartość tego składnika w liściach za sprawą jego uwsteczniania w glebach kwaśnych. Alt i in. [1989] wskazują na brak korelacji pomiędzy zawartością fosforu w glebie i w liściach borówki.

Na podstawie danych podawanych przez wielu autorów [Eck 1988, Hanson i Hancock 1996, Smolarz 2009] można stwierdzić, że badane odmiany borówki na wszystkich analizowanych plantacjach charakteryzowały się odpowiednim odżywieniem potasem. Średnie zawartości potasu (0,42–0,49%) były jednak niższe od zalecanych przez Glonka i Komosę [2006]. Największą zawartością potasu charakteryzowały się liście odmiany 'Bluecrop' na plantacji w Niemcach (0,52% K), a najmniejszą liście odmiany 'Herbert' w Palikijach (0,37% K). Największą zawartością potasu charakteryzowały się liście borówki w ostatnim roku badań (0,49–0,57% K), natomiast najmniejszą zawartość, wynoszącą 0,31–0,44% K, stwierdzono w roku 1998. W tym samym roku liście borówki charakteryzowały się największą zawartością magnezu (0,13–0,16% Mg). Obserwowane zależności pomiędzy zawartościami potasu i magnezu w liściach borówki wysokiej wynikały z antagonizmu jonów K^+ i Mg^{++} .

Analizy statystyczne wykazały istotne różnice pomiędzy latami i odmianami w zawartości magnezu w liściach borówki wysokiej. Dolną granicę optymalnej zawartości magnezu, wynoszącą 0,12% [Smolarz 2009], osiągnęła większość odmian, z wyjątkiem 'Berkeley' i 'Ivanhoe' uprawianych w Rudach, 'Herbert' w Palikijach oraz 'Bluecrop' w Matczu. Dostateczne zawartości magnezu w liściach pozostałych odmian były tylko nieznacznie mniejsze od wartości proponowanych przez Hansona i Hancocka [1996] oraz Glonka i Komosę [2006].

Zawartość wapnia w liściach borówki wysokiej była zróżnicowana: wynosiła od 0,21 ('Blueray' w Niemcach) do 0,40% ('Earliblue' w miejscowości Matcze) i zdaniem wielu autorów była poniżej optymalnego zaopatrzenia w ten składnik [Glonka i Komosa 2006, Smolarz 2009], chociaż Hanson i Hancock [1996] uznają zawartość wapnia $> 0,30\%$ za optymalną.

WNIOSKI

1. Zawartość makroskładników w liściach badanych odmian borówki wysokiej uprawianych na Lubelszczyźnie różniła się istotnie pomiędzy odmianami i latami badań.
2. Badane odmiany borówki wysokiej różniły się istotnie zawartością azotu, magnezu i wapnia, a na plantacjach w Palikijach, Rudach i Niemcach również potasu.
3. Odżywienie roślin borówki wysokiej azotem w porównaniu z obecnie zalecanymi liczbami granicznymi było na ogół niedostateczne.
4. Liście borówki wysokiej charakteryzowały się niską zawartością fosforu pomimo wysokiej zawartości tego pierwiastka w glebie (metoda Egnera-Rhiema).
5. Analizy chemiczne wykazały optymalną zawartość potasu i magnezu w liściach borówki wysokiej uprawianej w warunkach produkcyjnych.
6. Zawartość wapnia w liściach borówki wysokiej była mniejsza od optymalnej zawartości dla tego składnika.
7. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na konieczność poprawy odżywienia borówki wysokiej poprzez zastosowanie nawożenia doglebowego w formie stałej lub fertygacji.

PIŚMIENNICTWO

- Alt D., Langenkamp C., Trautmann M., 1989. Zur Phosphorennahrung von Kulturheidelbeeren. *Erwerbsobstbau* 31 (7), 189–195.
- Bal J.J.M., 1997. Blueberry culture in greenhouses, tunnels, and under raincovers. *Acta Hort.* 446, 327–331.
- Clark J.R., Maples R., 1990. Leaf elemental concentration of highbush blueberry cultivars grown on a mineral soil. *Fruit Var. J.* 44 (2), 89–92.
- Chuntanaparb N., Cummings G., 1980. Seasonal trends in concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium in leaf portions of apple, blueberry, grape, and peach. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 105 (6), 933–935.
- Cummings G.A., 1978. Plant and soil effects of fertilizer and lime applied to highbush blueberries. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 103, 302–305.
- Cummings G.A., Bickford C., Nelson L., 1971. Fertilizer and lime rate influence highbush blueberry growth and foliar elemental content during establishment. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 96 (2), 184–186.
- Domagała-Świątkiewicz I., Kolarski K., 2007. Wpływ terminu pobierania próbek do analiz na zawartość składników pokarmowych w liściach czterech odmian borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Rocz. AR w Poznaniu* 383, *Ogrodnictwo* 41, 297–302.
- Eaton G.W., Meehan C.N., 1971. Effects of leaf position and sampling date on leaf nutrient composition of eleven highbush blueberry cultivars. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 96 (3), 378–380.
- Eck P., 1988. *Blueberry science*. Rutgers University, New Brunswick, N.J.
- Głonek J., Komosa A., 2006. The effect of fertigation on the nutrient status and yield of highbush blueberry cv. Bluecrop. *Acta Hort.* 715, 371–374.
- Hanson E.J., Hancock J.F., 1996. Managing highbush blueberry nutrition. *MSUE Bull.* E-2011, 1–13.
- Naumann W.D., Krüger E., 1985. Nitrogen supply of highbush blueberries. *Acta Hort.* 165, 229–236.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubińska Z., 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Pliszka K., 2002. *Borówka wysoka*. PWRiL, Warszawa.
- Pliszka K., Ścibisz K., Rojek H., 1992. Wpływ uprawy gleby i nawożenia na wzrost i plonowanie borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.). *Pr. Inst. Sadow. Kwiac.*, ser. C (3–4), 42–45.
- Smolarz K., 1996. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na wzrost i plonowanie kilku gatunków roślin jagodowych. *Rozprawa habilitacyjna*. Seria: *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa*. Monografie i Rozprawy, ISK, Skierniewice, 28–53.
- Smolarz K., 2009. *Borówka i żurawina – zasady racjonalnej produkcji*. Hortpress, Warszawa.
- Spiers J.M., 1982. Seasonal variation of leaf nutrient composition in 'Tifblue' rabbiteye blueberry. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 107 (2), 255–257.
- Townsend L.R., 1972. Effect of N, P, K, and Mg on the growth and productivity of the highbush blueberry. *Can. J. Plant. Sci.* 53, 161–168.
- Wach D., 2006. Niektóre właściwości chemiczne gleb na plantacjach borówki wysokiej na Lubelszczyźnie. *Acta Agrophysica* 7 (3), 741–750.
- Yadong L., 1998. Nutrition status of blueberry cultured on various soil types of Changbai mountain areas in Northeast China. *J. Jilin Agric. Univ.* 20 (4), 33–37.

Summary. Estimation of the status of plant nutrition is conducted on the basis of the content of nutrients in the indicator parts of plants which are the leaves. Fertilisation recommendations should be based on the results of chemical analyses of soil and leaves, and the observation of the

plants growth. In the years 1997–1999 a study was performed to estimate the status of nutrition of 11 cultivars of northern highbush blueberry cultivated in the Lublin Region: ‘Bluecrop’, ‘Berkeley’, ‘Bluejay’, ‘Blueray’, ‘Earliblue’, ‘Darrow’, ‘Herbert’, ‘Ivanhoe’, ‘Jersey’, ‘Northland’ and ‘Spartan’. The objective of this study was to determine of the content of nutrients in the leaves and estimate of the nutrition status of highbush blueberry on production plantations under the conditions of the Lublin Region. Leaves for the chemical analyses were collected at the beginning of August, dried and ground. In the samples, determinations were made of the nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium – total forms. The contents of nutrients in the leaves differed significantly between the years of the study. The chemical analyses also revealed significant differences between the cultivars in terms of the content of nutrients in the leaves, with the exception of phosphorus, whose content was low. Moreover, the study revealed low contents of nitrogen and calcium, and optimum of potassium and magnesium.

Key words: *Ericaceae*, highbush blueberry, macronutrients, leaf analysis, nutrient status