

JACEK GLONEK, ANDRZEJ KOMOSA

WPLYW FERTYGACJI MAKRO- I MIKROELEMENTAMI NA WZROST I PLONOWANIE BORÓWKI WYSOKIEJ

Z Katedry Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.

ABSTRACT. The effect of macro- and microelements used in fertigation on growth and yield of highbush blueberry cv. 'Bluecrop' was searched. There were tested 3 levels of nutrient solutions used in drip fertigation F-1, F-2 and F-3. The best yield was found in application nutrient solution F-1 contains (in mg·dm⁻³): 10 N-NH₄, 90 N-NO₃, 30 P-PO₄, 60 K, 85 Ca, 30 Mg, 48 S-SO₄, 0.192 Fe, 0.300 B, 0.030 Mo and F-2: 25 N-NH₄, 125 N-NO₃, 45 P-PO₄, 90 K, 85 Ca, 45 Mg, 48 S-SO₄, 0.192 Fe, 0.300 B, 0.03 Mo. Nutrient solutions F-1 and F-2 had positive effect on growth, yield, weight of 100 fruits and height of bushes.

Key words: drip fertigation, solid fertilizers, highbush blueberry, yield

Wstęp

Duże zainteresowanie uprawą borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) i szybki wzrost nowych nasadzeń powoduje, że Polska jest jednym z czołowych producentów owoców tego gatunku w Europie. Osiągnięcie zadowalających rezultatów produkcyjnych wymaga jednak spełnienia specyficznych warunków uprawowych. Borówka wymaga gleb lekkich, kwaśnych (pH 4,0-5,0), przewiewnych, o dużej zawartości substancji organicznej i zasobnych w wodę (Rejman i Pliszka 1991). Nie zawsze możliwe jest osiągnięcie takich warunków glebowych. Większość gleb w Polsce charakteryzuje się niską zawartością próchnicy i składników pokarmowych oraz małą retencją wody. Poprawę tych właściwości można osiągnąć stosując materiały organiczne – torf wysoki, trociny lub korę z drzew iglastych (Stępień i in. 1997).

Warunki wilgotnościowe oraz zasobność gleby można poprawić przez stosowanie fertygacji – głównie kropłowej. Umożliwia ona systematyczne i zlokalizowane stosowanie pożywki do aktywnej strefy korzeniowej roślin, zmniejsza zużycie nawozów i wody, a jednocześnie pozwala na utrzymanie stabilnej zawartości składników pokarmowych w zwilżonej strefie glebowej (Patten 1986, Glonek i Komosa 2003).

Celem niniejszych badań było określenie wpływu fertygacji wybranymi makro- i mikroelementami – dostosowanymi do zasobności gleby i zawartości składników pokarmowych w wodzie – na wzrost i plonowanie borówki wysokiej.

Material i metody

Doświadczenie założono wiosną 2002 roku na 10-letniej plantacji borówki wysokiej w Sarnowie w powiecie włocławskim (województwo kujawsko-pomorskie). Plantacja ta rośnie na glebie płowej, którą stanowią piaski słabo gliniaste (0-25 cm) i luźne (25-62 cm) zalegające na glinie lekkiej silnie spiaszczonej (62-89 cm), V klasy bonitacyjnej. Zawartość składników pokarmowych w warstwie ornej i podornej przed założeniem doświadczenia (wg metody uniwersalnej) wynosiła (odpowiednio): śl. i 1,1 N- NH₄, śl. i 1,4 N-NO₃, 2,6 i 0,2 P, 8,0 i 2,7 K, 14,0 i 8,9 Ca, 2,2 i 0,8 Mg, 1,3 i 0,8 S-SO₄, 1,3 i 0,8 Na, 1,5 i 1,4 Cl mg·100⁻¹ g s.m. gleby oraz 107,8 i 73,9 Fe, 5,4 i 9,9 Mn, 1,4 i 0,8 Zn, 0,8 i 0,3 Cu, 0,95 i 0,38 B mg·kg⁻¹ s.m. gleby, pH w H₂O – 4,23 i 4,76, EC – 0,172 i 0,052 mS·cm⁻¹.

Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Powtórzenie stanowiło poletko z 10 roślinami. Krzewy borówki wysokiej odmiany 'Bluecrop' rosły w rozstawie 3,0 x 0,8 m (4166 krzewów/ha). W rzędach utrzymywany był ugor herbicydowy, natomiast w międzyrzędziach murawa.

Wiosną 2002 roku, na podstawie analiz gleby, doprowadzono zawartość składników pokarmowych w warstwie 0-20 cm do poziomu standardowego: 4,0-6,0 N-NH₄ + N-NO₃, 3,0-5,0 P, 6,0-8,0 K, 17,0-50,0 Ca (zawartość rodzima – zr), 5,0-7,0 Mg, 1,0-2,0 S-SO₄ mg·100⁻¹ g s.m. gleby i 100,0-135,0 Fe (zr), 20,0-60,0 Mn (zr), 25,0-35,0 Zn (zr), 2,0-6,0 Cu (zr), 1,0-2,0 B mg·kg⁻¹ s.m. gleby, przy pH w H₂O – 4,20-4,80. Dla uzyskania tych poziomów zastosowano następujące nawożenie (15.03.2002): 21 g saletry amonowej + 50 g superfosfatu potrójnego + 9 g siarczanu potasu + 50 g siarczanu magnezu + 6,5 g boraksu (Na₂B₄O₇·10 H₂O) na m² gleby w pasie rzędów o szerokości 1 m i (15.04.2002): 24 g saletry amonowej + 35 g superfosfatu potrójnego i 43 g siarczanu magnezu na m².

Od 15 maja do 15 lipca 2002 roku oraz od 24 maja do 14 sierpnia 2003 roku stosowano nawadnianie kropłowe (kontrola K) i fertygację kropłową trzema pożywkami (F-1, F-2 i F-3) zawierającymi wzrastające zawartości makro- i mikroelementów przy pH 5,50 (tab. 1). Kombinację kontrolną (K) stanowiły rośliny rosnące na glebie o standardowej zasobności, uzyskanej przez nawożenie posypowe i uzupełnione nawadnianiem wodą nie zakwaszoną (tab. 1). Do przygotowania pożywek stosowano kwas azotowy (65%), saletrę amonową, potasową i magnezową, fosforan monopotasowy, boraks i molibdenian sodu. Do fertygacji zastosowano dozowniki nawozowe Dosatron DI 1.6, rozcieńczające pożywkę stężoną w stosunku 1:100. Fertygacja i nawadnianie były stosowane przy sile ssącej gleby od -0,01 do -0,03 MPa, mierzonej tensjometrami na głębokości 20 cm wzdłuż linii kroplujących. W 2002 roku nawadnianie i fertygację stosowano 16 dni (6 dni w maju, 4 dni w czerwcu i 6 dni w lipcu), zużywając 53 litry wody lub pożywki na krzew. Ta objętość była wydatkowana przez 4 kroplozniki odległe na liniach kroplujących co 22 cm.

Tabela 1

Zawartość składników pokarmowych w wodzie i pożywkach
Nutrient contents in water and feeding solutions

| Składnik Nutrient | mg·dm ⁻³ | | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Woda Water | Pożywka Nutrient solution | | |
| | K (control) | F-1 | F-2 | F-3 |
| N-NH ₄ | śl | 10 | 25 | 41 |
| N-NO ₃ | 1,8 | 90 | 125 | 159 |
| N-NH ₄ +N-NO ₃ | 1,8 | 100 | 150 | 200 |
| P-PO ₄ | 0,6 | 30 | 45 | 60 |
| K | 2,4 | 60 | 90 | 120 |
| Ca | 85,3 | 85,3 | 85,3 | 85,3 |
| Mg | 14,6 | 30 | 45 | 60 |
| S-SO ₄ | 47,9 | 47,9 | 47,9 | 47,9 |
| Fe | 0,192 | 0,192 ^a | 0,192 ^a | 0,192 ^a |
| Mn | 0,031 | 0,031 ^b | 0,031 ^b | 0,031 ^b |
| Zn | 0,039 | 0,039 ^b | 0,039 ^b | 0,039 ^b |
| B | 0,015 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| Cu | 0,005 | 0,005 ^b | 0,005 ^b | 0,005 ^b |
| Mo | śl | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| HCO ₃ ⁻ | 292,2 | 42,7 | 42,7 | 42,7 |
| EC (mS·cm ⁻¹) | 0,68 | 1,10 | 1,45 | 1,80 |

a – wysoka zawartość w glebie i wodzie.

b – wysoka zawartość w glebie.

a – high content in soil and water.

b – high content in soil.

W drugim roku doświadczenia wykonano analizę gleby wiosną 2003 roku i na jej podstawie zastosowano nawożenie posypowe w celu osiągnięcia założonych poziomów składników pokarmowych. Następnie przez 51 dni (2 dni w maju, 23 dni w czerwcu, 16 dni w lipcu i 10 dni w sierpniu) stosowano identyczne, jak w pierwszym roku nawadnianie i fertygację. Zużyto na 1 krzew 169 litrów wody lub pożywki.

W okresie prowadzenia doświadczenia badano: plon z krzewu, masę 100 owoców, średnią długość 3 najdłuższych pędów oraz wysokość roślin. Kontrolowano okresowo stałość składu chemicznego pożywki. Zbiory owoców przeprowadzono od 26 czerwca do 13 lipca w 2002 roku oraz od 8 lipca do 2 września w 2003 roku. Pomiarów biometrycznych opracowano statystycznie, wykonując analizę wariancji i obliczając NIR na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Dwuletnie badania wykazały pozytywny wpływ fertygacji na plon 10-letniej borówki wysokiej odmiany 'Bluecrop' (tab. 2). W 2002 roku stosowanie fertygacji na wszystkich trzech poziomach zwiększało plon w stosunku do kombinacji kontrolnej, przy czym na poziomie F-2 wzrost ten był statystycznie istotny. Również w 2003 roku wykazano wzrost plonowania, ale tylko na poziomie F-1 i F-2; nie został on jednak udowodniony statystycznie. Najwyższy wzrost plonów w 2002 roku w kombinacji F-2 wynosił 22,7%, a w 2003 roku w kombinacji F-1 – 12,3%. **Townsend (1972)** wykazał, że borówka wysoka wykazuje dużą reakcję na nawożenie azotem, natomiast dużo mniejszą w stosunku do innych składników pokarmowych. **Finn i Warmund (1997)** stwierdzili, że azot dostarczany wraz z pożywką jest lepiej wykorzystywany przez rośliny niż stosowany w nawożeniu posypowym. Wykazali również, że zbyt wysokie stężenia składników pokarmowych w pożywce – głównie azotu – obniżają plonowanie roślin. W badaniach własnych efekt ten wystąpił na poziomie F-3, gdzie nastąpiło obniżenie plonowania w obydwu latach, przy czym w 2003 roku spadek ten był istotny. Najwyższe plony borówki w przeliczeniu na 1 ha wynosiły: w 2002 roku 23,15 ton (kombinacja F-2), a w 2003 roku 33,63 ton (kombinacja F-1). Efekt stosowania fertygacji zależy w dużym stopniu od przebiegu warunków pogodowych. W roku 2002 najwyższy plon osiągnięto w kombinacji F-2, jednak okres jej stosowania wynosił tylko 16 dni. W pozostałym okresie wegetacyjnym siła ssąca gleby była niższa od $-0,03$ MPa i nie stosowano nawadniania i fertygacji. W 2003 roku lepsze efekty osiągnięto stosując pożywkę F-1, jednak okres stosowania fertygacji był dłuższy i wynosił 51 dni.

Tabela 2

Wpływ fertygacji na plonowanie borówki wysokiej odmiany 'Bluecrop'
The effect of fertigation on yield of highbush blueberry cv. 'Bluecrop'

| Kombinacja Treatment | Plon owoców (kg/krzew) Fruits yield (kg/bush) | | Masa 100 owoców (g) 100 fruits weight (g) | |
|-------------------------|--|----------|--|----------|
| | 2002 | 2003 | 2002 | 2003 |
| K (control) | 4,530 a | 7,185 ab | 158,0 b | 176,0 a |
| F-1 | 5,216 ab | 8,072 b | 161,5 b | 216,5 b |
| F-2 | 5,557 b | 7,723 b | 150,0 a | 197,0 ab |
| F-3 | 5,151 ab | 6,448 a | 151,5 a | 190,1 ab |

Proponowany do fertygacji borówki skład pożywek F-1, F-2 i F-3 ma specyficzny stosunek N:P:K, wynoszący 1,0:0,3:0,6. Odzwierciedla on relacje między składnikami w liściach borówki oraz ich ruchliwość w glebie i stopień wykorzystania przez rośliny. Według **Smolarza i Mercika (1993)**, optymalna zawartość azotu w liściach borówki wynosi 2,10% N, gdy fosforu i potasu – według **Ecka (1985)** – 0,16-20% P i 0,50-0,53% K w s.m.

Stwierdzono zróżnicowany wpływ fertygacji na masę 100 owoców (tab. 2). W 2002 roku zaznaczyła się tendencja wzrostu masy 100 owoców na poziomie F-2, jakkolwiek nie została udowodniona statystycznie. W 2003 roku natomiast efekt ten był istotny na

poziomie F-1 i zaznaczył się również na poziomach F-2 i F-3. **Smolarz i Chlebowska** (2003) stwierdzają, że wielkość owoców związana jest bardziej z obfitością plonowania niż z nawożeniem.

Wykazano zróżnicowany wpływ fertygacji na długość pędów (tab. 3). W 2002 roku pod wpływem fertygacji F-1 i F-2 nastąpiło istotne skrócenie pędów. Nie potwierdziły tego badania przeprowadzone w 2003 roku, w których uzyskano istotny wzrost długości pędów na wszystkich poziomach fertygacji.

Tabela 3

Wpływ fertygacji na wzrost borówki wysokiej odm. 'Bluecrop'
Influence of fertigation on the growth of highbush blueberry cv. 'Bluecrop'

| Kombinacja Treatment | Długość 3 najdłuższych pędów (cm) Length of 3 longest feathers (cm) | | Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm) | |
|-------------------------|--|----------|---|----------|
| | 2002 | 2003 | 2002 | 2003 |
| K (control) | 85,76 c | 82,92 a | 188,4 ab | 194,88 a |
| F-1 | 75,95 a | 96,16 b | 189,8 ab | 195,25 a |
| F-2 | 80,81 b | 105,54 c | 193,8 b | 205,78 b |
| F-3 | 82,19 bc | 92,80 b | 184,6 a | 190,6 a |

Wysokość krzewów istotnie wzrastała pod wpływem fertygacji w obydwu latach badań (tab. 3). Największą wysokość miały krzewy nawożone pożywką F-2.

Wnioski

1. Stwierdzono pozytywny wpływ fertygacji na plonowanie borówki wysokiej odmiany 'Bluecrop'.

2. Najwyższe plony owoców borówki wysokiej uzyskano przy stosowaniu do fertygacji pożywki F-1 zawierającej (w $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$): 10 N-NH₄, 90 N-NO₃, 30 P-PO₄, 60 K, 85 Ca, 30 Mg, 48 S-SO₄, 0,192 Fe, 0,300 B, 0,030 Mo lub pożywką F-2: 25 N-NH₄, 125 N-NO₃, 45 P-PO₄, 90 K, 85 Ca, 45 Mg, 48 S-SO₄, 0,192 Fe, 0,300 B, 0,030 Mo.

3. Fertygacja pożywką F-3 obniżała plonowanie, jednak nie wywoływała symptomów uszkodzeń roślin.

4. Pożywki F-1 i F-2 zwiększały masę 100 owoców oraz wysokość krzewów borówki.

Literatura

Eck P. (1985): Response of highbush blueberry on a berryland sand to potassium fertilization. Acta Hort. 165: 227-228.

Finn Ch., Warmund M. (1997): Fertigation vs. surface application of nitrogen during blueberry plant establishment. Acta Hort. 446: 397-401.

- Glonek J., Komosa A.** (2003): Wpływ fertygacji na plonowanie borówki wysokiej. W: Konf. „Uprawne rośliny wrzosowate” Inst. Sad. i Kwiac., Skierniewice, 22-24 maja 2003: 60-64.
- Patten K.** (1986): Blueberry fertigation. In: M.L. Baker, K Patten, E. Neuendorff and C. Lyons (eds.). Texas blueberry handbook: production and marketing, Texas A&M University College Station, Texas: 9-21.
- Rejman A., Pliszka K.** (1991): Borówka wysoka. PWRiL, Warszawa.
- Smolarz K., Chlebowska D.** (2003): Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie borówki wysokiej odm. ‘Bluecrop’ przy różnej rozstawie roślin w rzędach. W: Konf. „Uprawne rośliny wrzosowate”. Inst. Sad. i Kwiac., Skierniewice, 22-24 maja 2003: 56-59.
- Smolarz K., Mercik S.** (1993): Growth and yielding of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in response to long term (since 1923) differential fertilization. Acta Hort. 346: 193-198.
- Stępień W., Mercik S., Smolarz K., Laszlovsy-Zmarlicka A.** (1997): Współdziałanie kilku sposobów pielęgnacji gleby i dawek azotu na wzrost i plonowanie borówki wysokiej. W: I Ogólnopolska Konf. Borówkowa. ISK, Skierniewice, 25 czerwca 1997: 52-58.
- Townsend L.R.** (1972): Effect of NPK, and Mg on the growth and productivity of highbush blueberry. Can. J. Plant Sci. 53: 161-168.

THE EFFECT OF MACRO- AND MICROELEMENTS USED IN FERTIGATION ON GROWTH AND YIELD OF Highbush BLUEBERRY

S u m m a r y

Study was done in the years 2002-2003 with highbush blueberry cv. ‘Bluecrop’. The effect of macro and microelements used in fertigation on growth and yield was searched. There were tested 3 levels of nutrient solutions used in drip fertigation F-1, F-2 and F-3. It was found the positive effect of fertigation with application of nutrient solutions F-1 contains (in mg·dm⁻³): 10 N-NH₄, 90 N-NO₃, 30 P-PO₄, 60 K, 85 Ca, 30 Mg, 48 S-SO₄, 0.192 Fe, 0.300 B, 0.030 Mo and F-2: 25 N-NH₄, 125 N-NO₃, 45 P-PO₄, 90 K, 85 Ca, 45 Mg, 48 S-SO₄, 0.192 Fe, 0.300 B, 0.03 Mo on growth, yield, weight of 100 fruits and height of bushes. Fertigation with the nutrient solution on the level F-3 reduced the yield of fruits without symptoms of disorders in plant nutrition.