

WPLYW SPOSOBU NAWOŻENIA BORÓWKI NA WZROST I PLONOWANIE

Effects of fertigation on blueberry plants

Waldemar Treder¹, Danuta Krzewińska¹,
Mieczysław Borowik²

¹ Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

² Instytut Nawozów Sztucznych, Puławy

Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, 24-100 Puławy

e-mail: Waldemar.Treder@insad.pl

ABSTRACT

The aim of the experiments conducted in 2004-2005 in the Experimental Orchard in Dabrowice was to compare two methods of nutrient application: fertigation using complete (NPK) fertilizer and traditional broadcast fertilization. The research was carried out on the blueberry cultivar 'Bluecrop', planted in 2000, spaced out at 3 x 1 m. The plants were cultivated on mineral soil or in furrows filled with a mixture of mineral soil and sawdust. The results showed that the blueberry plants grown in a mixture of mineral soil and sawdust grew better and gave twice as high a yield as the bushes grown in mineral soil. Moreover, their growth was positively influenced by liquid fertilization applied during plant vegetation. Fertigation was more effective than broadcast fertilization. A nitrogen dose of 16.7 kg/ha (N) applied by fertigation resulted in a yield similar to that obtained with 50 kg/ha (N) in broadcast fertilization. Fertigation also increased the average fruit weight.

Key words: blueberry, 'Bluecrop', fertigation

Nawadnianie kropłowe, jak również fertygacja, stwarzają nowe możliwości agrotechniczne uprawy borówki. Wyniki oceny wzrostu i plonowania drzew i krzewów owocowych sprawiają, że fertygacja jest obecnie stosowana w wielu rejonach upraw sadowniczych na całym świecie. Dillon i współautorzy (1999) podają, że w Kalifornii nawożenie przez system nawodnieniowy stosuje już prawie 40% sadowników. Ten rodzaj nawożenia rozwija się bardzo dynamicznie także w Kanadzie (Nielsen i in. 2000). W Izraelu fertygacja stosowana jest na ponad 75% całej nawożonej powierzchni uprawowej (Montag 1999).

Według Bar-Yosefa i Sagiva (1982) oraz Bravdo (1993) wysoka potencjalna efektywność fertygacji wynika z możliwości stosowania optymalnego stężenia pożywki nawozowej oraz większego zagęszczenia korzeni w strefie gleby zwilżanej. Bravdo i Proebsting (1993) stwierdzili, że stosowanie fertygacji otwiera możliwości tworzenia programów nawożeniowych, opartych nie o dotychczas stosowanych dawkach nawozów przeliczanych na powierzchnię uprawy, lecz na optymalnych dla roślin stężeniu i proporcjach pomiędzy poszczególnymi jonami. Horing i Büneman (1995) twierdzą, że fertygacja powinna być stosowana nie tylko w rejonach o małej ilości opadów. Na terenach, gdzie opadów jest dużo, fertygacja może być traktowana jako proekologiczny sposób nawożenia. Burt i inni (1995) podkreślając zalety fertygacji stosowanej w warunkach Kalifornii, twierdzą, że fertygacja nie jest jednym z możliwych sposobów stosowania nawozów, ale koniecznością. Większe zagęszczenie korzeni w strefie zwilżania powoduje intensywniejsze pobieranie jonów z tej strefy, szybko obniżając ich stężenie, co w konsekwencji wpływa na ograniczenie pobierania. Dlatego nawadniane rośliny, szczególnie na glebach bardzo lekkich, stają się po pewnym czasie uzależnione od fertygacji (Bravdo i Proebsting 1993). Borówka wysoka wymaga gleb bardzo kwaśnych – pH gleby mierzone w wodzie powinno być na poziomie 4,0-5,1 (Kramer i Schrader 1945). Pod uprawę borówek nadają się gleby lekkie, bogate w substancję organiczną, o dobrych stosunkach wodnych (Eck 1988; Smolarz 1996). W naszych warunkach glebowych i klimatycznych przy uprawie borówki największe znaczenie ma nawadnianie (Gruca i in. 1992). Niestety, w Polsce do nawadniania bardzo często używa się wód gruntowych o wysokiej twardości i odczynie obojętnym. Zadaniem fertygacji w uprawie borówek jest więc nie tylko nawożenie, lecz także utrzymanie niskiego poziomu pH gleby. Prowadzone w Izraelu badania Ben-Poratha i Snira (1989) wykazały, że dzięki fertygacji zakwaszoną pożywką borówki można uprawiać nawet na stanowiskach, gdzie początkowe pH gleby było dla nich zbyt wysokie. Badania Finna i Warmunda (1997) wykazały wysoką efektywność fertygacji borówek. Nawożenie fertygacyjne azotem spowodowało silniejszy wzrost i wyższe plonowanie borówek w porównaniu z nawożeniem posypowym. Kaps i Odneal (1998), prowadzący badania nad uprawą borówek w USA, zalecają je nawadniać tylko wodą zakwaszoną, a fertygację prowadzić raz w tygodniu. Borówki mają stosunkowo

niskie potrzeby nawozowe, jednak bardzo szybko odczuwają niedostatek azotu, dlatego obok potasu, jest to podstawowy składnik pożywki nawozowej. Natomiast opinie na temat zapotrzebowania borówek na fosfor są podzielone. Cummings i inni (1971) oraz Townsend (1972) nie stwierdzili dodatniego wpływu nawożenia fosforem na plonowanie borówek. Jednak Ścibisz i inni (1990), uprawiając borówki na glebie lekkiej, wykazali istotny wpływ nawożenia fosforowego na ich plonowanie. Smolarz (1996), prowadząc kompleksowe badania nad nawożeniem borówek, uzyskał najwyższe plony, stosując N, P i K. Wyniki te wskazują, że nawóz do fertygacji borówek, poza azotem i potasem, powinien zawierać także fosfor. Zaliwski (1984) określił optymalną dla borówek proporcję pomiędzy N : P₂O₅ : K₂O – 1 : 0,4 : 0,8.

Celem prowadzonych badań była ocena efektywności stosowania fertygacji nawozem wieloskładnikowym w porównaniu z tradycyjnym nawożeniem posypowym.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w Sadzie Doświadczalnym w Dąbrowicach w latach 2004-2005 na plantacji borówki amerykańskiej odmiany 'Bluecrop'. Krzewy posadzono wiosną 2000 roku w rozstawie 3 x 1 m (3333 krzewy/ha). Zastosowano dwa sposoby uprawy – na glebie mineralnej zakwaszonej do pH_{KCl} 3,5 i w brzdach wypełnionych mieszanką gleby mineralnej i trocin. Do nawożenia posypowego zastosowano siarczan amonu, siarczan potasu i superfosfat potrójny w dawce na hektar 50 kg N, 10 kg P₂O₅ i 20 kg K₂O (co po przeliczeniu na krzew dawało dawkę 15 g N, 3 g P₂O₅ i 6 g K₂O). Nawożenie posypowe przeprowadzano jednorazowo wiosną, nawozy rozsiewano tylko w pasach rzędów na szerokości 1,5 m. Plantację wyposażono w instalację kropłowego nawadniania. Zastosowano linie kroplujące Azudline (Hiszpania) o wydatku 1,7 l/h i rozstawie 30 cm. Woda do nawadniania pochodziła ze studni głębinowej i miała następujące parametry: pH 7,4; EC 0,35 mS cm⁻¹; zawartość Ca – 85 mg dm⁻³; Mg – 14 mg dm⁻³. Wiosną 2004 roku instalację wyposażono w dozownik nawozów. Nawozy do instalacji dozowano pompą proporcjonalnego mieszania Dosatron. Fertygację prowadzono w okresie od maja do końca sierpnia. Do nawożenia przez system nawodnieniowy zastosowano płynny nawóz wieloskładnikowy NPK

8,0 – 3,0 – 4,5 g/l dostarczony przez Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach w ramach Projektu Badawczego Zamawianego PBZ-KBN-060-T09-2001/07. W celu wykazania wysokiej efektywności fertygacji przyjęto stosunkowo niską dawkę nawożenia 16,7 kg N, 6,3 kg P₂O₅ i 9,3 kg K₂O. W przeliczeniu na 1 krzew dawka odpowiadała 5, 1,9 i 2,8 g odpowiednio N, P₂O₅ i K₂O. Każdy wariant doświadczenia był reprezentowany przez 22 krzewy, które w obliczeniach statystycznych traktowano jako pojedyncze powtórzenia. Ocenę wzrostu krzewów przeprowadzono na podstawie pomiarów długości pędów jednorocznych. Plon i średnią masę 100 owoców mierzono oddzielnie dla każdego krzewu. Istotność różnic między średnimi oceniano testem Duncana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Sezon wegetacyjny roku 2004 charakteryzował się bardzo zmiennymi warunkami pogodowymi. Wiosna była stosunkowo chłodna i „przekropna”, a lato bardzo suche (tab. 1). Sezon wegetacyjny roku 2005 charakteryzował się także bardzo zmiennymi warunkami pogodowymi. Wiosna była stosunkowo chłodna i „przekropna”, a lato suche, jednak w lipcu spadły obfite deszcze, które istotnie uzupełniły niedobory wody w glebie na poletkach kontrolnych. W obu sezonach badań przebieg pogody miał bardzo duży wpływ na wzrost i plonowanie krzewów rosnących na poletkach nienawadnianych.

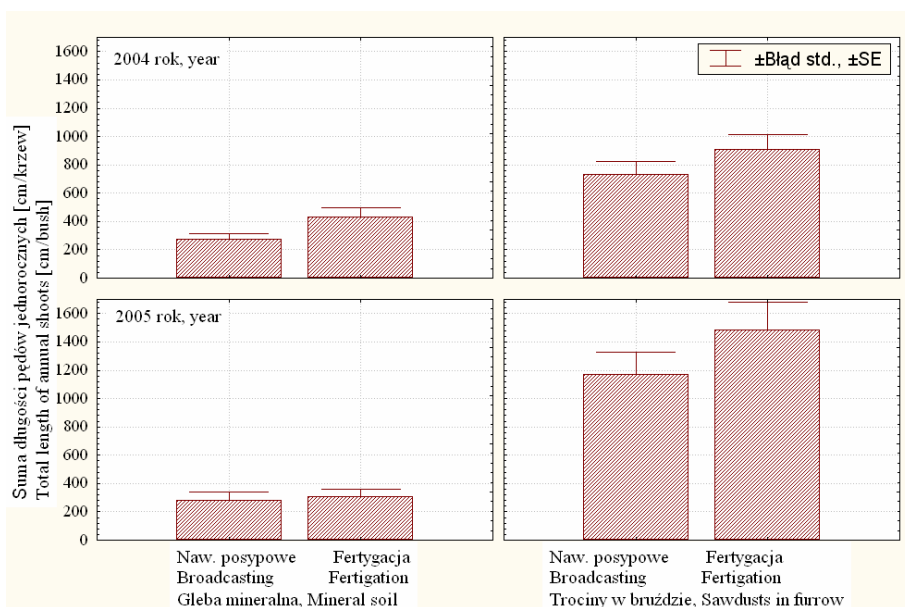
Tabela 1

Temperatury i sumy opadów atmosferycznych w Skierniewicach w latach 2004, 2005, 1979-2005 – Temperatures and total rainfall in Skierniewice in the years 2004, 2005, 1979-2005

Lata Years	Miesiące – Months						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Średnia temperatura – Mean temperature (°C)							
2004	8,02	11,72	15,45	17,48	18,49	13,19	14,06
2005	8,25	12,84	15,43	19,32	16,59	14,68	14,52
1979-2005	8,11	13,84	16,58	18,41	18,03	13,31	14,71
Opady – Rainfall (mm)							
2004	72,8	44,8	38,4	39,8	25,8	25,8	247,4
2005	19,8	109,0	26,0	113,2	24,4	25,6	318,0
1979-2005	36,69	54,19	67,74	72,41	50,21	44,50	328,74

Zarówno stanowisko uprawy, jak i sposób nawożenia miały wpływ na przyrost pędów jednorocznych borówki. Krzewy uprawiane na stanowisku, gdzie gleba wzbogacona była w materię organiczną, rosły znacznie silniej (rys. 1). Dodatkowo ich wzrost był stymulowany przez zastosowanie fertygacji. Jednak, przy uprawie borówki na glebie mineralnej, silniejszy wzrost pędów krzewów nawożonych przez system nawodnieniowy zaobserwowano tylko w roku 2004. Jest to zgodne z wynikami prac dotyczących fertygacji jabłoni (Neilsen i in. 2000; Treder 2003). Szybki wzrost pędów może zachodzić tylko w warunkach stałego, optymalnego zaopatrzenia roślin w składniki pokarmowe, co było spełnione dzięki zastosowaniu fertygacji.

Sposób uprawy borówki miał istotny wpływ na wysokość jej plonowania. W obu latach prowadzenia badań borówki uprawiane w glebie wzbogaconej w materię organiczną plonowały znacznie lepiej od uprawianych w glebie mineralnej (tab. 2).



Rysunek 1. Suma długości pędów jednorocznych w latach 2004 i 2005 – Total length of annual shoots in 2004-2005

Nawożenie nie wpłynęło jednak na wielkość plonowania krzewów niezależnie od zastosowanego sposobu uprawy. Bilansując ilość zastosowanego azotu, można stwierdzić, że 16,7 kg N/ha podane wraz

z wodą dało plon zbliżony do uzyskanego po zastosowaniu posypowo 50 kg N/ha w rzędach roślin. Badania te potwierdzają opinię Bravdo i Hepnera (1987) oraz Uriu i współautorów (1989), którzy twierdzą, iż stosowanie fertygacji jest znacznie bardziej efektywne od nawożenia posypowego. Także Kenworthy (1979) podkreśla, że stosując fertygację w sadach dawki azotu można ograniczyć nawet do połowy. Dzięki fertygacji stężenie dostarczanych jonów w obrębie strefy korzeniowej jest optymalne, przez co ich wykorzystanie przez rośliny jest efektywniejsze. Daje więc możliwość zsynchronizowania aplikacji nawozów z potrzebami roślin. Ponieważ w badaniach własnych poza azotem stosowano także fosfor i potas, nie można wykluczyć, że wystąpiło współdziałanie pomiędzy tymi składnikami.

T a b e l a 2

Plon (g/krzew) w latach 2004-2005 – Yield (g/bush) in 2004-2005

Plon [g/krzew] Yield [g/bush]	Warianty doświadczenia – Combinations			
	gleba mineralna – mineral soil		trociny w bruzdzie – sawdust in furrows	
	naw. posypowe broadcasting	fertygacja fertigation	naw. posypowe broadcasting	fertygacja fertigation
rok, year 2004	1054 a*	1129 a	2781 b	3296 b
rok, year 2005	920 a	822 a	2390 b	2186 b
Suma z lat – total 2005-2006	1974 a	1951 a	5171 b	5482 b

* średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie 5% według wielokrotnego testu t-Duncana - means followed by the same letters do not differ at the 5% level of significance according to Duncan's multiple range t-test

Analizując dynamikę plonowania w roku 2004 (pierwszy rok stosowania fertygacji), obserwujemy dla obu sposobów uprawy nieznaczne opóźnienie plonowania krzewów nawożonych przez system nawodnieniowy i istotnie wyższe zbiory w końcowym okresie owocowania (rys. 2). W roku 2005 zjawisko to już nie wystąpiło.

Sposób uprawy borówki nie miał istotnego wpływu na wielkość owoców, natomiast nawożenie wpłynęło na tę cechę istotnie. W roku 2004, jak też dla danych uśrednionych z lat, krzewy nawożone przez

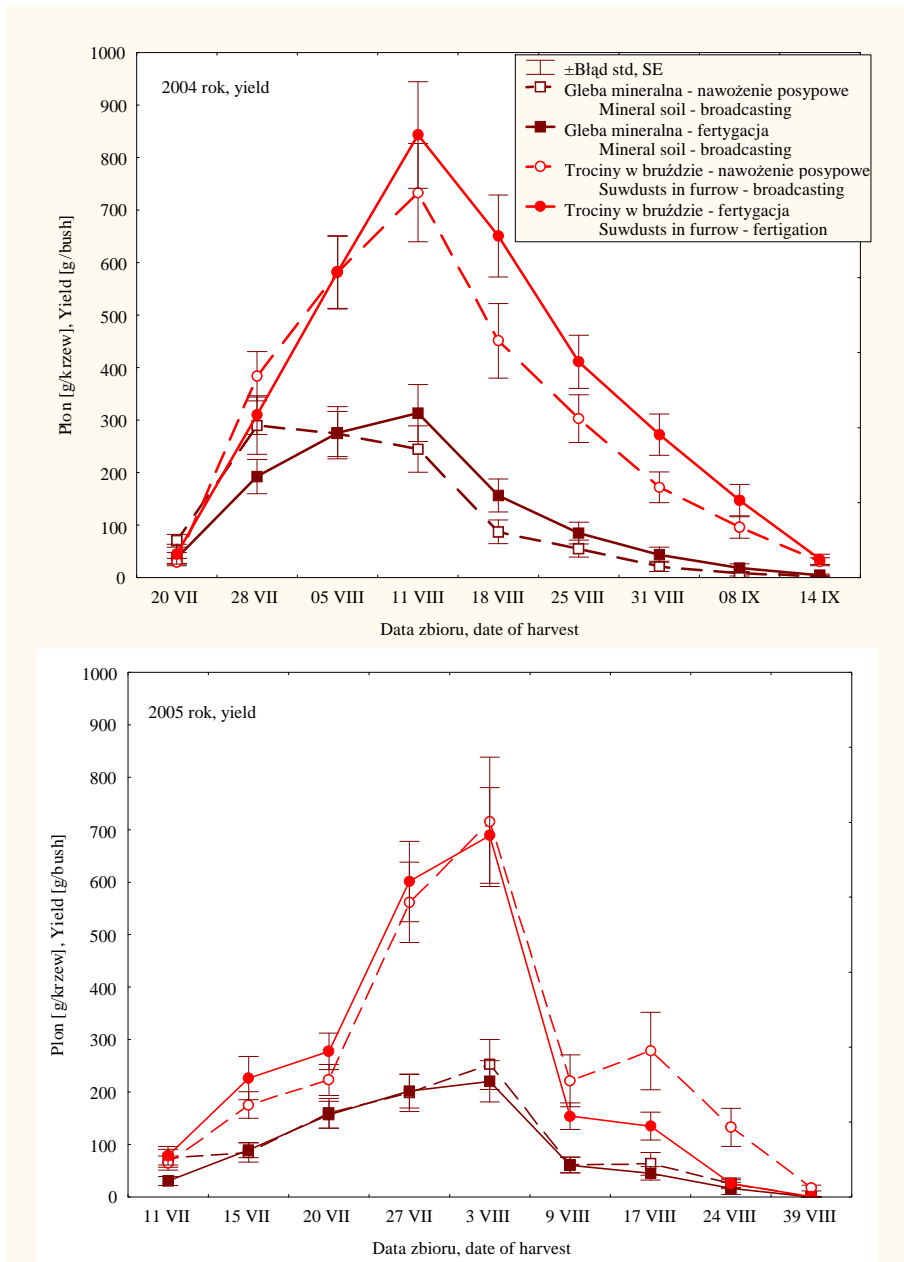
system nawodnieniowy wydały owoce o większej średniej masie (tab. 3). Szczególnie wysoką zwyżkę średniej masy owoców po zastosowaniu fertygacji stwierdzono w roku 2004 na krzewach uprawianych na glebie mineralnej. Analiza średniej masy owoców dla poszczególnych terminów zbioru wykazała, że w roku 2004 zastosowanie fertygacji, niezależnie od stanowiska uprawy, wpłynęło na znaczne zwiększenie średniej masy owoców już od początku plonowania i utrzymywało się dla całego okresu zbioru (rys. 3). W roku następnym wystąpiła podobna tendencja, jednak tak dużych różnic pomiędzy wielkością owoców uzyskanych z krzewów nawożonych posypowo i przez system nawodnieniowy już nie stwierdzono. Generalnie wystąpiły znaczące różnice pomiędzy wielkością owoców w poszczególnych latach plonowania. W roku obfitego plonowania (2004) największe owoce uzyskano w pierwszym terminie zbioru, z każdym następnym zbiorem owoce były coraz mniejsze. W roku 2005 średnie masa owoców dla poszczególnych wariantów doświadczenia była zdecydowanie wyższa niż w roku poprzednim. Inny był także rozkład zmian średnic owoców w czasie plonowania. Poza drugim i dwoma ostatnimi terminami zbioru we wszystkich pozostałych średnia masa owoców utrzymywała się na podobnym poziomie.

T a b e l a 3

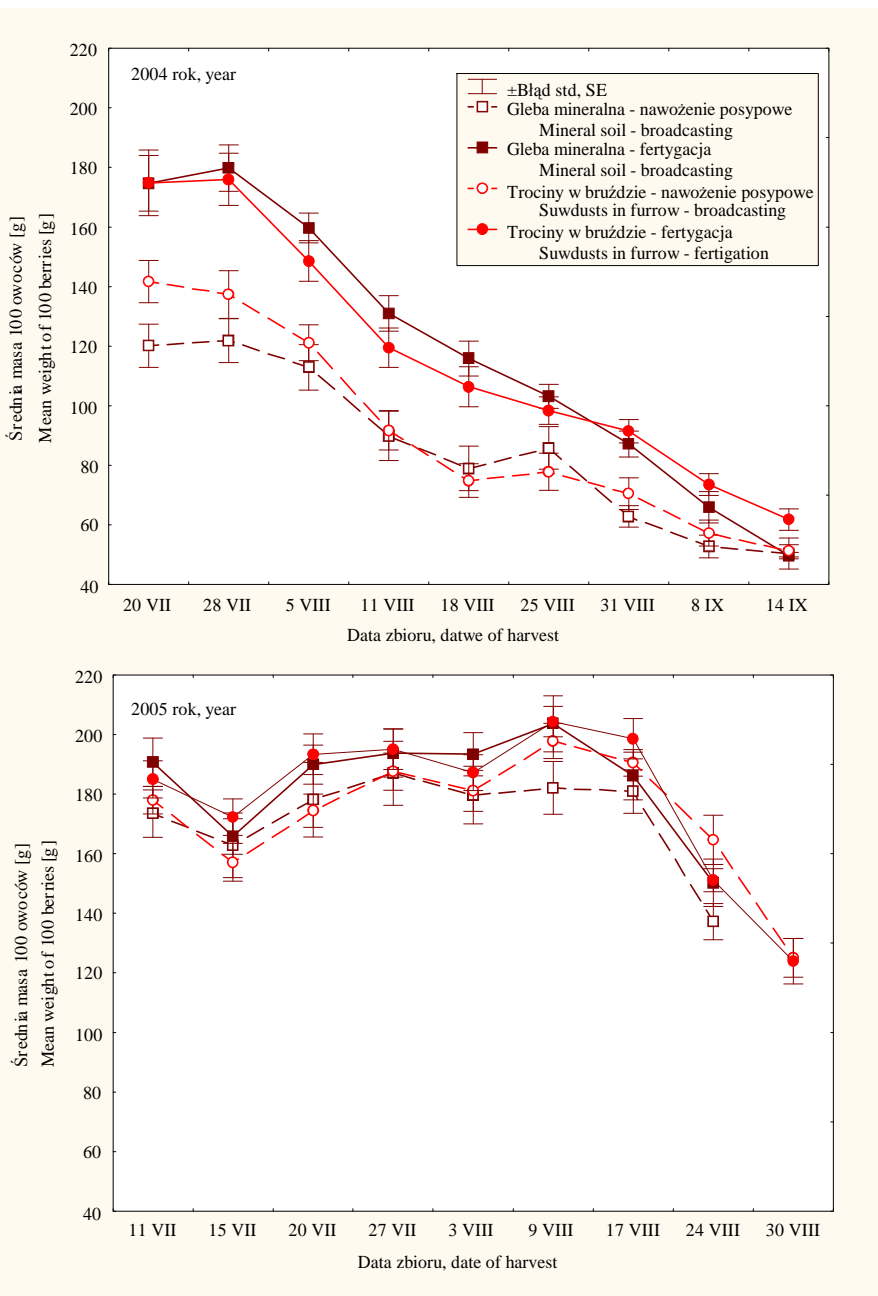
Średnia masa 100 owoców (g) w latach 2004-2005 – Mean weight (g) of 100 berries in 2004-2005

Średnia masa 100 owoców Mean weight of 100 berries	Warianty doświadczenia – Combinations			
	gleba mineralna mineral soil		trociny w bruździe sawdust in furrows	
	naw. posypowe broadcasting	fertygacja fertigation	naw. posypowe broadcasting	fertygacja fertigation
2004	104 ab*	143 c	94 a	117 b
2005	179 a	189 a	181 a	188 a
Średnia – Mean 2005-2006	142 a	166 b	138 a	153 b

*Objaśnienie patrz tabela 1 – For explanation see Table 1



Rysunek 2. Dynamika plonowania w latach 2004-2005 – Dynamics of yielding in 2004-2006



Rysunek 3. Średnia masa 100 owoców (g) w poszczególnych terminach zbioru – Mean weight of 100 berries (g) for individual harvest dates

WNIOSKI

1. Borówki uprawiane w glebie wzbogaconej w trociny silniej rosną i znacznie lepiej plonują od uprawianych w glebie mineralnej.
2. Nawożenie pożywką płynną powoduje silniejszy wzrost pędów i zwiększenie średniej masy owoców borówki w porównaniu z nawożeniem posypowym (plantacja nawadniana).

LITERATURA

- Bar-Yosef B., Sagiv B. 1982. Response of tomatoes to N and water applied via the irrigation system. I. Nitrogen. *Agron. J.* 74: 633-637.
- Ben-Porath A., Snir I. 1989. Acclimatization of blueberry in Israel. *Acta Hort.* 241: 100.
- Bravdo B. 1993. Root restriction by drip fertigation for high density orchards. *Acta Hort.* 349: 223-226.
- Bravdo B., Hepner Y. 1987. Irrigation management and fertigation to optimize grape composition and vine performance. *Acta Hort.* 206: 49-67.
- Bravdo B., Proebsting E.L. 1993. Use of drip irrigation in orchards. *HortTechnology* 3: 44-49.
- Burt C., O'Connor K., Ruehr T. 1995. *Fertigation Irrigation Training and Research Center, California* s. 295.
- Cummings G., Bickford C., Nelson L. 1971. Fertilizer and lime rate influence highbush blueberry growth and foliar elementar content during establishment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 184-186.
- Dillon J., Edinger-Marshall S., Letey J. 1999. Farmers adopt new irrigation and fertilizer techniques. *California Agriculturae* 53: 24-28.
- Eck P. 1988. Blueberry science. Plant nutrition. Rutgers University Press, New Brunswick, N.J. 93-159.
- Finn C.E., Warmund M.R. 1997. Fertigation vs. surface application of nitrogen during blueberry plant establishment. *Acta Hort.* 446: 397-402.
- Gruca Z., Pacholak E., Stojek B. 1992. Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie borówki wysokiej. *Pr. Inst. Sad. Ser. C.* 115: 59-60.
- Hornig R., Bünemann G. 1995. Effects of soil management, irrigation and fertigation in AN IP apple orchard on soil nitrate content and on tree mineral nutrition. *Acta Hort.* 383: 339-344.
- Kaps M.L., Odneal M.B. 1998. Blueberry cultivar evaluation on high pH site in Missouri. *Fruit Var. J.* 52: 91-56.
- Kenworthy A.L. 1979. Applying nitrogen to fruit trees through trickle irrigation systems. *Acta Hort.* 89: 107-110.

- Kramer A., Schrader A.L. 1945. Significance of the pH of blueberry leaves. *Plant Physiol.* 20: 30-36.
- Montag U. 1999. Fertigation in Izrael. IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition. Barcelona, s. 1-24.
- Neilsen D., Neilsen G.H., Hall J.W. 2000. Fruit mineral concentration and quality of 'Gala' apples as affected by rate timing of fertigated N. *Acta Hort.* 512: 159-168.
- Ścibisz K., Pliszka K., Cześniak E., Rojek H. 1990. Effect of phosphorus fertilization upon soil P content and P uptake by highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Hort.* 274: 471-479.
- Smolarz K. 1996. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na wzrost i plonowanie kilku gatunków roślin jagodowych. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. Monografie i Rozprawy*, s. 102.
- 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: 164-168.
- Treder W. 2003. Wpływ fertygacji nawozami azotowym i wieloskładnikowym na zmiany chemiczne gleby oraz na wzrost i owocowanie jabłoni. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. Monografie i Rozprawy*, s. 97.
- Uriu K., Carlson R.M., Henderson D.W., Aldrich T.M. 1989. Potassium fertilization of prune trees under drip irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 508-510.
- Zaliwski S. 1984. Intensywna produkcja owoców jagodowych i leszczyzny. PWN Warszawa, s. 559.