INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 183–190
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Zdzisław Koszański, Ewa Rumasz-Rudnicka, Cezary Podsiadło

EFEKTY NAWADNIANIA BORÓWKI WYSOKIEJ NA GLEBIE LEKKIEJ

EFFECTS OF IRRIGATION OF HIGHBUSH BLUBERRY CULTIVAED ON SANDY SOIL

Streszczenie

Doświadczenie polowe wykonano w SD w Lipkach, w latach 2005–2008 na 7, 8, 9 i 10-letnich krzewach borówki wysokiej uprawianej na glebie brunatnej kwaśnej, kompleksu żytniego dobrego. Przed posadzeniem krzewów, w celu zwiększenia zawartości masy organicznej w glebie, wzdłuż rzędów o szerokości 1 m ułożono 10 cm warstwę trocin z drzew iglastych i wymieszano ją z taką samą warstwą gleby. W warunkach nawadnianych i bez nawadniania oceniano dwie odmiany borówki wysokiej 'Spartan' i 'Patriot'. Krzewy nawadniano linią kroplującą o rozstawie emiterów co 30 cm i wydajności 2,4 l h^{-1}. Potrzebę nawadniania ustalano na podstawie wskazań tensjometrów. Rośliny nawadniano przy sile ssącej gleby powyżej 0,01 MPa. W każdym roku krzewy nawożono 60 kg N ha^{-1} w postaci siarczanu amonu, natomiast dawki nawozów P i K stosowano w zależności od zawartości tych składników w glebie. Sumaryczne dawki wody do nawadniania zależały od rozkładu i wielkości opadów i wynosiły: 2005 r. – 128 mm, 2006 r. – 300 mm, 2007 r. – 40 mm, 2008 r. – 200 mm. Borówka wysoka odmiany 'Spartan' była bardziej plenna (9,62 t ha^{-1}) niż 'Patriot' (8,3 t ha^{-2}). Wyniku nawadniania średni plony odmiany 'Patriot' wzrósł o 8,36 t ha^{-1}, natomiast 'Spartan' o 7,94 t ha^{-1} . Masa 100 owoców zależała od odmiany, roku uprawy i warunków wodnych. Nawadnianie w istotny sposób zwiększało masę 100 owoców, a obniżało w nich zawartość suchej masy.

Słowa kluczowe: nawadnianie kroplowe, plon, borówka wysoka, sucha masa, masa 100 owoców

Summary

Field experiment was done in Agriculture Experiment Station Lipki near Szczecin. As objects of studies were 1, 8, 9 and 10 years old blueberry plants cultivated on the acid brown soil belong to good rye complex. Before planting between the rows of plants 10 cm layer of sawdust obtained from coniferous trees was spread and mixed with the soil.

Growth and yielding of two varieties 'Spartan' and 'Patriot' irrigated and not irrigated. Plants were irrigated using dropping lines with emitters collocated every 30 cm with total efficiency of 2,4 $l \cdot h^{-1}$. Tensiometers show the need of irrigation. Field and plants were irrigated when soil suction power was bigger than 0,01 MPa. Every year blueberry plants were fertilized with 60 kg $N \cdot ha^{-1}$ and doses of P and K depended on their concentration in soil. Total doses of water used for irrigation depended on yearly precipitation equal in 2005y. – 128 mm, 2006y. – 300 mm, 2007y. – 400 mm and in 2008y. – 200mm.

Blueberry cv. 'Spartan' was more productive (9,62 $t\,ha^{-1}$) than 'Patriot' (8,3 $t\,ha^{-1}$). As effect of supplemental irrigation average crop of 'Patriot' variety increased by 8,36 $t\,ha^{-1}$ and 'Spartan' by 7,94 $t\,ha^{-1}$. Weight of 1000 fruits depended on variety, year of cultivation and water conditions. Irrigation significantly increased weight of 100 fruits and decreased content of dry matter.

Key words: *drip irrigation, yield, highbush blueberry, dry matter, weight of 100 fruit*

WSTĘP

Borówka wysoka ze względu na smaczne i o dużej wartości odżywczej owoce zyskuje coraz większe uznanie konsumentów. Dlatego też w ostatnich latach, również na Pomorzu Zachodnim zwiększa się powierzchnia jej uprawy. Przyczyniają się do tego: korzystne warunki przyrodnicze, dość duży areał gleb przydatnych do jej uprawy, a także opłacalne ceny owoców. Ważnym czynnikiem zapewniającym opłacalność uprawy borówki, oprócz wyboru odpowiednich gleb, właściwego nawożenia mineralnego [Mercik i in.1999; Stępień in.1999; Sosulski 1999], doboru najcenniejszych do uprawy odmiany [Dierking 1999; Chlebowska, Smolarz 1997; Smolarz 1997; Wach 1999], są warunki wodne [Gruca 1997; Koszański i in. 2005; Treder 1997]. Niedobór opadów atmosferycznych, bądź też niewłaściwy ich rozkład w okresie wegetacji krzewów ogranicza wzrost i bywa często przyczyną niskich zbiorów.

Celem podjętych badań było określenie zdolności plonotwórczych borówki wysokiej odmiany 'Patriot' i 'Spartan' uprawianych na glebie lekkiej w zróżnicowanych warunkach wodnych.

METODYKA

Doświadczenie polowe wykonano w latach 2005–2008 w SD Lipki, na 7, 8, 9 i 10 letnich krzewach borówki wysokiej. Plantację założonej na glebie brunatnej kwaśnej, wytworzonej z piasku zwałowego naglinionego, kompleksu żytniego dobrego. Gleba w warstwie ornej (przed założeniem doświadczenia) zawierała średnio 9,30 g kg^{-1} C-organicznego, charakteryzowała się odczynem słabo kwaśnym, miała małą zawartość przyswajalnych form P (35 mg kg^{-1}) $100g^{-1}$) i K (48 mg kg^{-1}), a poziom wody gruntowej znajdował się poniżej 3 m. Przed posadzeniem krzewów, w celu zwiększenia zawartości masy organicznej w glebie, wzdłuż rzędów w pasie o szerokości 1 m ułożono 10 cm warstwę trocin z drzew iglastych i wymieszano je z taką samą warstwą gleby.

W schemacie doświadczenia uwzględniono warunki wodne i odmianowe. Czynnik wodny: W_0 –poletka kontrolne (bez nawadniania) i W_1 – poletka nawadniane przy sile ssącej gleby powyżej 0,01 MPa. Potrzebę nawadniania oceniano na podstawie wskazań tensjometrów. Do nawadniania użyto linii kroplującej o rozstawie emiterów co 30 cm i wydajności 2,4 l h^{-1}. Uprawiano odmiany 'Spartan' i 'Patriot'. Krzewy wysadzono w rozstawie 2 x 1,2 m (w rzędzie 7 szt., na poletku 14 szt.), powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 16,8 m^2. W każdym roku krzewy nawożono 60 kg N ha^{-1} (siarczan amonu), natomiast dawki nawozów P i K (o ile była taka potrzeba) stosowano w zależności od zawartości tych składników w glebie.

Uwzględniając plon owoców i sezonowe normy nawadniania wyliczono produkcyjność netto 1 mm wody. Oznaczono wagę 100 owoców i ich suchą masę.

W poszczególnych latach badań średnie miesięczne temperatury powietrza w okresie wegetacji borówki wysokiej (tab. 1) były od 1,0 ^{0}C do 2,6 ^{0}C wyższe w porównaniu do średnich z wielolecia. Różnice te w niektórych miesiącach były jeszcze większe, np. 2006 r. w lipcu dochodziły do 6,1^0 C. Natomiast opady były niższe od normy z wielolecia, w 2005 r. o 54,2 mm, a w 2006 r. aż o 77,9 mm zaś w 2007 r. przekraczały normę z wielolecia o 161,1 mm. Charakterystycznym był 2008 r., w którym opady za oceniany okres były najbardziej zbliżone do wielolecia, ale dla kwietnia stanowiły aż 287% tej normy, natomiast dla maja tylko 19,2%, czerwca 49,6% i lipca 55,7%. Z rozpatrywanych lat w okresie wegetacji borówki wysokiej najkorzystniejszym pod względem rozkładów opadów i temperatur okazał się rok 2007. Stres wodny krzewy szczególnie odczuwały w czerwcu 2005 r. oraz w czerwcu i lipcu 2006 r., a także w maju, czerwcu i lipcu 2008 r.

Sumaryczne dawki wody do nawadniania zależały od rozkładu i wielkości opadów i wynosiły: 2005 r. – 128 mm, 2006 r. – 300 mm, 2007 r. – 40 mm, 2008 r. – 200 mm (tab. 2).

Tabela 1. Temperatura powietrza (^{0}C) i opady (mm) w czasie prowadzenia badań na tle średnich z wielolecia (1961–2007)
Table 1. Temperature (^{0}C) and rainfall (mm) during the experiment as compared with multiyear average (1961–2007)

Miesiąc	Temperatura					Opady				
	średnie miesięczne z wielolecia	średnie miesięczne				średnie miesięczne sumy z wielolecia	sumy miesięczne			
		2005	2006	2007	2008		2005	2006	2007	2008
IV	7,2	9,2	8,4	10,0	8,0	37,8	13,7	21,8	4,2	108,6
V	12,5	13,1	13,7	14,7	14,3	51,5	67,5	42,7	104,9	9,8
VI	15,9	15,8	18,2	18,3	17,9	61,3	25,7	23,2	109,0	30,4
VII	17,4	19,4	23,5	18,4	19,4	63,2	76,2	7,3	108,5	35,2
VIII	17,0	16,6	17,8	18,6	18,7	56,1	53,2	105,0	103,4	48,8
IX	13,2	15,5	17,1	13,3	13,1	46,8	25,8	38,4	47,4	46,5
IV-IX	13,9	14,9	16,5	15,6	15,2	316,3	262,1	238,4	477,4	279,3

Tabela 2. Dawki wody (mm) zastosowane do nawadniania borówki wysokiej
Table 2. Water doses (mm) used for irrigation of highbush blueberry

Miesiąc	Dekada	2005	2006	2007	2008
IV	3	15	–	10	–
V	1	8	36	10	–
	2	–	–	–	5
	3	12	27	–	20
VI	1	15	–	–	40
	2	27	39	–	10
	3	27	42	–	10
VII	1	–	15	-	35
	2	–	27	10	35
	3	12	66	-	30
VIII	1	12	48	–	5
	2	–	–	–	–
	3	–	–	10	10
Suma IV-VIII		128	300	40	200

WYNIKI I DYSKUSJA

Plony borówki wysokiej (tab. 3) w istotny sposób zależały od odmiany, oraz warunków wilgotnościowych gleby i były zróżnicowane w poszczególnych latach badań. Średnio owoców odmiany ‘Spartan’ zebrano o 15,9% więcej od odmiany ‘Patriot’. Przyczyną tego mogła być większa wrażliwość na przymrozki odmiany ‘Patriot’ niż ‘Spartan’, co jak podają Hancock i Wildung [1999] przyczyniło się do zmniejszenia jej plonów. Z ocenianych lat, w warunkach bez nawadniania, największy średni plon jagód zebrano w 2007 r. (9,71 t ha^{-1}), w którym okres wegetacji (tab. 1) charakteryzował się ilością opadów przekra-

czającą normę z wielolecia o 51%, a w miesiącach od maj do sierpnia aż od 171,7 do 205,3%. Istotnie mniej owoców uzyskano w latach niesprzyjającym plonowaniu borówki wysokiej, czyli w 2005 r. (4,12 t ha^{-1}), 2006 r. (2,62 t ha^{-1}) i 2008 r.(3,16 ha^{-1}). Nawadnianie średnio za okres czterech lat zwiększyło plony jagód o 165,7% (8,12 t ha^{-1}), q tym odmiany 'Patriot' o 200,2% (8,42 t ha^{-1}), a 'Spartan' o 134,5% (8,31 t ha^{-1}). Największe plonotwórcze działanie wody wystąpiło w latach o małej ilości opadów i przy niekorzystnym ich rozkładzie w okresie wegetacji, wynosząc: w 2005 r. 203% (8,38 t ha^{-1}), a 2008 r. 231,6 % (7.32 t ha^{-1}). Natomiast w 2006 r., w którym w okresie wegetacji opady stanowiły zaledwie 75,4 % średnich z wielolecia (przy bardzo małych opadach czerwca – 37,8 % i lipca – 11.6% normy z wielolecia), nawadnianie zwiększało plony ocenianych odmian aż o 570% (14,89 t ha^{-1}). Potwierdza to głoszoną przez Gruca [1997] oraz Chlebowską i Smolarza [1997] tezę, iż w uprawie borówki wysokiej oprócz czynników agrotechnicznych bardzo ważny jest odpowiedni stan uwilgotnienia gleby w czasie dojrzewania owoców. Niekorzystny dla plonowania okazał się okres wegetacji 2007 r. obfity w opady (tab. 1), w którym okresowe niewielkie niedobory wody w glebie (tab. 2) wystąpiły pod koniec kwietnia, na początku maja oraz w 2 dekadzie czerwca i 3 sierpnia. W tak korzystnym dla borówki wysokiej okresie wegetacji nawadnianie zwiększyło plon jagód o 18,5%. Zaznaczyło się tu (w pewnym stopniu) następcze działanie dziewięcioletniego letniego nawadniana krzewów, które w tym okresie bardziej się rozrosły, wykształciły większą liczbę pędów niż nienawadniane, przez co w sprzyjającym pod względem opadów 2007 r. wydały wyższe plon.

Tabela 3. Wpływ nawadniania na plonowanie borówki wysokiej (t ha^{-1})
Table 3. Influence of irrigation on yield of highbush blueberry (t ha^{-})

Odmiana	Nawadnianie*	Lata				Średnio
		2005	2006	2007	2008	
Patriot	W_0	3,87	1,96	8,37	2,40	4,15
	W_1	12,46	16,87	10,12	10,40	12,46
	średnio	8,16	9,41	9,24	6,40	8,30
Spartan	W_0	4,37	3,29	11,04	3,92	5,65
	W_1	12,58	18,33	12,91	10,56	13,59
	średnio	8,47	10,81	11,97	7,24	9,62
Średnio	W_0	4,12	2,62	9,71	3,16	4,90
	W1	12,50	17,60	11,51	10,48	13,02
	średnio	8,31	10,11	10,61	6,82	8,96
NIR $_{0.05}$ dla: lat (L) –0,68; nawadniania (W) –0,81; odmiany (O) – 0,98						
*W_0 – bez nawadniane; W_1 – nawadniane						

Masa 100 owoców była różna i zależała od odmiany, roku uprawy i nawadniania (tab. 4). Owoce odmiany 'Patriot' były istotnie większe niż odmiany 'Spartan'. W 2007 r. wspomniane odmiany wydały największe owoce i nie różniły się pod tym względem między sobą, natomiast najmniejszą masą wyróżniały się ich owoce w 2006 r. (110 g) i 2008 r. (114 g). Korzystny wpływ na

masę 100 jagód wywarło nawadnianie, bowiem zabieg ten spowodował średnio wzrost omawianej cechy odmiany 'Patriot' o 31% i 'Spartan' o 27,3%, różnice te były znacznie większe w 2006 r., wynosząc odpowiednio 61,7% i 62,5%, zaś w 2008 r. 56,3% i 7,6 %.

Tabela 4. Wpływ nawadniania na masę 100 owoców borówki wysokiej (g)
Table 4. Influence of irrigation on weight of 100 fruit blueberry (g)

Odmiana	Nawadnianie	Lata				Średnio
		2005	2006	2007	2008	
Patriot	W_0	120	89	148	94	113
	W_1	150	144	150	147	148
	średnio	135	116	149	120	130
Spartan	W_0	110	80	148	85	106
	W_1	129	130	149	134	135
	średnio	119	105	149	109	120
Średnio	W_0	115	84	148	89	109
	W_1	139	137	150	140	141
	średnio	127	110	149	114	125
NIR $_{0.05}$ dla: lat (L) – 5; nawadniania (W) – 7; odmiany (O) – 9 Objaśnienia oznaczeń zob. tab. 3						

Podobnie jak plon, również zawartość suchej masy w owocach borówki wysokiej była zróżnicowana w poszczególnych latach badań (tab. 5). Największą jej zawartość w owocach stwierdzono w 2006 (13,9%) i 2008 r. (14,2%), czyli w latach bardzo posusznych, natomiast najmniejszą w 2007 r., sprzyjającym plonowaniu. Nawadnianie istotnie zmniejszało zawartość suchej masy. Warunki klimatyczne odmiennie oddziaływały na gromadzenie suchej masy w owocach obu omawianych, bowiem rok 2005 sprzyjał odkładaniu suchej masy w owocach odmiany 'Spartan', natomiast 2006 r. odmiany 'Patriot'.

Tabela 5. Wpływ nawadniania na zawartość suchej masy w owocach borówki wysokiej (%)
Table 5. Influence of irrigation on dry matter content in blueberry fruit (%)

Odmiana	Nawadnianie Irrigation	Lata				Średnio
		2005	2006	2007	2008	
Patriot	W_0	13,2	16,1	12,4	15,8	14,4
	W_1	12,3	12,5	12,5	12,7	12,5
	średnio	12,7	14,3	12,4	14,2	13,4
Spartan	W_0	14,2	15,8	12,8	16,0	14,7
	W_1	13,6	11,3	12,3	12,4	12,4
	średnio	13,9	13,5	12,5	14,2	13,5
Średnio	W_0	13,7	15,9	12,6	15,9	14,5
	W_1	12,9	11,9	12,4	12,5	12,4
	średnio	13,3	13,9	12,5	14,2	13,4
NIR $_{0.05}$ dla: lat (L) – 0,6; nawadniania (W) – 1,0; odmiany (O) – r.n. Objaśnienia oznaczone zob. tab.3						

Tabela 6. Produktywność wody (kg mm^{-1} ha^{-1})
Table 6. Water productivity (kg mm^{-1} ha^{-1})

Odmiana	Lata				Średnio
	2005	2006	2007	2008	
Patriot	67,1	49,7	43,7	40,0	50,1
Spartan	64,1	50,1	46,7	33,2	48,5
Średnio Mean	65,1	49,9	45,2	36,6	49,2
NIR $_{0.05}$ dla: lat (L) – 7; odmiany (O) – r.n.					

Produkcyjność 1 mm wody z nawodnień w istotny sposób zależała od warunków pogodowych, a zwłaszcza od ilości i rozkładu opadów (tab. 6). Najkorzystniejszy efekt 1 mm wody z nawodnień otrzymano w 2005 r. (65,1 kg mm^{-1} ha^{-1}), w którym w 2 dekadzie maja oraz w 1 i 2 lipca, a także i sierpnia wystąpiły dłuższe okresy bezopadowe, przez co krzewy wymagały intensywnego nawadniania. Istotnie mniejszą efektywność 1mm wody z nawodnień otrzymano w 2006 r. (49,9 kg mm^{-1} ha^{-1}), w 2007 r. (45,2 kg mm^{-1} ha^{-1}) oraz w 2008 r. (36,6 kg mm^{-1} ha^{-1}). Produkcyjność 1 mm wody nie różnicowała w sposób istotny ocenianych odmian.

WNIOSKI

1. W warunkach Pomorza Zachodniego borówka wysoka odmiany ‘Spartan’ wyróżniała się istotnie większym plonem jagód niż odmiany ‘Patriot’.
2. Plony jagód borówki wysokiej zależały od wielkości i rozkładu opadów, w naturalnych warunkach opadowych ich średnie wartości wahały się od 4,15 do 5,65 t ha^{-1} , natomiast wyniku nawadniania zwiększyły się istotnie od 12,46 do 13,54 t ha^{-1} .
3. W wyniku nawadniania borówki wysokiej zwiększyła się istotnie masa 100 owoców, ale zawierały one mniej suchej masy.

BIBLIOGRAFIA

Chlebowska K., Smolarz K. *Siła wzrostu i plonowanie kilku odmian borówki wysokiej w Dąbrowicach k. Skierniewic*. I Ogólnopolska Konferencja Borówkowa, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 25 czerwca, 1997, s. 48–52.

Dierking W. *Informacje uprawowe o nowych odmianach borówki wysokiej do produkcji towarowej*. Uprawa borówki i żurawiny, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 22–23 czerwca, 1999, s. 25–39.

Gruca Z. *Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie borówki wysokiej*. I Ogólnopolska Konferencja Borówkowa, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 25 czerwca, 1997, s. 53–55.

Hancock J., Wildung D. *Hodowla borówki wysokiej i półwysokiej w Ameryce Północnej.* Uprawa borówki i żurawiny, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 22–23 czerwca, 1999, s. 5–11.

Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., Podsiadło C., Jaroszyńska A. *Wpływ nawadniania kroplowego i nawożenia mineralnego na plonowanie borówki wysokiej.* Inżynieria Rolnicza, Kraków 3 (63), 2005, s. 251–257.

Mercik S., Stępień W.,Smolarz K. *Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na plonowanie 5- i 25-letnich krzewów borówki wysokiej oraz skład chemiczny liści.* Uprawa borówki i żurawiny, Inst. Sadow, i Kwiac., Skierniewice, 22–23 czerwca, 1999, s.45–51.

Smolarz K. *Plonowanie 12 odmian borówki wysokiej*. I Ogólnopolska Konferencja Borówkowa, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 25 czerwca, 1997, s. 43–47.

Smolarz K., Chlebowska D. *Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie roślin borówki wysokiej odmiany 'Bluecrop' przy różnej rozstawie roślin w rzędach.* Uprawne Rośliny Wrzosowate, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 22–24 maja, 2003, s. 46–53.

Sosulski T. *Wpływ różnej zawartości substancji organicznej i pH gleby oraz form nawozów azotowych na zawartość azotu azotanowego w owocach i liściach borówki wysokiej.* Uprawa borówki i żurawiny, Inst. Sadow, i Kwiac., Skierniewice, 22–23 czerwca, 1999, s. 59–66.

Stępień W., Mercik S., Smolarz K., Laszlovszky-Zmarlicka A. *Współdziałanie kilku sposobów pielęgnacji gleby i dawek azotu na właściwości fizykochemiczne gleby, plon owoców oraz skład chemiczny liści borówki wysokie.,*Uprawa borówki i żurawiny, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 22-23 czerwca, 1999, s. 52–58.

Treder W. *Zakwaszanie wody stosowanej w uprawie borówki wysokiej*. I Ogólnopolska Konferencja Borówkowa, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 25 czerwca, 1997, s.56–62.

Wach D. *Plonowanie borówki wysokiej na plantacjach Lubelszczyzny w latach 1996–1998*. Uprawa borówki i żurawiny, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice, 22-23 czerwca, 1999, s. 67–73.

Prof. dr hab.Zdzisław Koszański
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul.Słowackiego17
71-434 Szczecin
tel.(091)4496247
e-mail:zdzisław.koszański@zut.edu.pl

Dr inż. Ewa Rumasz-Rudnicka
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel. (091) 449 6248
e-mail: ewa.rumasz@ zut.edu.pl

Dr hab. Cezary Podsiadło-prof.nadzw.
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul.Słowackiego17
71-434 Szczecin
tel.(091)4496245
e-mail: cezary.podsiadlo@zut.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Czesław Rzekanowski*