

Ewa Rumasz-Rudnicka, Zdzisław Koszański, Anna Jaroszewska

**PLONOWANIE BORÓWKI WYSOKIEJ
NA NIZINIE SZCZECIŃSKIEJ W ZALEŻNOŚCI
OD OPADÓW I NAWADNIANIA**

***YIELDING OF BLUEBERRIES ON SZCZECIN LOWLAND
DEPENDING ON RAINFALL AND IRRIGATION***

Streszczenie

Doświadczenie polowe prowadzono w SD Lipnik należącej do Akademii Rolniczej w Szczecinie. Borówkę wysoką odmiany 'Patriot' uprawiano w latach 2000–2008 na glebie brunatnej kwaśnej, kompleksu żytniego dobrego, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVb. Gleba charakteryzowała się małą zawartością przyswajalnych form fosforu i potasu oraz słabo kwaśnym odczynem gleby. Borówkę wysoką uprawiano w zróżnicowanych warunkach wodnych: O – obiekty kontrolne (bez nawadniania), W – obiekty nawadniane. Krzewy nawadniano linią kroplującą o wydajności 2,4 l h⁻¹, utrzymując wilgotność gleby na poziomie 0,01 MPa, na podstawie wskazanej tensometrów. Oceniano możliwości plonotwórcze dwu- do dziesięcioletnich krzewów uprawianych w zróżnicowanych warunkach wodnych, a także wpływ opadów i dawek nawodnieniowych w okresie wegetacji na plon borówki wysokiej.

Średni plon jagód zebranych w doświadczeniu wyniósł 7,61 t ha⁻¹ (tab. 3). Plon owoców z poletek kontrolnych (bez nawadniania) kształtował się na poziomie 4,92 t ha⁻¹, przyjmując dość szeroki zakres zbiorów od 1,67 do 13,0 t ha⁻¹ w poszczególnych latach. Okazało się, że nawadnianie plantacji borówki wysokiej było niezbędnym zabiegiem agrotechnicznym dla zapewnienia właściwych warunków wilgotnościowych gleby, a ilość dostarczonej wody w czerwcu i lipcu była skorelowana z przebiegiem opadów w tych miesiącach. Dzięki nawadnianiu zanotowano istotny wzrost plonu owoców wynoszący 5,38 t ha⁻¹ (109,2% w porównaniu do kontroli).

Efekty produkcyjne nawadniania kropłowego były istotnie i wprost proporcjonalnie skorelowane z sumą dawki nawodnieniowej zastosowanej w całym okresie wegetacji (od IV do IX). Analizując wskaźniki plonowania borówki wysokiej w zależności od zastosowanych dawek nawodnieniowych w określonych prze-

działach czasowych okresu wegetacji, stwierdzono istotną zależność w maju, czerwcu i lipcu. Przyrosty plonu uzyskane dzięki nawadnianiu były odwrotnie proporcjonalne do sumy opadów czerwcowych.

Słowa kluczowe: borówka, nawadnianie kropłowe, opady atmosferyczne, plony, gleba lekka

Summary

Field experiments was carried in ES Lipnik belonging to Western Pomerania University of Technology in Szczecin. Blueberry cv. 'Patriot' was cultivated in th years of 2000-2008 on the acid brown soil which is belong to IVb soil class. The soil was characterized by small amount of nutrient availability of phosphorus and potassium and low acid reaction. Blueberry was cultivated in different water conditions: O-control (without supplemental irrigation), W- irrigated objects. Plants were irrigated using dropping line with efficiency of 2,4 l h⁻¹ keeping soil moisture on the level of 0,01 MPa, registered by tensiometers. Also in these studies productivity of two and ten years old blueberry plants treated or not with supplemental irrigation were evaluated.

Average crop of berries harvested in this experiment equal 7,61 t ha⁻¹ (tab.3). Yield from not irrigated plots equal only 4,92 t ha⁻¹. It appeared that supplemental irrigation gave proper soil moisture for blueberries and the good yield and the amount of used water particularly in June and July depended on natural precipitation. As effect of supplemental irrigation the average crop of berries equal 5,38 t ha⁻¹ and was 109,2% bigger comparing to control (without supplemental irrigation).

Productive effect of drip irrigation was in full correlation with amount of used water applied in the whole vegetation period (from IV to IX). Analysis of the yielding of blueberry depending on the doses of irrigation in different periods of vegetation (from IV to IX and in critical period from V to VI) significant increase was obtained when irrigation was used in May, June and July (critical stage for blueberry).

Key words: blueberry, drip irrigation, rainfall, yield, light soil

WSTĘP

W literaturze naukowej dotyczącej agrotechniki borówki wysokiej, bardzo atrakcyjnej pod względem opłacalności uprawy, oceniano: odmiany [Gruca, Pacholak 1993; Chlebowska, Smolarz 1997; Dierking 1999; Smolarz 1997], zasady nawożenia [Mercik i in. 1999; Smolarz, Chlebowska 2003], pielęgnację [Stępień i in. 1999] oraz nawadnianie [Koszański i in. 2005; Koszański, Rumasz-Rudnicka 2008; Koszański i in. 2008]. W artykułach tych jednak nie przedstawiono zależności pomiędzy warunkami wodnymi gleby kształtowanymi przez nawadnianie oraz opady atmosferyczne a plonowaniem borówki.

Obecnie obserwuje się wzrost zainteresowania uprawą borówki wysokiej nie tylko na Pomorzu Zachodnim, ale również w innych rejonach Polski. Plantację borówki wysokiej zakłada się na glebach lekkich charakteryzujących się małą retencją wodną. W związku z tym istnieje potrzeba opracowania analizy dotyczącej zależności plonowania jagód od opadów atmosferycznych, jak i summarycznych dawek nawodnieniowych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe prowadzono w SD Lipnik należącej do Akademii Rolniczej w Szczecinie. Borówkę wysoką odmiany 'Patriot' uprawiano na glebie brunatnej kwaśnej, kompleksu żyniego dobrego, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVb o niskim (poniżej 3 m) poziomie wody gruntowej. 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. Gleba charakteryzowała się małą zawartością przyswajalnych form fosforu i potasu oraz słabo kwaśnym odczynem.

Poniższe opracowanie przedstawia wyniki badań przeprowadzonych w latach 2000–2008. Borówkę wysoką uprawiano w zróżnicowanych warunkach wodnych: O – obiekty kontrolne (bez nawadniania), W – obiekty nawadniane. Krzewy nawadniano linią kroplującą o rozstawie kroplowników co 30 cm i wydajności 2,4 l h⁻¹. Terminy i dawki nawodnień ustalono na podstawie potencjału wodnego gleby, określonego za pomocą tensjometrów, umieszczonych na głębokości około 25 cm. Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 0,01 MPa

Krzewy wysadzono w rozstawie 2 x 1,2 m (w rzędzie 7 szt., na poletku 14 szt.). Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 16,8 m². Uwzględniając całkowity plon jagód zebranych z krzewów, przeliczono go na t ha⁻¹. W każdym roku krzewy nawożono 60 kg N ha⁻¹ (siarczan amonu) natomiast dawki nawozów fosforowych i potasowych, jeżeli zaistniała taka potrzeba, stosowano w zależności od zawartości tych składników w glebie.

Charakterystykę warunków opadowo-termicznych w okresie prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. Okres wegetacji (od IV do IX) prowadzenia badań (2000–2008) charakteryzował się opadami zbliżonymi do wielolecia (1961–1999), stanowiąc blisko 94% jego normy. Jednak w całym dziewięcioletnim okresie badań wystąpiły trzy lata: 2002, 2003 i 2006, w których opady były najniższe i stanowiły odpowiednio 68,1% , 69,7% oraz 75,4% normy wielolecia. Jednocześnie analiza średnich temperatur powietrza wskazała, że w czasie wegetacji (od IV do IX), lata te były najcieplejsze ze wszystkich ocenianych, średnio o 2,7° C w 2002 r., o 2,0° C w 2003 r. i o 2,6° C w 2006 r. Należy również zwrócić uwagę na lata, w których wystąpiły opady wyższe w porównaniu

z wieloleciem. O ile w sezonie wegetacyjnym 2000–2001 kształtowały się na podobnym poziomie i stanowiły odpowiednio 113,8% i 110,3% normy wielolecia, to w roku 2007 wyraźnie od niego odbiegały (150,9% normy). Lata, te podobnie jak w cały okres prowadzenia doświadczenia, były cieplejsze w odniesieniu do wielolecia (o około 1,1 do 1,7°C).

Tabela 1. Warunki opadowo-termiczne w Lipniku, w latach prowadzenia badań na tle wielolecia (1961–1999)

Table 1. Rainfall and temperature in Lipnik, during the experiment as compared with multiyear average (1961–1999)

Miesiąc	Lata										Wielolecie 1961-1994
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000- 2008	
Temperatura powietrza (°C)											
IV	11,4	8	8,6	7,6	9,4	9,2	8,4	10,0	8,0	9,0	7,2
V	16,5	14,5	15,6	15,0	13,0	13,1	13,7	14,7	14,3	14,5	12,5
VI	17,8	14,8	18,4	17,2	16,0	15,8	18,2	18,3	17,9	17,2	15,9
VII	16,6	20,3	20,7	20,4	17,9	19,4	23,5	18,4	19,4	19,6	17,4
VIII	18,1	19,5	21,6	20,6	19,9	16,6	17,8	18,6	18,7	19,0	17,0
IX	11,9	12,7	14,7	14,4	13,9	15,5	17,1	13,3	13,1	14,1	13,2
Średnio IV–IX	15,4	15,0	16,6	15,9	15,0	14,9	16,5	15,6	15,2	15,6	13,9
Opady atmosferyczne (mm)											
IV	17,2	43	28,5	14,5	20,7	13,7	21,8	4,2	108,6	30,2	37,8
V	22,5	30,1	34,1	33,8	39,5	67,5	42,7	104,9	9,8	42,8	51,1
VI	71,6	91,1	34,9	29,7	61	25,7	23,2	109	30,4	53,0	61,3
VII	105,2	33,1	24,2	80,7	69,8	76,2	7,3	108,5	35,2	60,0	63,2
VIII	69,3	54,2	38,4	16,0	47,2	53,2	105,0	103,4	48,8	59,5	56,1
IX	74,3	97,5	55,4	45,7	33,5	25,8	38,4	47,4	46,5	51,6	46,8
Suma IV–IX	360,1	349,0	215,5	220,4	272,0	262,1	238,4	477,4	279,3	297,1	316,3

Analiza przebiegu pogody w okresie wegetacji w poszczególnych latach – średnich temperatur i sumy opadów, pozwala stwierdzić, że nie wszystkie lata można uznać za korzystne do uprawy borówki. Nawet w latach, w których sumy opadów przewyższały normę wieloletnią, czy były z nią porównywalne, występował nierównomierny rozkład opadów w okresie wegetacji. Brakowało wody w fazach krytycznych, takich jak np. kwitnienie czy zawiązywanie i dojrzewanie jagód (IV–VII). Niedobory te pojawiały się praktycznie w każdym roku badań (tab.1). Dlatego dawki wody uzupełniającego nawadniania w poszczególnych latach były zróżnicowane (tab. 2) i wahały się od 40 do 300 mm.

Analizy korelacji i regresji plonowania borówki wysokiej (w warunkach kontrolnych i nawadniania) w zależności od naturalnych opadów i dawek nawodnieniowych w okresie wegetacji przeprowadzono na podstawie programu Statistica.

Tabela 2. Sezonowe dawki nawadniania borówki wysokiej
Table 2. Seasonal rates of irrigation for high blueberry

Miesiąc	Lata									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000–2008
IV	–	–	–	–	–	15	–	10	–	2,8
V	41	10	20	24	9	20	63	10	25	24,7
VI	70	10	58	81	18	69	81	–	60	49,7
VII	10	30	24	18	6	12	108	10	100	35,3
VIII	10	20	18	27	30	12	48	10	15	21,1
IX	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Suma IV-IX	131	70	120	150	63	128	300	40	200	133,6

WYNIKI I DYSKUSJA

Średni plon jagód zebranych w doświadczeniu wyniósł $7,61 \text{ t ha}^{-1}$ (tab. 3). Plon owoców z poletek kontrolnych (bez nawadniania) kształtował się na poziomie $4,92 \text{ t ha}^{-1}$, przyjmując dość szeroki zakres zbiorów od $1,67$ do $13,0 \text{ t ha}^{-1}$ w poszczególnych latach. Najniższe plony ($1,67 \text{ t ha}^{-1}$) zebrano w 2000 r., który był jednym z trzech lat z opadami większymi aniżeli średnia z wielolecia. Prawdopodobnie bardzo niskie zbiory jagód omawianego roku wynikały z tego, że krzewy zaczynały dopiero wchodzić w okres owocowania.

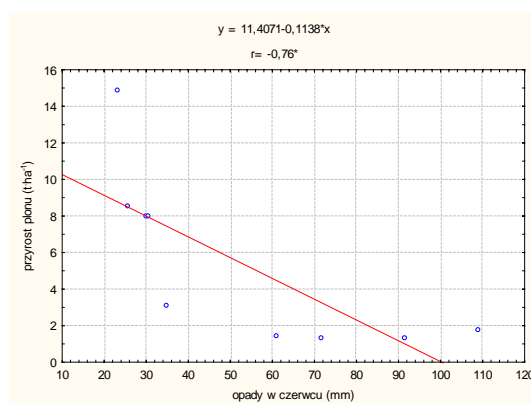
Tabela 3. Wpływ nawadniania na plonowanie borówki wysokiej (t ha^{-1})
Table 3. Influence of irrigation on yield of highbush blueberry (t ha^{-1})

Obiekt	Lata										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000–2008	
O	1,67	4,99	3,79	4,25	13,00	3,87	1,96	8,37	2,40	4,92	
W	2,96	6,33	6,87	12,21	14,46	12,46	16,87	10,12	10,40	10,30	
Średnia	2,32	5,66	5,33	8,32	13,73	8,17	9,42	9,25	6,40	7,61	
Przyrost plonu pod wpływem nawadniania	(t ha^{-1})	1,29	1,34	3,08	7,96	1,46	8,59	14,91	1,75	8,00	5,38
	%	77,2	26,9	81,3	187,3	11,2	222,0	760,7	20,9	333,3	109,2
NIR _{0,05}		0,32	0,41	0,29	0,50	0,48	0,46	0,53	0,38	0,56	0,69

Mimo że w całym dziewięcioletnim okresie badań nie stwierdzono zależności plonowania borówki wysokiej na obiektach kontrolnych od wielkości opadów w okresie wegetacji (VI–IX), czy też w poszczególnych miesiącach wegetacji, to dane zestawione w tabeli 3 wskazują na tendencje niższych zbiorów jagód w latach z mniejszą ilością opadów w porównaniu do wielolecia. Tak było w latach 2002, 2005, 2006 i 2008, w których zebrano plony poniżej 4 t ha^{-1} , a w których opady stanowiły od 68% do 88% normy wielolecia.

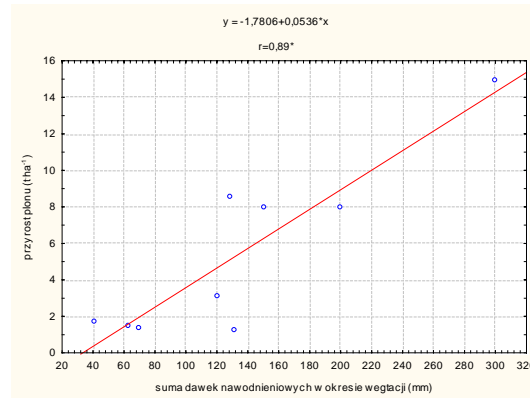
Nawadnianie spowodowało wzrost plonów – średnio o 109,2%, co stanowi 5,38 t ha⁻¹ (tab. 3), a największy wzrost plonów pod wpływem nawadniania, wynoszący od 187 do 761% (od 7,96 do 14,91 t ha⁻¹) uzyskano w latach bardziej suchych aniżeli wielolecie (2003, 2005, 2006 i 2008 r. z opadami stanowiącymi od 69,7 do 88,3% normy wielolecia). Zgodnie z oczekiwaniami najmniejsze efekty produkcyjne pod wpływem nawadniania wystąpiły w latach najbardziej deszczowych (2000, 2001 i 2007 r.) – w porównaniu do kontroli stanowiły one odpowiednio 1,29; 1,34 i 1,75 t ha⁻¹.

Analizy korelacji i regresji wskazują na istotną, odwrotnie proporcjonalną zależność efektów produkcyjnych nawadniania od naturalnych opadów czerwca (rys. 1). Jednocześnie wykazano dodatnią korelację pomiędzy sumą dawek nawodnieniowych zastosowanych w całym okresie wegetacji (IV–IX), a przyrostami plonu jagód pod wpływem nawadniania (rys. 2). Interesujące wydaje się uzyskanie zależności efektów produkcyjnych nawadniania od dawek nawodnieniowych zastosowanych w określonych przedziałach czasowych okresu wegetacji. Okazało się, że przyrosty plonu jagód (spowodowane nawadnianiem) korelowały wprost proporcjonalnie z sumą dawek nawodnieniowych zastosowanych w maju, czerwcu i lipcu (tab. 4). Nawadnianie wpłynęło korzystnie na plonowanie roślin, co znajduje potwierdzenie w większości cytowanych prac dotyczących nawadniania nie tylko borówki wysokiej [Koszański i in. 2005; Koszański, Rumasz-Rudnicka 2008; Koszański i in. 2008; Gruca, Pacholak 1993], ale i truskawki [Rumasz-Rudnicka, Koszański 2006; Koszański i in. 2005] czy maliny [Rumasz-Rudnicka i in. 2005]. Należy również zwrócić uwagę, że ilość zużytej do nawadniania wody w czerwcu i lipcu (tab. 2) była ściśle skorelowana z sumą opadów atmosferycznych w tych miesiącach (tab. 5).



Rysunek 1. Zależność między opadami atmosferycznymi w czerwcu a przyrostami plonu jagód spowodowanymi nawadnieniami

Figure 1. Dependence between rainfall of June and increases of berry yield caused by irrigation



Rysunek 2. Zależność między sumą dawek nawodnieniowych w okresie wegetacji i przyrostami plonu jagód spowodowanymi nawodnieniami
Figure 2. Dependence between total irrigation rates on season vegetation and increases of berry yield caused by irrigation

Tabela 4. Zależności pomiędzy sumą dawek nawodnieniowych (x) a przyrostem plonu jagód spowodowanym nawadnianiem (y)
Table 4. Dependence between total irrigation rates (x) and increases of blueberry field caused by irrigation

Dawki nawodnieniowe	Przyrost plonu (t ha ⁻¹)	
	Wyliczone zależności	R
Dawka zastosowana w V	$y = 0,19028x + 0,68199$	0,70*
Dawka zastosowana w VI	$y = 0,10426x + 0,19747$	0,69*
Dawka zastosowana w VII	$y = 0,08729x + 2,29150$	0,73*

r* – oznaczone współczynniki korelacji istotne przy p<0,05

Tabela 5. Zależności pomiędzy opadami (x) a dawkami nawodnieniowymi (y)
Table 5. Dependence between rainfall and irrigation rates (y)

Opady	Dawki nawodnienia (mm)	
	Wyliczone zależności	R
Opady w VI	$y = -0,8401x + 94,204$	-0,84*
Opady w VII	$y = -0,7828x + 82,320$	-0,72*

r* – oznaczone współczynniki korelacji istotne przy p<0,05

WNIOSKI

1. Nawadnianie plantacji borówki wysokiej było niezbędnym zabiegiem agrotechnicznym dla zapewnienia właściwych warunków wilgotnościowych gleby, a ilość dostarczonej wody w czerwcu i lipcu była skorelowana z przebiegiem opadów w tych miesiącach. Dzięki nawadnianiu zanotowano istotny wzrost plonu owoców wynoszący $5,38 \text{ t ha}^{-1}$ (109,2% w porównaniu do kontroli).

2. Efekty produkcyjne nawadniania kropłowego były istotnie i wprost proporcjonalnie skorelowane z sumą dawki nawodnieniowej zastosowanej w całym okresie wegetacji (od IV do IX). Analizując wskaźniki plonowania borówki wysokiej w zależności od zastosowanych dawek nawodnieniowych w określonych przedziałach czasowych okresu wegetacji, stwierdzono istotną zależność w maju, czerwcu i lipcu.

3. Przyrosty plonu uzyskane dzięki nawadnianiu były odwrotnie proporcjonalne do sumy opadów czerwcowych.

BIBLIOGRAFIA

- Chlebowska K., Smolarz K. *Sila wzrostu i plonowanie kilku odmian borówki wysokiej w Dąbrowicach k. Skierniewic*. I Ogólnopolska Konferencja Borówkowa, Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice 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 1999, s. 25–39.
- Gruca Z., Pacholak E. *Wpływ nawadniania plantacji borówki wysokiej na efekty produkcyjne*. Projektowanie i eksploatacja mikronawodnień. III Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna. Warszawa, 1993, s. 17–23.
- Koszański Z., Friedrich S., Podsiadło C., Rumasz-Rudnicka E., Karczmarczyk S. *Wpływ nawadniania i nawożenia NPK na budowę morfologiczną i anatomiczną, aktywność niektórych procesów fizjologicznych oraz plonowanie truskawki*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, IMUZ, 5, 2 (15), 2005, s. 145–155.
- Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., *Efekty nawadniania roślin jagodowych*. Acta Agrophysica nr 157, Vol. 11 (2), 2008, s. 437–442.
- Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., Friedrich S. *Wpływ nawadniania i nawożenia NPK na budowę anatomiczną i morfologiczną oraz plonowanie borówki wysokiej (Vaccinium corymbosum L)*. Acta Agrophysica nr 158, Vol. 11 (3), 2008, s. 677–684.
- Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., Podsiadło C., Jaroszewska A. *Wpływ nawadniania kropłowego 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, 1999, s. 45–51.
- Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z. *Wpływ nawadniania kropłowego na plonowanie trzech odmian truskawek*. Roczniki AR w Poznaniu CCCLXXX, 2006, Rolnictwo 66, s. 331–337.
- Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z., Podsiadło C. *Wpływ nawadniania kropłowego i nawożenia azotem na plonowanie malin uprawianych na glebie lekkiej*. Inżynieria Rolnicza, 4 (64), 2005, s. 201–205.

- Smolarz K. *Plonowanie 12 odmian borówki wysokiej*. I Ogólnopolska Konferencja Borówkowa. Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice, 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*. Uprawy Rośliny Wrzosowate. Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice, 2003, s. 46–53.
- 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 wysokiej*. Uprawa borówki i żurawiny. Inst. Sadow. i Kwiac., Skierniewice, 1999, s. 52–58.

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-rudnicka@zut.edu.pl

Prof. dr hab. Zdzisław Koszański
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin tel. (091) 449 6247
e-mail: zdzislaw.koszański@zut.edu.pl

Dr inż. Anna Jaroszevska
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel. (091) 449 6238
e-mail: nawodnienia@zut.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Jacek Żarski*