INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 175–182
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Cezary Podsiadło, Anna Jaroszewska, Ewa Rumasz-Rudnicka

WPŁYW OPADÓW, NAWADNIANIA ORAZ NAWOŻENIA MINERALNEGO NA PLONOWANIE BRZOSKWINI ODMIANY 'INKA'

INFLUENCE OF RAINFALL, IRRIGATION AND MINERAL FERTILIZATION ON YIELDING OF PEACH CV. 'INKA'

Streszczenie

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2003 oraz 2008 w SD Lipnik k. Stargardu Szczecińskiego na glebie lekkiej, kompleksu żytniego dobrego. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. *split-plot*) w pięciu powtórzeniach. Oceniano plonowanie brzoskwini odmiany 'Inka' w zróżnicowanych warunkach wilgotnościowych gleby i nawozowych. Czynnikiem I rzędu było nawadnianie (O – obiekty kontrolne, bez nawadniania, W – nawadnianie podkoronowe) Czynnikiem drugiego rzędu zróżnicowane nawożenie mineralne NPK (0NPK – poletka kontrolne (bez nawożenia), 1 NPK – 150 $kg \cdot ha^{-1}$ (40+50+60), 2 NPK – 300 $kg \cdot ha^{-1}$ (80+100+120)). Nawadnianie stosowano na podstawie wskazań tensjometru, gdy potencjał wodny obniżył się do 0,01 MPa. Pomiędzy drzewami utrzymywano murawę, natomiast w rzędach ugór herbicydowy. Stwierdzono wzrost plonów zarówno na obiektach nawadnianych, jak i nawożonych. Średnio pod wpływem nawadniana zebrano o 9,11 kg z drzewa więcej owoców (8,7 $t \cdot ha^{-1}$, tj. 42%) niż uprawianych w warunkach naturalnych. Plony owoców zależały wysoce istotnie i były wprost proporcjonalnie skorelowane z wysokością dawek nawodnieniowych zastosowanych w okresie od IV do VIII. Efekty plonowania zależały istotnie również od sumarycznej dawki nawadniania i opadów. Przyrost plonu owoców brzoskwini pod wpływem nawożenia wzrósł średnio o 4,05 $t \cdot ha^{-1}$ (18,4%) na obiektach nawożonych dawką 130 kg $NPK \cdot ha^{-1}$ oraz 5,5 $t \cdot ha^{-1}$ (25%) nawożonych dawką dwukrotnie wyższą. Zastosowane nawadnianie uzupełniające, nawożenie mineralne oraz warunki pogodowe różnicowały efektywność netto i brutto 1 mm wody oraz 1 kg zastosowanego nawożenia mineralnego NPK.

Słowa kluczowe: nawadnianie, nawożenie mineralne, plony, efekty produkcyjne 1 mm wody i 1 kg NPK

Summary

Field experiment was done in the years 2003 and 2008 in the Agriculturae Experiment Station Lipnik near Stargard Szczeciński on the sandy soil, belongs to the good-rye-complex. The experiment was set up by split-plot method in 5 replications. In this experiment the effects of mineral fertilizing and different soil moisture conditions on the yield of peach cv. 'Inka' was studied. The first factor of the study was supplemental irrigation (O – control, not irrigated: W – under crown irrigation). As second factor was different level of mineral fertilizing: 0NPK – (contro- no fertilizing), 1 NPK – 150 kg·ha^{-1} (40+50+60), 2 NPK-300 kg·ha^{-1} (80+100+120). Supplemental irrigation was used when the tensiometer have shown that water potential dropped to 0,01 MPa. Sward was between trees and in the rows the herbicidal farrows were kept. It was found that crop increased on both objects it means irrigated plots and fertilized. Average under influence of irrigation gathered by 9,11 kg more fruits from 1 tree (42%) than from not irrigated plants. Yields of peach fruits dependent mostly on the supplemental irrigation applied from the April to August it means during critical stages for this plants. Crops of peach fruits increased under influence of 130 kg NPK ·ha^{-1} by 4,05 t·ha^{-1} (18,4%) and by 5,5 t·ha^{-1} (25%) under the influence of 260 kg NPK·ha^{-1}. Applied supplemental irrigation, mineral fertilizing and weather conditions differentiated the effectivity of applied irrigation and doses of NPK.

Key words: *irrigation, mineral fertilizing, yields, productivity effect of 1 mm of water and 1 kg NPK.*

WSTĘP

Owoce brzoskwini uchodzą w świecie za jedne z najsmaczniejszych. Również w Polsce są one cenione za walory smakowe i wartości odżywcze, czego dowodem jest systematyczny wzrost ich konsumpcji [Jakubowski 2003]. Jednak uprawa tego gatunku ma w naszym kraju ograniczony zasięg ze względu na zmienność klimatu. Głównym problemem przy uprawie tej rośliny są występujące w okresie wiosennym przymrozki, a także niedobory opadów. Szansą na ograniczenie wpływu tych niekorzystnych zjawisk może być zastosowanie nawadniania. W literaturze tematu spotyka się doniesienia, że wyrównanie niedoborów opadów w okresie intensywnego rozwoju brzoskwiń poprzez nawadnianie poprawia wyraźnie wielkość i jakość plonu [Dzieżyc 1974; Pieniążek 2000; Treder 2006]. Zdaniem Rakowskiego [1996] w naszych warunkach klimatycznych można uzyskać dorodne i bardzo smaczne owoce brzoskwini, co jest szczególnie ważne w sytuacji, w której produkcja krajowa pokrywa jedynie 15–40% zapotrzebowania rynku na świeże owoce tego gatunku [Jakubowski 2003]. Należy jednak pamiętać, że w uprawie tego gatunku oprócz dostarczenia roślinom odpowiedniej ilości wody, doboru właściwego rejonu i stanowiska pod uprawę, bardzo ważnym jest zapewnienie drzewom właściwej ilości składników pokarmowych. Brzoskwinie bowiem mają stosunkowo wysokie wymagania pokarmowe. Do wydania takiego samego plonu co jabłonie potrzebują około trzykrotnie więcej składników pokarmowych [Rakowski 1996].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu opadów, nawadniania oraz nawożenia mineralnego na plonowanie brzoskwini odmiany 'Inka' uprawianej w rejonie Niziny Szczecińskiej.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w 2003 oraz 2008 roku w RSD Lipnik na glebie zaliczanej do IV b klasy bonitacyjnej, kompleksu żytniego dobrego, a pod względem uprawy do gleb lekkich o małej retencji wody użytecznej. Oceniano wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego oraz opadów atmosferycznych na plonowanie brzoskwini odmiany 'Inka'. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. *split-plot*) w pięciu powtórzeniach. Pomiędzy drzewami utrzymywano murawę, natomiast w rzędach ugór herbicydowy. Czynnikiem I rzędu było nawadnianie podkoronowe (minizraszanie): O – poletka kontrolne (bez nawadniania); W – poletka nawadniane. Nawadnianie stosowano według wskazań tensjometru, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej -0,01 MPa. Wielkość dawek wody pod drzewa w poszczególnych okresach wegetacji wahała się od 1,9 do 13,82 mm (tab. 2) i była ona zależna od sumy opadów atmosferycznych w okresie badawczym. Do nawadniania użyto zraszacze typu Hadar o zasięgu r –1,5 m, na każde drzewo przypadał jeden zraszacz. Czynnikiem II-rzędu było nawożenie mineralne: 0 NPK – poletka kontrolne (bez nawożenia), 1 NPK – 150 $kg \cdot ha^{-1}$ (40+50+60), 2 NPK – 300 $kg \cdot ha^{-1}$ (80+100+120). Nawozy azotowe stosowano wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji, natomiast fosforowe i potasowe jesienią zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Warunki meteorologiczne panujące w latach prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. Średnia temperatura okresu wegetacyjnego (IV–IX) w roku 2003 wyniosła 15,9°C, natomiast w roku 2008 15,2°C. Wyższą sumą opadów charakteryzował się rok 2008, w którym kształtowały się one na poziomie 279,3 mm. Wyraźnie suchszym okazał się pierwszy rok badań (2003), w którym suma opadów wyniosła 220,4 mm. Porównując warunki klimatyczne panujące w latach badań, można uznać, że lata, w których prowadzono badania były cieplejsze i suchsze, średnia temperatura powietrza w roku 2003 i 2008 była wyższa odpowiednio o 14% i 9%, natomiast opady niższe kolejno o 30% i 12%. Wyniki badań opracowano statystycznie, z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich. Przeprowadzono również analizy korelacji dla cech, które istotnie różnicowały współdziałanie czynników doświadczalnych. Współczynniki korelacji liczono w każdym roku, korelując zmienne niezależne z plonami z powtórzeń. Efekty produkcyjne nawadniania i nawożenia NPK oceniono na podstawie wskaźników efektywności [Dzieżyc 1988].

Tabela 1. Temperatura powietrza (^{0}C) i opady (mm) w czasie prowadzenia badań na tle średnich z wielolecia (1961–1994)
Table 1. Temperature (^{0}C) and rainfall during the experiment as compared with multiyear average (1961–1994)

Lata		Miesiąc						
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX
Opady								
Wielolecie 1961–1994 (mm)		37,8	51,1	61,3	63,2	56,1	46,8	316,3
procent normy wielolecia (%)	2003	38,4	66,1	48,5	127,7	28,5	97,6	69,7
	2008	287,3	19,2	49,6	55,7	87,0	99,4	88,3
Temperatura								
Wielolecie 1961–1994 (^{o}C)		7,2	12,5	15,9	17,4	17,0	13,2	13,9
odchylenie od średnich z wielolecia (^{o}C)	2003	+0,4	+2,5	+1,3	+3,0	+3,6	+1,2	+2,0
	2008	+0,8	+1,8	+2,0	+2,0	+1,7	-0,1	+1,3

Tabela 2. Dawki wody (mm) zastosowane do nawadniania brzoskwini
Table 2. Water doses (mm) used for irrigation of peach

Miesiąc	Dekada	2003	2008	Średnia
IV	1	–	–	–
	2	1,9	–	0,95
	3	3,8	–	1,9
V	1	3,8	3,07	3,43
	2	5,7	3,07	4,39
	3	5,7	3,07	4,39
VI	1	11,5	13,82	12,66
	2	5,7	3,07	4,39
	3	5,7	3,07	4,39
VII	1	-	6,14	3,07
	2	1,9	3,07	2,48
	3	1,9	6,14	4,02
VIII	1	5,7	3,07	4,39
	2	–	–	–
	3	–	–	–
Suma: IV-VIII		53,3	47,6	50,4

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Plon owoców brzoskwini zależał od warunków pogodowych i zastosowanych czynników doświadczenia (tab. 3). Średnio w doświadczeniu zebrano 26,45 kg owoców na drzewo (25,19 t·ha^{-1}). Najlepsze wyniki niezależnie od czynników badań uzyskano w roku 2003, średni plon wyniósł 32,18 kg·drzewo^{-1} (30,64 t·ha^{-1}). W naturalnych warunkach uwilgotnienia zebrano średnio z 2 lat 21,91 kg owoców z drzewa (tj. 20,85 t·ha^{-1}). Dzięki nawadnianiu plon wzrósł o 9,11%, co stanowi uzyskanie dodatkowo 41,56 kg owoców z drzewa (8,7 t·ha^{-1}).

Zdecydowana większość badaczy [Pacholak 1992; Treder 1996; Johanhson i in. 1992] wyraża pogląd, że drzewa i krzewy owocowe rozwijają się i plonują najlepiej, gdy wilgotność gleby jest bliska polowej pojemności wodnej. W warunkach gleb lekkich stan taki można osiągnąć poprzez uzupełniające nawadnianie. Oceniając okres badawczy, okazało się, że w roku 2003, mimo iż był to rok suchszy i cieplejszy (68,1% normy opadów wielolecia) (tab. 1) w porównaniu do roku 2008 (88,3% normy wielolecia) przyrosty plonów pod wpływem nawadniania były niższe (tab. 3). Omawiane przyrosty wynosiły odpowiednio 24,39% dla 2003 roku (6,7 $t \cdot ha^{-1}$) i 74,14 % dla 2008 roku (10,7 $t \cdot ha^{-1}$). Taka reakcja roślin była prawdopodobnie skutkiem przebiegu i rozkładu opadów w latach prowadzenia badań. W 2008 roku z wyjątkiem kwietnia, w pozostałych miesiącach okresu wegetacji, od maja do sierpnia, stwierdzono niższe opady aniżeli w porównywanym wieloleciu (stanowiły one od 19,2 do 87% normy wielolecia). Również Olechowicz-Bobrowska i Zawora [1985] wskazują dużą zmienność opadów pod względem ilościowym oraz ich natężenie i rozkład w okresie wegetacji roślin za jedną z głównych przyczyn zróżnicowania plonu roślin uprawnych w poszczególnych latach badań.

Tabela 3. Wpływ nawadniania i nawożenia na plony brzoskwini
Table 3. Influence of irrigation and fertilization on yield of peach

Obiekty*		Plon [$kg \cdot drzewo^{-1}$]			Plon [$t \cdot ha^{-1}$]		
		2003	2008	średnia	2003	2008	średnia
Nawadnianie	O	28,7	15,12	21,9	27,3	14,4	20,8
	W	35,7	26,33	31,0	34,0	25,1	29,5
Poziomy nawożenia	0 NPK	29,0	17,17	23,1	27,6	16,4	22,0
	1 NPK	33,9	20,82	27,4	32,3	19,8	26,0
	2 NPK	33,6	24,19	28,9	32,0	23,0	27,5
Średnia		32,2	20,73	26,4	30,6	19,7	25,2
NIR $_{0,05}$ dla	nawadniania	4,7	6,79	* – jak w metodyce			
	nawożenia	1,7	r.n. [1]	[1] r.n. – różnica nieistotna			
	nawadnianie* nawożenie	r.n.	r.n.				

W przeprowadzonych badaniach wykonana analiza korelacji wyraźnie wskazuje na istotną zależność wysokości plonu od przebiegu pogody (ilości opadów) w połączeniu z nawadnianiem (tab. 4). Ponadto wyliczone współczynniki korelacji wskazują również na istotną zależność plonowania brzoskwiń od nawadniania w obu latach badań (tab. 4). Działanie nawożenia mineralnego NPK w kształtowaniu plonów owoców brzoskwini było różne w latach prowadzenia badań i tylko w 2003 roku istotnie różnicowało ich plon. Dzięki zastosowaniu dawki 150 kg $NPK \cdot ha^{-1}$ w 2003 roku zebrano dodatkowo 4,9 kg owoców z drzewa (4,7 $t \cdot ha^{-1}$), a w 2008 roku 3,65 kg z drzewa (3,40 $t \cdot ha^{-1}$) w porównaniu do drzew nienawożonych. Natomiast zastosowanie dawki dwukrotnie wyższej (300 kg $NPK \cdot ha^{-1}$) zwiększyło plony o 4,6 i 7,02 kg z drzewa (tj. 4,40 i 6,60 $t \cdot ha^{-1}$)

odpowiednio w 2003 i 2008 roku. Nie stwierdzono natomiast istotnych zależności między plonowaniem badanej odmiany a jej nawożeniem (tab. 3). Realnym odzwierciedleniem efektów zastosowanych w doświadczeniu czynników są wyliczone wskaźniki produkcyjności 1 mm wody oraz 1 kg NPK (tab. 5). Produkcyjność 1 mm wody z nawadniania była prawie dwukrotnie wyższa w 2008 roku (225 $kg \cdot mm^{-1} \cdot ha^{-1}$) w porównaniu do 2003 (126 $kg \cdot mm^{-1} \cdot ha^{-1}$). Natomiast produkcyjność brutto 1 mm wody (tab. 5) była wyższa w 2003 r. Jednostkowa efektywność dodatkowo zastosowanego 1 kg NPK była porównywalna w obu latach badań (wyniosła od 22,7 do 31,3 $kg \cdot NPK \cdot ha^{-1}$). Zgodnie z wynikami wcześniejszych badań przeprowadzonych nie tylko w roślinach sadowniczych, ale również w roślinach upraw polowych, wyższe wskaźniki produkcyjności netto 1 kg NPK obserwuje się na obiektach z niższym nawożeniem NPK. Wraz ze wzrostem dawki nawożenia roślin wartość badanego wskaźnika maleje (tab. 5) Na podobne tendencje zwracają uwagę Gąsiorowska i Ceglarek [1996] oraz Podsiadło i in. [2004] w badaniach z wybranymi gatunkami warzyw, a także Koszański i in. [2001] w uprawie truskawek. Z kolei Rumasz-Rudnicka [2005] w uprawie różnych odmian malin obserwowała wzrost produkcyjności nawożenia azotem wprost proporcjonalnie do wzrostu jego dawek.

Tabela 4. Zależność plonu brzoskwini (y) od opadów atmosferycznych i nawadniania w okresie wegetacji oraz dawek nawodnieniowych i nawożenia (x)
Table 4. The relation between yield of peach (y) from rainfall and irrigation in vegetation season , also irrigation and fertilization (x)

Badana cecha	Lata	Wyliczone zależności	Współczynnik korelacji
Nawożenie mineralne	2003	Y = 31,061+0,0767x	0,45
	2008	Y =17,241+ 0,02295x	0,44
Nawadnianie	2003	Y = 30,467+0,06567x	0,84*
	2008	Y =15,117+0,23389x	0,87*
Opady + nawadnianie	2003	Y = -39,33+0,23389x	0,87*
	2008	Y = 8,995+ 0,06567x	0,84*

* istotna
** wysoce istotna

Tabela 5. Produkcyjność netto i brutto1mm wody oraz netto 1 kg NPK ($kg \cdot ha^{-1}$)
Table 5. Productivity of 1 mm water and 1 kg NPK expressed in $kg \cdot ha^{-1}$ (mean in years 2003–2008)

Produkcyjność		Lata		Średnia
		2003	2008	
1 mm wody	netto	125,7	224,8	175,2
	brutto	124,2	76,7	100,4
Netto 1 kg NPK	1 NPK	31,3	22,7	27,0
	2NPK	14,7	22,0	18,3
Średnia dla nawożenia NPK		23,0	22,3	22,6

WNIOSKI

1. Plon owoców brzoskwini istotnie zwiększał się wraz ze wzrostem uwilgotnienia gleby w obu latach prowadzenia badań. Średnio pod wpływem nawadniana zebrano 9,11 kg z drzewa więcej (8,7 $t \cdot ha^{-1}$, tj. 42%) niż uprawianych w warunkach naturalnych.

2. Plony owoców zależały wysoce istotnie i były wprost proporcjonalnie skorelowane z wysokością dawek nawodnieniowych zastosowanych w okresie od IV do VIII. Efekty plonowania zależały istotnie również od sumarycznej dawki nawadniania i opadów.

3. Przyrost plonu owoców brzoskwini pod wpływem nawożenia wzrósł średnio o 4,05 $t \cdot ha^{-1}$ (18,4%) na obiektach nawożonych dawką 150 kg $NPK \cdot ha^{-1}$ oraz 5,5 $t \cdot ha^{-1}$ (25%) nawożonych dawką dwukrotnie wyższą. Jednak tylko w pierwszym roku prowadzenia badań wpływ tego czynnika okazał się istotny.

4. Czynniki doświadczenia oraz warunki pogodowe różnicowały efektywność netto i brutto 1 mm wody oraz 1 kg zastosowanego nawożenia mineralnego NPK.

BIBLIOGRAFIA

Dzieżyc J. *Nawadnianie roślin*. PWRiL Warszawa, 1974, s. 579.

Dzieżyc J. *Rolnictwo w warunkach nawadniania.* PWN Warszawa, 1988, s. 415.

Gąsiorowska B., Ceglarek F. *Produktywność nawadniania i nawożenia NPK w uprawie wybranych gatunków roślin korzeniowych.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 438,1996, s. 235–242.

Jakubowski T. *Czy uprawiać brzoskwinie*. Hasło Ogrodnicze, 11, 2003.

Johanhson R.S., Handley D.F., Dejong T.M. *Long-term response of early maturing peach trees to post harvest water deficits.* J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117, 1992, s. 881–886.

Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., Herman B. *Wpływ nawadniania kroplowego i nawożenia mineralnego na plonowanie dwóch odmian truskawek.* Inżynieria Rolnicza 13 (33), 2001, s. 213–217.

Olechowicz- Bobrowska B., Zawora T. *Związek między klimatycznym bilansem wodnym, a plonowaniem niektórych roślin uprawnych*. Zesz. Nauk. AR Kraków. Rol. 25, 1985, s. 3–12.

Pacholak E. *Potrzeby nawadniania jabłoni w warunkach Wielkopolski na podstawie 15-letnich wyników badań*. Biuletyn Nr 1.Towarz. Sad. Karł., 1992, s. 41–49.

Pieniążek S.A . *Sadownictwo.* Wydanie XI PWRiL Warszawa, 2000, s. 678.

Podsiadło C., Jaroszewska A., Rokosz E. *Efektywność ekonomiczno-produkcyjna nawadniania i nawożenia mineralnego wybranych gatunków warzyw.* Inżynieria Rolnicza 4 (64), 2004, s. 125–132.

Rakowski R. *Brzoskwinie łatwiejsze w uprawie od jabłoni*. Top Agrar Polska 9, 1996, s. 136–137.

Rumasz-Rudnicka E., Koszanski Z., Podsiadło C. *Wpływ nawadniania kroplowego i nawożenia azotem na plonowanie malin uprawianych na glebie lekkiej.* Inżynieria Rolnicza 4 (64), 2005, s. 201–206.

Treder W. *Nawadnianie roślin sadowniczych*. Nawadnianie roślin pod redakcją S. Karczmarczyka i L. Nowaka. PWRiL, 2006, s. 333–363.

Treder W. *Badania nad efektywnością nawadniania roślin sadowniczych w Polsce*. XXXIV Ogólnopolska Naukowa Konferencja Sadownicza., 1996, s. 53–70.

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

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

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Rolbiecki*