

NAWADNIANIE JAKO CZYNNIK PRZECIWDZIAŁAJĄCY SKUTKOM POSUCH W UPRAWIE MALINY NA GLEBIE PIASZCZYSTEJ

**Stanisław ROLBIECKI, Roman ROLBIECKI,
Czesław RZEKANOWSKI**

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, Katedra Melioracji i Agrometeorologii

Słowa kluczowe: nawadnianie kropłowe, mikrozaszanie, metody przeciwdziałania suszy, malina, gleba piaszczysta

Streszczenie

Hipoteza badawcza zakładała, że nawadnianie może być jedną ze skutecznych metod przeciwdziałania skutkom posuch na plantacji maliny założonej na glebie o małej pojemności wodnej. W tym celu, w latach 1999–2003, wykonano ścisłe doświadczenie polowe z nawadnianiem tej rośliny, w miejscowości Kruszyn Krajeński koło Bydgoszczy na czarnej ziemi zdegradowanej, zaliczanej do V klasy bonitacyjnej. Nawadnianie maliny uprawianej na glebie bardzo lekkiej było czynnikiem umożliwiającym prawidłowy wzrost i rozwój tej rośliny oraz zapewniającym pozyskiwanie względnie dużych, jak na warunki klimatyczno-glebowe doświadczenia, a przy tym stabilnych i cechujących się dobrą jakością plonów. Plony roślin nawadnianych okazały się większe od uzyskiwanych w praktyce produkcyjnej regionu bydgoskiego. Produkcyjność wody w warunkach nawadniania kropłowego była większa niż mikrozaszania, co wynikało z mniejszego jej zużycia w systemie kropłowym. Suma opadów naturalnych i dawek nawodnieniowych dobrze korelowała z potrzebami wodnymi maliny oszacowanymi metodą DRUPKI [1976]. Potwierdza to przydatność maliny do wieloletniej uprawy na glebie bardzo lekkiej, w rejonie o niskich opadach atmosferycznych w okresie wegetacji, ale wyłącznie pod warunkiem zapewnienia nawodnień.

WSTĘP

Malina jest rośliną, na którą nawet krótkotrwałe susze wpływają negatywnie [TREDER, 1996]. W rejonach o małej ilości opadów w miesiącach letnich kończy

Adres do korespondencji: dr hab. inż. S. Rolbiecki, Akademia Techniczno-Rolnicza, Katedra Melioracji i Agrometeorologii, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz; tel. +48 (52) 374-95-37, e-mail: rolbs@atr.bydgoszcz.pl

ona wcześniej wzrost, a plon jej gwałtownie maleje, podobnie bowiem jak inne rośliny jagodowe, ma płytki system korzeniowy. Najwięcej korzeni znajduje się w warstwie gleby od 0 do 25 cm, zaś w warstwie od 0 do 40 cm znajduje się około 75% całego systemu korzeniowego [MAKOSZ, 1988; MAZUR, 1987]. Duże zapotrzebowanie na wodę związane jest także z bardzo dużym uwodnieniem owoców, w których stanowi ona od 75,9 do 85,9 % [ZALEWSKI, 1984]. Według tego samego autora opady optymalne dla malin w okresie wegetacyjnym powinny wynosić od 330 do 360 mm. Optymalny ich rozkład w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego malin (oraz pozostałych krzewów jagodowych) powinien być następujący: kwiecień i sierpień po 60 mm, maj i czerwiec po 80 mm, lipiec 70 mm, a wrzesień 50 mm.

Rejon Bydgoszczy leży w strefie o największej celowości lokalizacji nawodnień, biorąc pod uwagę kryterium klimatyczne [DRUPKA, 1976; 1986b; ŁABĘDZKI, 2000; PESZEK, 1987; 1996; ROLBIECKI i in., 2000, ŻARSKI i in., 2000]. Szacuje się, że uprawy ogrodnicze w rejonie Bydgoszczy zajmują około 14 tys. ha, z czego na sady przypada 43% powierzchni, plantacje krzewów jagodowych 8% i truskawki 6% [JERZY, ŻARSKI, 1997; RZEKANOWSKI, ROLBIECKI, ŻARSKI, 2001]. Uzyskiwane efekty nie zawsze są zadowalające, ponieważ duży areal gleb lekkich i bardzo lekkich (około 35%), a także typowa dla tego regionu zmienność warunków meteorologicznych w sezonie wegetacyjnym powodują, że dla zapewnienia wysokiego plonowania rośliny sadownicze powinny otrzymać w tym okresie, poprzez uzupełniające nawadnianie, przeciętnie od 100 do 200 mm wody [RZEKANOWSKI, ROLBIECKI, ŻARSKI, 2001].

Opierając się na metodzie opracowanej przez DRUPKĘ [1976], RZEKANOWSKI, ROLBIECKI i ŻARSKI [2001] przeprowadzili ocenę potrzeb i niedoborów wodnych krzewów jagodowych w latach 1971–1995 w rejonie Bydgoszczy. Zdaniem tych autorów, obliczone potrzeby wodne maliny (w okresie 1 kwietnia – 30 września) wynoszą w roku średnim, na glebach o podłożu zwięzłym, 436 mm, a o podłożu piaszczystym – 511 mm. Obliczone na tej podstawie niedobory wodne maliny kształtują się w tym rejonie na poziomie odpowiednio 117 i 192 mm. Znacznie większe potrzeby wodne (470 bądź 542 mm) występują w latach suchych, z 25% prawdopodobieństwem ich wystąpienia. Niedobory wodne zwiększają się wtedy do 292, a nawet do 364 mm.

Hipoteza badawcza zakładała, że w rejonie o niskich opadach atmosferycznych, na luźnej glebie piaszczystej, na obiektach wyposażonych w instalacje do nawodnień niskociśnieniowych (mikronawodnień), można z powodzeniem uprawiać malinę. Mogłoby to przyczynić się z jednej strony do zwiększenia areалу uprawy tej rośliny oraz podniesienia i stabilizacji jej plonowania, z drugiej do rozszerzenia możliwości wykorzystania rolniczego gleb lekkich i bardzo lekkich. Głównym zatem celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie, czy zastosowanie mikronawodnień może przeciwdziałać skutkom posuch w uprawie maliny

na glebie piaszczystej, w rejonie o niskich opadach atmosferycznych w okresie wegetacji.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1999–2003 w Kruszyńce Krajeńskiej koło Bydgoszczy na czarnej ziemi zdegradowanej, wytworzonej z piasku słabogliniastego, na płytko zalegającym piasku luźnym. Charakteryzowała się ona małą zawartością części spławialnych w warstwie orno-próchnicznej (7%) i jeszcze mniejszą, w zakresie 3–5%, w warstwach podornych. Polowa pojemność wodna gleby w warstwie 0–50 cm wynosiła 57 mm, retencja użyteczna 43 mm, a efektywna retencja użyteczna zaledwie 29 mm (tab. 1). Gleba ta miała zatem małą zdolność do ciągłego zaopatrywania roślin w wodę.

Tabela 1. Niektóre właściwości wodne gleby doświadczalnej w Kruszyńce Krajeńskiej

Table 1. Some water properties of experiment soil at Kruszyn Krajeński

Warstwa profilu Soil layer cm	Zapas wody (mm) w warunkach Water capacity (in mm) at			Retencja użyteczna Usable retention mm	Efektywna retencja użyteczna Effective usable retention mm
	polowej pojemności wodnej field water capacity	wilgotności krytycznej wilting point	wilgotności trwałego wędnięcia permanent wilting point		
0–25	33,7	16,1	7,5	26,2	17,6
26–50	23,8	12,1	7,0	16,8	11,7
0–50	57,5	28,2	14,5	43,0	29,3

Ścisłe doświadczenie polowe z maliną odmiany Polana założono jako jedno-czynnikowe, metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, stosując metodykę badań sadowniczych przedstawioną przez SZCZEPAŃSKIEGO i REJMANA [1987]. Badanym czynnikiem było nawadnianie, zastosowane w trzech wariantach:

0 – kontrola (bez nawadniania),

K – z nawadnianiem kropłowym,

M – z mikrozaszaniem.

Maliny wysadzono 13 kwietnia 1999 r. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 21 m² (2,1 m × 10 m). Na poletku znajdowało się 20 roślin w rzędzie (odległość między roślinami 0,5 m). Nawożenie mineralne było następujące: 100 kg N, 65 kg P₂O₅, 120 kg K₂O, 40 kg CaO i 25 kg MgO na 1 ha. Stosowano typowe, zalecane dla plantacji maliny, zabiegi pielęgnacyjne i ochronne [DANEK, 1995; SMOLARZ, 1989; 1996]. Owoce zbierano wyłącznie z pędów jednorocznych, które potem wycinano późną jesienią każdego roku.

Pomiary i obserwacje obejmowały: plon owoców ($t \cdot ha^{-1}$), masę owocu (g), zawartość suchej masy (%), karotenu ($mg \cdot kg^{-1}$) i witaminy C ($mg \cdot kg^{-1}$) w owocach i wysokość roślin (cm).

Obliczenia statystyczne wykonano, stosując statystyczne pakiety komputerowe ANW i ANS, wykorzystując test Fishera-Snedecora w celu stwierdzenia istotności działania czynników doświadczenia oraz test Tukey'a dla porównania otrzymanych różnic między średnimi obiektowymi. Wykonano także odpowiednie analizy korelacji i regresji [SZCZEPAŃSKI, REJMAN, 1987].

Wodę do nawodnień czerpano z ujęcia powierzchniowego, zlokalizowanego na Kanale Kruszyńskim w odległości około 650 m od poletek. Do nawadniania kropłowego użyto linii kroplującej T-Tape z emiterami kropel rozmieszczonymi co 20 cm. Wzdłuż rzędu (poletka) roślin poprowadzono dwa przewody kroplujące, w odległości około 30 cm, po jednym z każdej strony. Wydatek pojedynczego kropłownika wynosił przeciętnie, zależnie od ciśnienia w przewodzie, od 0,5 do 1,5 $dm^3 \cdot h^{-1}$. Do mikrozaszrania zastosowano mikrozaszracze „Hadar” produkcji izraelskiej o średnicy dyszy 1,3 mm i wydajności 50 dm^3 wody na ha, pod ciśnieniem 1 bara. Średnica powierzchni zraszania, gdy stosowano zieloną wkładkę typu „B”, wynosiła około 2,5 m. Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie potencjału wodnego gleby, określanego za pomocą tensjometrów. Nawadnianie rozpoczynano w momencie, kiedy siła ssąca gleby wynosiła – 0,03 MPa. Sączki tensjometrów były umieszczone na głębokości 20–25 cm. W przypadku, gdy wskazania tensjometrów budziły zastrzeżenia (zapowietrzanie się), kierowano się dodatkowo bieżącą obserwacją wyglądu roślin oraz organoleptyczną oceną wilgotności gleby. Nawadnianie kropłowe przeprowadzano z reguły co 1–3 dni, a mikrozaszranie co 3–5 dni.

Z danych dotyczących warunków termicznych charakteryzujących pięcioletni okres badań (tab. 2) wynika, iż średnioroczna temperatura powietrza wyniosła 8,3°C i o 0,3°C przekroczyła średnią z lat 1971–2000. Temperatura okresu wegetacji (IV–IX) wyniosła średnio, w latach 1999–2003, 14,7°C i przewyższyła o 0,4°C normę wieloletnią. Analiza wartości średnich z pięciolecia wykazała, że w okresie wegetacji, jedynie we wrześniu zanotowano temperaturę powietrza niższą od normy. W pozostałych miesiącach temperatura przewyższała wartości średnie z trzydziestolecia. Analiza temperatur powietrza w okresach wegetacji poszczególnych lat badań wykazała, że najwyższe jej wartości wystąpiły w latach 1999 i 2002 (temperatury wyniosły odpowiednio 15,1 i 15,2°C), a najchłodniejszy był okres wegetacji w roku 2001 (13,9°C).

Suma opadów atmosferycznych, średnio w latach 1999–2003, wyniosła 479 mm w roku oraz 295 mm w okresie wegetacji i była wyższa od wartości średnich dla trzydziestolecia 1971–2000 (tab. 3). Najmniej opadów spadło w okresach wegetacji w latach 2003 i 2000, bo zaledwie 207 i 216 mm. Najobfitsze opady wystąpiły w miesiącach wegetacji w latach 2001 i 2002 (374 i 366 mm). Najmniej opadów w okresach wegetacji zanotowano w czerwcu i sierpniu.

Tabela 2. Średnia temperatura powietrza w latach 1999–2003**Table 2.** Mean air temperature in 1999–2003

Miesiące Months	Temperatura powietrza, °C Air temperature, °C					1999–2003	1971–2000
	1999	2000	2001	2002	2003		
I	0,1	-1,0	-0,9	-0,4	-3,1	-1,1	-1,7
II	-1,3	2,1	-0,8	2,7	-4,9	-0,4	-0,9
III	3,9	3,1	1,1	3,7	1,5	2,7	2,6
IV	8,6	11,0	7,0	7,5	6,4	8,1	7,5
V	12,2	14,5	13,1	15,7	14,4	14,0	13,2
VI	16,5	16,7	14,3	16,3	17,6	16,3	16,2
VII	20,0	15,7	19,3	18,9	19,2	18,6	18,0
VIII	17,4	17,3	18,3	19,9	18,4	18,3	17,7
IX	15,6	11,7	11,2	12,9	13,6	13,0	13,1
X	7,7	10,8	10,0	6,2	4,7	7,9	8,2
XI	2,3	5,3	2,4	2,4	4,2	3,3	2,9
XII	0,9	1,2	-2,9	-6,1	0,8	-1,2	-0,1
I–XII	8,7	9,0	7,7	8,3	7,7	8,3	8,0
IV–IX	15,1	14,5	13,9	15,2	14,9	14,7	14,3

Tabela 3. Rozkład opadów w latach 1999–2003**Table 3.** Distribution of precipitation in 1999–2003

Miesiące Months	Suma opadów, mm Total precipitations, mm					1999–2003	1971–2000
	1999	2000	2001	2002	2003		
I	26	26	19	39	19	26	24
II	22	29	14	52	6	25	17
III	44	36	56	38	12	37	26
IV	79	16	45	18	18	35	25
V	49	19	30	111	18	45	43
VI	60	36	49	31	30	41	60
VII	48	58	106	78	106	79	67
VIII	55	37	27	58	18	39	51
IX	19	50	117	70	17	55	42
X	25	7	20	112	16	36	33
XI	31	46	32	24	23	31	31
XII	56	43	20	8	25	30	33
ΣI–XII	514	403	535	639	308	479	452
ΣIV–IX	310	216	374	366	207	295	288
ΣVI–VIII	163	131	182	167	154	159	178

Potrzeby wodne w okresie wegetacji maliny (IV–IX), oszacowane metodą DRUPKI [1976], wyniosły średnio w pięciu latach badań 508 mm, wahając się w poszczególnych latach od 493 do 522 mm (tab. 4). Spośród sześciu miesięcy okresu wegetacji, największe potrzeby wodne, wynoszące średnio 121 mm, wystąpiły w lipcu. Niedobory wodne w okresie wegetacji, w latach 1999–2003, wyniosły przeciętnie 213 mm. Największe (304 mm) wystąpiły w roku 2003, najmniejsze (119 mm) w 2001. Największe średnie niedobory wody analizowanego pięciolecia (59 mm) wystąpiły w sierpniu.

Tabela 4. Potrzeby i niedobory wodne maliny na glebie o podłożu piaszczystym w okolicy Bydgoszczy, według metody bilansowej DRUPKI [1976]

Table 4. Water needs and water deficits of raspberry in a soil with sandy subsoil near Bydgoszcz, according to the balance method of DRUPKA [1976]

Miesiące Months	1999	2000	2001	2002	2003	1999–2003	1971–2000
	Potrzeby wodne, mm		Water requirements, mm				
IV	54	62	54	54	50	55	54
V	81	84	84	84	84	83	84
VI	95	96	86	94	97	94	94
VII	130	106	124	120	123	121	112
VIII	93	93	96	111	97	98	93
IX	64	52	49	59	60	57	60
ΣIV–IX	517	493	493	522	511	508	497
ΣVI–VIII	318	295	306	325	317	313	299
	Niedobory wodne, mm		Water deficits, mm				
IV	–25	46	9	36	32	20	29
V	32	65	54	–27	66	38	41
VI	35	60	37	63	67	52	34
VII	82	48	18	42	17	41	45
VIII	38	56	69	53	79	59	42
IX	45	2	–68	–11	43	2	18
ΣIV–IX	207	277	119	156	304	213	209
ΣVI–VIII	155	164	124	158	163	152	121

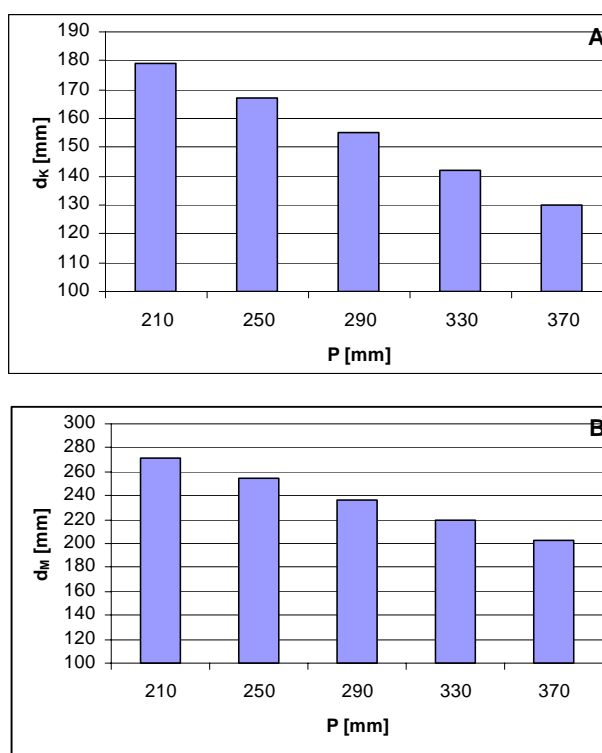
Najwięcej wody podano nawadniając plantację maliny w latach 2000 i 2003, najmniej zaś w najobfitszym w opady sezonie wegetacyjnym roku 2001 (tab. 5). Większe sezonowe normy nawodnieniowe zastosowano w mikrozaszaniu (M) niż w warunkach nawadniania kropłowego (K), podając przeciętnie w latach 1999–2003 odpowiednio 235 mm i 153 mm (tab. 5, rys. 1).

Tabela 5. Sezonowe dawki nawodnieniowe (mm) w latach 1999–2003**Table 5.** Seasonal irrigation rates (in mm) in 1999–2003

Miesiące Months	1999		2000		2001		2002		2003	
	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M
V	18	30	66	83	30	37	30	45	29	75
VI	26	35	45	60	20	30	41	65	54	70
VII	51	60	20	45	47	68	25	50	43	55
VIII	43	60	33	52	12	20	33	50	48	70
IX	18	45	10	20	–	–	18	40	6	10
ΣV–IX	156	230	174	260	109	155	147	250	180	280
ΣVI–VIII	120	155	98	157	79	118	99	165	145	195

Objaśnienia: K – nawadnianie kropłowe, M – mikrozaszanie.

Explanations: K – drip irrigation M – microjet sprinkling.



Rys. 1. Zależność między opadami atmosferycznymi P okresu wegetacji (IV–IX) a sezonową dawką nawodnieniową d zastosowaną w nawadnianiu kropłowym (A) i mikrozaszaniu (B)

Fig. 1. Relationship between rainfall P in the vegetation period and seasonal irrigation rate d applied in drip irrigation (A) and microjet sprinkling (B)

Statystyczną charakterystykę warunków wodnych w okresie 1999–2003 zamieszczono w tabeli 6. Spośród analizowanych wskaźników, opady okresu wegetacji, a w ślad za nimi także i niedobory wodne w uprawie maliny, były najbardziej zmienne a najmniej – potrzeby wodne, obliczane na podstawie temperatur powietrza [DRUPKA, 1976].

Tabela 6. Statystyczna charakterystyka warunków wodnych w uprawie maliny

Table 6. Statistical characterization of water conditions in the cultivation of raspberry

Okres Period	Wartość Value			Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Variability coefficient %
	minimalna minimum	maksymalna maximum	średnia mean		
		Opady atmosferyczne, mm Rainfall, mm			
IV–IX	207	374	294,6	79,830	27,098
VI–VIII	131	182	159,4	18,823	11,809
		Potrzeby wodne, mm Water needs, mm			
IV–IX	493	522	507,2	13,535	2,669
VI–VIII	295	325	312,2	11,777	3,772
		Niedobory wodne, mm Water deficits, mm			
IV–IX	119	304	212,6	78,258	36,810
VI–VIII	124	164	152,8	16,514	10,807
		Dawki wody w nawadnianiu kropłowym, mm Water rates in drip irrigation, mm			
V–IX	109	180	153,2	28,066	18,320
VI–VIII	79	145	108,2	25,173	23,266
		Dawki wody w mikrozaszaniu, mm Water rates in microjet sprinkling, mm			
V–IX	155	280	235,0	48,218	20,518
VI–VIII	118	195	158,0	27,514	17,414

WYNIKI BADAŃ I DYKUSJA

Nawadnianie zapewniło prawidłowy wzrost i rozwój malin we wszystkich latach badań (tab. 7). Rośliny uprawiane na poletkach kontrolnych (bez nawadniania) przetrwały w warunkach gleby bardzo lekkiej zaledwie jeden rok. Mierzona pod koniec wegetacji średnia wysokość roślin nawadnianych wzrastała w kolejnych pięciu latach okresu badań i była największa w ostatnim roku. Rośliny nawadniane za pomocą mikrozaszaczki były w każdym roku wyższe od nawadnianych syste-

Tabela 7. Wysokość pędów maliny Polana (cm) w latach 1999–2003**Table 7.** Height of raspberry stem Polana (in cm) in 1999–2003

Nawadnianie Irrigation	Wysokość pędów maliny w latach: Height of raspberry stem in years:					Średnio Mean
	1999	2000	2001	2002	2003	
0	49,5	–	–	–	–	49,5
K	72,9	95,8	90,1	106,8	108,2	94,8
M	79,3	96,0	94,5	115,0	116,7	100,3
Średnio Mean	52,2	95,9	92,3	110,9	112,4	97,55
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	18,390	10,045	22,460	9,213	3,787	6,431

Objaśnienia: 0 – bez nawadniania (kontrola), K – nawadnianie kropłowe, M – mikrozaszanie.

Explanations: 0 – without irrigation (control), K – drip irrigation, M – microjet sprinkling.

mem kropłowym, ale różnica ta była statystycznie udowodniona jedynie w ostatnim, piątym roku badań. Korzystny wpływ nawadniania kropłowego na wzrost maliny odmiany Norna stwierdzono już we wcześniejszych doświadczeniach przeprowadzonych w Akademii Rolniczej w Poznaniu [REBANDEL, PRZYSIECKA, COFTA, 1992; 1993]. W cytowanych badaniach wysokość pędów jednorocznych jesienią suchego roku 1983 zwiększyła się ze 131 do 135–150 cm (zależnie od kombinacji nawadniania).

Maliny nienawadniane wydały bardzo niewielki plon (zaledwie około 0,01 t·ha⁻¹) i to tylko w pierwszym roku badań (tab. 8). Plony malin nawadnianych wyniosły, średnio w pięcioletnim okresie badań, 4,44 t·ha⁻¹ w warunkach kropłowego podawania wody i 5,2 t·ha⁻¹ w warunkach mikrozaszania. Na duże możliwości skutecznego stosowania systemu podkoronowego minizraszania w uprawie roślin jagodowych, w tym między innymi maliny, wskazywał już wcześniej w swych pracach DRUPKA [1986a, b]. Plony uzyskane w badaniach własnych nie były zbyt duże, ale przewyższały znacznie średnie plony malin osiągnię w warunkach pro-

Tabela 8. Plon handlowy (t·ha⁻¹) maliny Polana w latach 1999–2003**Table 8.** Marketable yield (t·ha⁻¹) of raspberry Polana in 1999–2003

Nawadnianie Irrigation	Plon maliny w latach: Raspberry yield in years:					Średnio Mean
	1999	2000	2001	2002	2003	
0	0,008	–	–	–	–	0,008
K	1,38	0,68	7,44	7,97	4,76	4,44
M	1,84	0,69	8,45	9,94	5,10	5,20
Średnio Mean	1,07	0,685	7,95	8,96	4,934	4,82
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,538	0,192	0,547	1,63	1,958	0,954

Objaśnienia jak pod tab. 7. Explanations as in Tab. 7.

dukcyjnych regionu bydgoskiego, które według syntezy JERZEGO i ŻARSKIEGO [1997] wynoszą zaledwie $1,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

W pierwszych dwóch latach badań plony były znacznie mniejsze niż w 3.–5. roku, ponieważ młode rośliny słabiej plonują oraz w tych latach wystąpiły wczesne przymrozki jesienne (15.09.1999 r. i 1.10.2000 r.), które przerwały zbiory. Plantację doświadczalną założono na polu o płaskiej powierzchni, w odległości około 300 m od łąk i pastwisk, a ponad 600 m od Kanału Kruszyńskiego. Takie stanowisko sprawiło, że występujące w okresie badań wczesne przymrozki jesienne obniżały plony. Odmiana Polana może plonować w warunkach klimatycznych Polski od drugiej dekady sierpnia aż do początku listopada (lub do przymrozków) [DANEK, 1995]. Gdyby w analizie uwzględniono tylko trzy ostatnie lata plonowania, plony maliny byłyby już znacznie większe ($6,72\text{--}7,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i w porównaniu z innymi krajowymi doświadczeniami (tab. 9) kształtowałyby się na poziomie wyników osiągniętych przez REBANDEL, PRZYSIECKĄ i COFTE [1993] w doświadczeniu z odmianą Norna ($7,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) i przewyższałyby plony uzyskane przez TREDERA [1993] w badaniach polowych z odmianą uprawną Canby ($5,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Te stosunkowo małe plony w swoim doświadczeniu Treder tłumaczył dużą rozstawą rzędów (3,5 m) pod mechaniczny zbiór.

W doświadczeniach przeprowadzonych przez KOSZAŃSKIEGO i in. [2003] w Akademii Rolniczej w Szczecinie oraz przez WIENIARSKĄ i NURZYŃSKIEGO [1994] w Akademii Rolniczej w Lublinie, plony owoców maliny nawadnianej były znacznie wyższe ($11,8\text{--}17,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) od zarejestrowanych w doświadczeniu własnym. Z kolei w badaniach przeprowadzonych w Bułgarii, plony maliny odmiany Lyulin nawadnianej kropłowo wynosiły, w zależności od zastosowanej normy nawadniania i posuszości okresu wegetacji, od 7,69 do $13,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ [KIREVA, PETKOV, 2003].

Pozytywne efekty nawadniania maliny uprawianej na glebie piaszczystej potwierdzają także wcześniejsze ustalenia autorów zagranicznych [BJURMAN, INGVARSSON, 1980; KRÜGER, 1993; PARRAQUE, NISSAN, 1998]. Zdaniem cytowanych autorów [BJURMAN, INGVARSSON, 1980] nawadnianie może być korzystne dla rozwoju owoców, gdy zastosuje się je 3–4 tygodnie przed zbiorem. Nawadnianie może jednak zwiększyć szkody zimowe, jeśli zastosuje się je po skończonych zbiorach, ponieważ opóźnia ono wtedy spoczynek roślin. W cytowanych badaniach, słabo rosnąca odmiana Preussen lepiej reagowała na nawadnianie niż lepiej rosnąca odmiana Vetén. W badaniach przeprowadzonych w latach 1999–2001 w Bułgarii, plon maliny zwiększył się w wyniku nawadniania kropłowego w suchym roku 2000 z $3,84$ do $13,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ [KIREVA, PETKOV, 2003]. W badaniach przeprowadzonych w latach 1990–1995 w Szwajcarii deszczowanie maliny dało lepsze rezultaty niż nawadnianie kropłowe [TERRETTAZ, WARRON, 1998]. Z kolei w doświadczeniach przeprowadzonych w Chile z odmianą Heritage, trzykrotne deszczowanie zwiększyło plon owoców o 64,5% w porównaniu z roślinami nienawadnianymi. Codzienne podawanie wody systemem kropłowym zwiększyło plony

Tabela 9. Porównanie produkcyjnych efektów nawadniania maliny w różnych rejonach Polski
Table 9. Comparison of productive results of raspberry irrigation in different regions of Poland

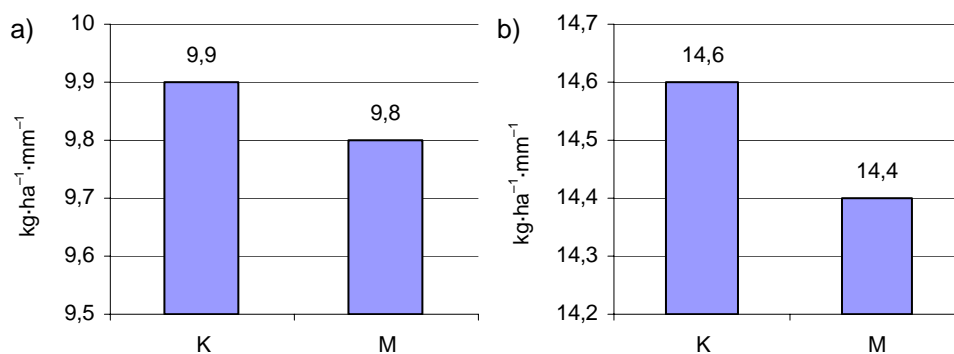
Autor Author	Ośrodek badawczy Research centre	Odmiana uprawna Cultivar	Lata badań Studied years	Plon owoców na polatkach control plots		Przyrost plonu Yield increase
				kontrolnych control plots	nawadnianych irrigated plots	
				t·ha ⁻¹	t·ha ⁻¹	%
REBANDEL, PRZYŚCIEKA, COFTA [1993]	AR Poznań	Norna	1983–1985	6,20	7,40	19,4
WIENIARSKA, NURZYŃSKI [1994]	AR Lublin	Canby	1991–1993	13,00	14,00	19,4
TREDER [1993]	ISK Skiermiewice	Malling Seedling Canby	1991–1993 1990–1991	11,40 4,80	11,80 5,50	7,7 3,5 14,6
KOZAŃSKI, KARCZMAR- CZYK, PODSIADŁO, HERMAN [2003]	AR Szczecin WSP Częstochowa	Veten	2000–2002	6,43	8,89	38,3
			0 ¹⁾	9,79	13,90	42,0
			120 ¹⁾	12,06	16,27	34,9
			x	9,43	13,02	38,1
		Norna	2000–2002	6,30	7,37	17,0
			60 ¹⁾	9,21	14,37	56,0
			120 ¹⁾	11,54	17,71	53,9
			x	9,01	13,15	45,9
		Badania własne – Own investigation				
ROLBIECKI, ROLBIECKI, RZEKANOWSKI	ATR Bydgoszcz	Polana	1999–2000	0,01	K 1,03	99,0
			2001–2003	0	M 1,26	99,2
					K 6,72	100,0
					M 7,83	100,0

¹⁾ Nawożenie kg N·ha⁻¹ Fertilization kg N·ha⁻¹.

Objaśnienia: x – plon średni, K – nawadnianie kropłowe, M – mikrozaszranie. Explanations: x – mean field, K – drip irrigation, M – microjet sprinkling.

o 106,1% [PARRAQUE, NISSEN, 1998], a nawadnianie umiejscowione (localized irrigation) [NISSEN, DAROCH, 1993] – w podobnym zakresie (70–100%).

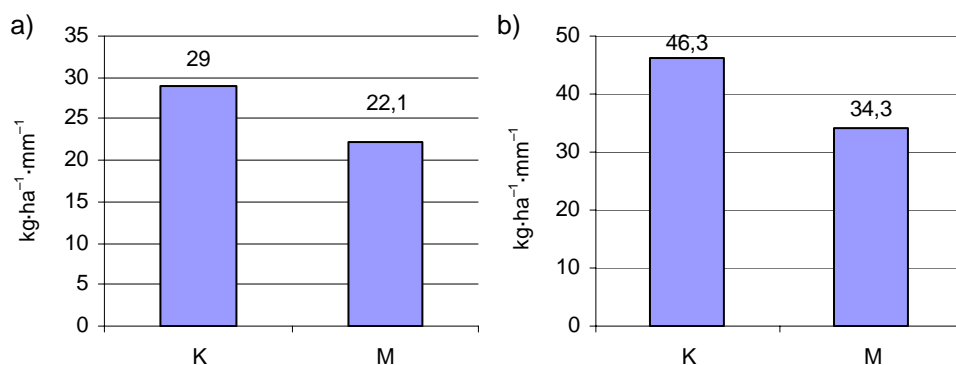
Jednostkowa efektywność wody z opadów i nawadniania (efektywność brutto) była zbliżona w obu systemach nawodnieniowych i wyniosła, średnio w okresie 5 lat badań, $9,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ w przypadku nawadniania kropowego i $9,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ w przypadku mikrozaszrania (rys. 2a). Produkcyjność wody policzona dla 3 lat pełnego owocowania (2001–2003) była większa i wyniosła, odpowiednio dla systemu kropowego i mikrozaszrania, $14,6$ i $14,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ (rys. 2b). W badaniach bułgarskich [KIREVA, PETKOV, 2003] produkcyjność 1 mm wody z nawodnień kropowych i opadów mieściła się, w zależności od zastosowanej normy nawadniania i posusznosci okresu wegetacji, w zakresie od $12,6$ do $22,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (średnio $16,4$ – $16,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).



Rys. 2. Jednostkowa efektywność brutto wody, średnio w latach a) 1999–2003 i b) 2001–2003; K – nawadnianie kropowe, M – mikrozaszranie

Fig. 2. Gross efficiency of water use, mean of the years a) 1999–2003 and b) 2001–2003, K – drip irrigation, M – microjet sprinkling

Policzono także jednostkową efektywność netto wody z nawodnień, chociaż na obiektach kontrolnych nie było plonów. W tym przypadku przyjęto założenie, że cały plon zebrany na poletkach nawadnianych jest przyrostem plonu uzyskanym dzięki nawadnianiu. Nie uwzględniono opadów naturalnych, ponieważ same nie zapewniały plonowania. W takim ujęciu, produkcyjność 1 mm wody z nawadniania wyniosła, w 5 latach badań, średnio $29 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w systemie kropowym i $22 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w mikrozaszraniu (rys. 3). Jednostkowa efektywność netto działania wody dla 3 lat pełnego owocowania wyniosła średnio $46 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ dla systemu kropowego i $34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ dla mikrozaszrania (rys. 3). Większą efektywność systemu kropowego tłumaczyć można mniejszym zużyciem wody pomimo nieco mniejszych plonów. W badaniach IVANOVA [1984] wystąpiła tendencja odwrotna, plantacja malin nawadniana kropowo dawała bowiem plony większe od 2,4 do



Rys. 3. Jednostkowa efektywność netto wody, średnio w latach: a) 1999–2003 i b) 2001–2003

Fig. 3. Net efficiency of water use, mean of the years: a) 1999–2003 and b) 2001–2003

19,2% w stosunku do plantacji deszczowanej. Autor ten stwierdził także mniejsze, w porównaniu z deszczowaniem, zużycie wody w systemie kropowym. W doświadczeniach przeprowadzonych przez KOSZAŃSKIEGO i in. [2003], produktywność 1 mm wody z nawodnień była dla odmiany Norna o 26% większa niż dla Veten. Podanie 1 mm wody dawało plon od 24,7 do 62,2 kg·ha⁻¹ u odmiany Veten i od 12,5 do 68,3 kg·ha⁻¹ u odmiany Norna. Maksymalne plony z 1 mm wody otrzymano u odmiany Veten w warunkach nawożenia dawką 60 kg N·ha⁻¹, a u odmiany Norna – dawką 120 kg N·ha⁻¹. W badaniach bułgarskich [KIREVA, PETKOV, 2003] produktywność 1 mm wody z nawodnień kropowych (efektywność netto) mieściła się, w zależności od zastosowanej normy nawadniania i posuszości okresu wegetacji, w zakresie od 9,5 do 23,4 kg·ha⁻¹ (średnio 19,2–19,8 kg·ha⁻¹).

Nawadnianie wpływało również na zwiększenie masy owocu (tab. 10). Porównując oba zastosowane systemy nawadniania stwierdzono, że zarówno w całym pięcioletnim badawczym, jak i w okresie pełnego owocowania (3.–5. rok uprawy),

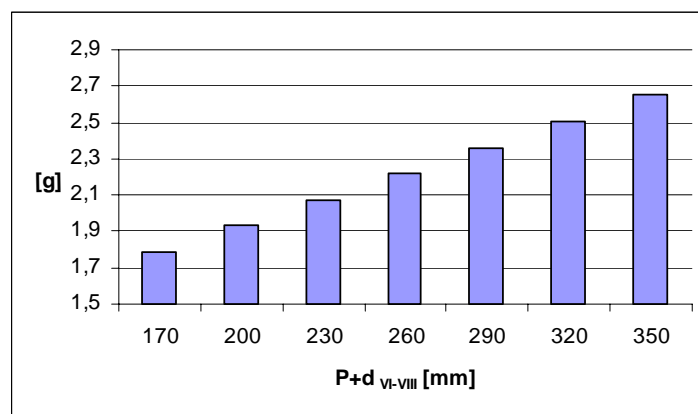
Tabela 10. Masa pojedynczego owocu maliny Polana (g) w latach 1999–2003**Table 10.** Weight of a single fruit of raspberry Polana (g) in 1999–2003

Nawadnianie Irrigation	Masa pojedynczego owocu w latach Single fruit weight in years					Średnio Mean
	1999	2000	2001	2002	2003	
0	1,62	–	–	–	–	1,62
K	2,2	2,21	2,13	2,77	2,42	2,35
M	2,25	2,10	2,16	3,02	2,48	2,40
Średnio Mean	2,02	2,15	2,15	2,9	2,45	2,37
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,253	0,207	0,172	0,19	0,41	0,160

Objaśnienia jak pod tab. 7. Explanations as in Tab. 7.

dorodniejsze owoce zbierano z roślin nawadnianych mikrozaszczami, co w pewnym stopniu może tłumaczyć nieco większe plony uzyskane w warunkach stosowania tego systemu.

Masa pojedynczego owocu maliny była dodatnio skorelowana z ilością wody otrzymywanej przez rośliny. Obrazuje to rysunek 4, na którym przedstawiono ściśłą zależność pomiędzy sumą opadów naturalnych i dawek nawodnieniowych w czerwcu, lipcu i sierpniu (w przedziale od 163 do 349 mm), a masą owocu (współczynnik korelacji $r = 0,66$).



Rys. 4. Zależność pomiędzy sumą opadów i dawek nawodnieniowych w okresie VI–VIII a masą pojedynczego owocu maliny

Fig. 4. Relationship between the sum of rainfall and seasonal irrigation rates in the period VI–VIII and the weight of a single raspberry fruit

W doświadczeniu TREDERA [1993], owoce z roślin nawadnianych były większe niż z nienawadnianych we wszystkich latach badań, bowiem ich liczba w objętości 250 cm³ była każdorazowo mniejsza w stosunku do kontroli (odpowiednio w zakresie 54–63 szt. i 58–72 szt.). W doświadczeniu przeprowadzonym przez KOSZAŃSKIEGO i in. [2003], nawadnianie także zwiększyło masę owocu – odmiany Veten o 16% i Norna o 8%. W badaniach MACKERRONA [1982] z kolei zastosowanie pojedynczej dawki wody w stadium różowego owocu nie zwiększyło plonu odmiany Malling Jewel. W doświadczeniu REBANDEL, PRZYSIECKIEJ i COFTY [1993], w suchym roku 1983 nawadnianie kropłowe zwiększyło masę owocu odmiany Norna z 2,25 g (kombinacja kontrolna bez nawadniania) do 2,91 g (nawadnianie rozpoczęte przed kwitnieniem – do zbioru) i do 3,20 g (nawadnianie rozpoczęte po kwitnieniu). W badaniach przeprowadzonych w Chile [NISSEN, DAROCH, 1993], nawadnianie umiejscowione zwiększało masę owocu maliny od 4 do 35%.

W porównaniu z wysokością roślin i masą pojedynczego owocu, plony maliny cechowały się większą zmiennością (tab. 11). Tłumaczyć to można przymrozkami,

Tabela 11. Statystyczna charakterystyka wskaźników wzrostu i plonowania maliny**Table 11.** Statistical characteristic of growth and yield indices of raspberry

Nawadnianie Irrigation	Wartość Value			Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności, % Variability coefficient, %
	minimalna minimum	maksymalna maximum	średnia mean		
	Wysokość roślin, cm		Plant height, cm		
K	72,900	108,200	94,760	14,372	15,167
M	79,300	116,700	100,300	15,638	15,591
	Masa pojedynczego owocu, g		Weight of a single fruit, g		
K	2,130	2,770	2,346	0,261	11,110
M	2,100	2,020	2,402	0,374	15,589
	Plon owoców, t·ha ⁻¹		Fruit yield, t·ha ⁻¹		
K	0,680	7,970	4,446	3,356	75,495
M	0,690	9,940	5,204	4,021	77,265

Objaśnienia: K – nawadnianie kropłowe, M – mikrozaszanie.

Explanations: K – drip irrigation, M – microjet sprinkling.

które zmniejszając drastycznie plony owoców, nie wpływały na wysokość roślin i dorodność owoców już zebranych.

W pracy przeanalizowano też niektóre cechy jakościowe – zawartość karotenu oraz witaminy A i C w owocach maliny (tab. 12). Nie stwierdzono istotnych różnic w ilości badanych składników w owocach z roślin nawadnianych kropłowo lub mikrozaszaczami. Według ZALIWSKIEGO [1984], średnia zawartość witamin A i C w owocach maliny mieści się w zakresie – odpowiednio – 0,3–0,8 i 200–500 mg na 100 g świeżej masy.

Tabela 12. Zawartość karotenu oraz witaminy A i C w owocach maliny (średnio z lat 1999–2002)**Table 12.** Carotene, vitamin A and C content in raspberry fruits (mean for 1999–2002)

Nawadnianie Irrigation	Karoten, mg·kg ⁻¹ Carotene, mg·kg ⁻¹	Witamina A, j.m.·kg ⁻¹ Vitamin A, i.u.·kg ⁻¹	Witamina C, mg·kg ⁻¹ Vitamin C, mg·kg ⁻¹
0 ¹⁾	0,380	152,00	260,00
K	0,354	99,02	324,67
M	0,389	110,96	308,77
Średnio (dla K i M) Mean (for K and M)	0,372	104,99	316,72
NIR _{0,05} (między K i M) LSD _{0,05} (between K and M)	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.

¹⁾ Dane tylko z roku 1999. ¹⁾ Data only from year 1999.

Objaśnienia: r.n. – nieistotna, pozostałe jak pod tabelą 7.

Explanations: n.s. – not significant, other as in Tab. 7.

Dobre efekty zastosowania nawodnień w uprawie maliny na glebie bardzo lekkiej potwierdzają wcześniejsze ustalenia poczynione na podstawie doświadczeń z innymi roślinami jagodowymi – aronią, porzeczką czarną i truskawką [ROLBIECKI, 2003; ROLBIECKI, ROLBIECKI, RZEKANOWSKI, 2004; ROLBIECKI, RZEKANOWSKI, 1997; ROLBIECKI i in., 2004] oraz warzywami [ROLBIECKI i in., 2000; 2003], jakie przeprowadzono w okolicy Bydgoszczy.

WNIOSKI

1. Nawadnianie maliny uprawianej na glebie bardzo lekkiej było czynnikiem umożliwiającym prawidłowy wzrost i rozwój tej rośliny oraz zapewniającym pozytywnie względnie dużych, jak na warunki klimatyczno-glebowe doświadczenia, a przy tym stabilnych i cechujących się dobrą jakością plonów.

2. Plony z roślin nawadnianych były większe od uzyskiwanych w praktyce produkcyjnej regionu bydgoskiego.

3. Produkcyjność wody w warunkach nawadniania kropłowego była większa niż mikrozraszania, co wynikało z mniejszego jej zużycia w systemie kropłowym.

4. Suma opadów naturalnych i dawek nawodnieniowych dobrze korelowała z potrzebami wodnymi maliny oszacowanymi metodą DRUPKI [1976], co potwierdza dużą przydatność tej metody dla praktyki rolniczej.

5. Wieloletnia uprawa maliny na glebie bardzo lekkiej, w rejonie o niskich opadach atmosferycznych w okresie wegetacji, może być rozpatrywana wyłącznie pod warunkiem zapewnienia nawodnień.

LITERATURA

- BJURMAN B., INGVARSSON A., 1980. Irrigation in raspberries. Rapport – Institutionen for Tradgardsvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet 31 ss. 30.
- DANEK J., 1995. Malina. Warszawa: Wydaw. Hortpress ss. 48.
- DRUPKA S., 1976. Techniczna i rolnicza eksploatacja deszczowni. Warszawa: PWRiL ss. 312.
- DRUPKA S., 1986a. Podkoronowe minizraszanie. W: Nowe technologie w sadownictwie. Pr. zbior. Red. S. Pieniążek. Warszawa: PWRiL s. 162–186.
- DRUPKA S., 1986b. Nawodnienia deszczowniane i kropłowe. W: Podstawy melioracji rolnych. T. 1. Pr. zbior. Red. P. Prochal. Warszawa: PWRiL s. 449–616.
- IVANOV A., 1984. Drip irrigation of raspberries. Horticult. Viticult. Sci. 21(1) s. 35–39.
- JERZY M., ŻARSKI J., 1997. Program restrukturyzacji i rozwoju ogrodnictwa w województwie bydgoskim. Bydgoszcz: UW Wydz. Rol. Ochr. Środ. ss. 77.
- KIREVA R., PETKOV P., 2003. Investigation of drip irrigation effect on raspberry yield and economic indices. Agricult. Engin. vol. 40 (2) s. 47–51.
- KOSZAŃSKI Z., KARCZMARCZYK S., PODSIADŁO C., HERMAN B., 2003. Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na plonowanie dwóch odmian malin uprawianych na glebie lekkiej. Folia Horticult. Supplement 2003/2 s. 246–248.
- KRÜGER E., 1993. Raspberries respond well to additional water. Gartenbau Magazin 2 (11) s. 50–51.

- ŁABĘDZKI L., 2000. Ocena zagrożenia suszą w regionie bydgosko-kujawskim przy użyciu wskaźnika standaryzowanego opadu (SPI). *Wiad. Melior.* 3 s. 102–103.
- MACKERRON D.K.L., 1982. Growth and water use in the red raspberry (*Rubus idaeus* L.). I. Growth and yield under different levels of soil moisture stress. *J. Horticult. Sci.* 57 (3) s. 295–306.
- MAKOSZ E., 1988. Rośliny jagodowe. Warszawa: PWRiL ss. 193.
- MAZUR J., 1987. Wymagania wodne roślin jagodowych. W: *Sadownictwo w Wielkopolsce. Pr. zbior. Red. T. Hołubowicz* Poznań: PWRiL s. 256–260.
- NISSEN M.J., DAROCH P.R., 1993. Justification of irrigation in raspberry plantings in the south of Chile. *Agro-Sur.* 21 (2) s. 154–158.
- PARRAGUE G-JI., NISSEN M.J., 1998. Effect of different water management systems on red raspberry yields (*Rubus idaeus* L.) in the south of Chile. *Agro-Sur.* 26(1) s. 59–65.
- PESZEK J., 1987. Podstawy klimatyczne nawadniania roślin w regionie bydgoskim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 314 s. 65–80.
- PESZEK J., 1996. Uwarunkowania klimatyczno-przyrodnicze produkcji rolniczej w regionie bydgoskim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 438 s. 19–32.
- REBANDEL Z., PRZYSIECKA M., COFTA H., 1992. Wpływ nawadniania na plonowanie i wzrost maliny odmiany Norna. *Pr. Inst. Sad. Ser. C* 115–116 (3–4) s. 69–70.
- REBANDEL Z., PRZYSIECKA M., COFTA H., 1993. Wpływ nawadniania na plonowanie i wzrost maliny odmiany Norna. *Informator o badaniach prowadzonych w Katedrze Sadownictwa Akademii Rolniczej w Poznaniu. T. 3. Poznań: AR* s. 177–179.
- ROLBIECKI S. 2003. Reakcja trzech gatunków roślin jagodowych uprawianych na bardzo lekkiej glebie na mikronawodnienia. *Zesz. Nauk. ATR Bydg. Rozpr.* 108 ss. 89.
- ROLBIECKI S., RZEKANOWSKI Cz., 1997. Influence of sprinkler and drip irrigation on the growth and yield of strawberries grown on sandy soils. *Acta Horticult* 439 vol. 2 s. 669–672.
- ROLBIECKI S., ROLBIECKI R., RZEKANOWSKI Cz., ŻARSKI J., 2000. The possibilities for drought mitigation in vegetable growing on sandy soils with the use of drip irrigation in region of Bydgoszcz, Poland. *Pr. zbior. Red. L. Vermes, A. Szemessy. Proc. Central and Eastern European Workshop on Drought Mitigation. 12–15 April 2000, Budapest – Felsőögd, Hungary* s. 277–284.
- ROLBIECKI S., ROLBIECKI R., RZEKANOWSKI Cz., ŻARSKI J., 2003. Drip irrigation system as a factor for drought mitigation in vegetable growing on sandy soils in the region of Bydgoszcz. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 2(2) s. 75–84.
- ROLBIECKI S., ROLBIECKI R., RZEKANOWSKI Cz., DERKACZ M., 2004. Effect of different irrigation regimes on growth and yield of 'Elsanta' strawberries planted on loose sandy soil. *Acta Horticult.* 646 s. 163–166.
- ROLBIECKI S., ROLBIECKI R., RZEKANOWSKI Cz. 2004. Wpływ zróżnicowanych warunków wodnych na plonowanie truskawki na luźnej glebie piaszczystej. *Acta Agrophys.* 104 vol. 3(1) s. 153–159.
- RZEKANOWSKI Cz., ROLBIECKI S., ŻARSKI J., 2001. Potrzeby wodne i efekty produkcyjne stosowania mikronawodnień w uprawie roślin sadowniczych w rejonie Bydgoszczy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 478 s. 313–325.
- SMOLARZ K., 1989. *Maliny*. Warszawa: PWRiL ss. 116.
- SMOLARZ K., 1996. *Malina i jeżyna*. Warszawa: PWRiL ss. 99.
- SZCZEPAŃSKI, K., REJMAN S., 1987. *Metodyka badań sadowniczych*. Warszawa: PWRiL ss. 214.
- TERRETTAZ R., CARRON R., 1998. Influence of irrigation and soil management in a raspberry crop. *Revue Suisse Viticult. Arboricult. Horticult.* 30(3) s. 189–192.
- TREDER W., 1993. Wpływ nawadniania i ściółkowania czarną folią na plonowanie maliny odmiany Canby. *Zesz. Nauk. Inst. Sad.* 1 s. 27–32.
- TREDER W., 1996. *Badania nad efektywnością nawadniania roślin sadowniczych w Polsce.* 34. *Ogólnop. Nauk. Konf. Sad. Skierniewice: ISK* s. 53–70.

- WIENIARSKA J., NURZYŃSKI J., 1994. Wpływ nawożenia azotem i nawadniania na plonowanie maliny odm. Canby i Malling Seedling. 33 Ogólnop. Nauk. Konf. Sad. Cz. 2. Skierniewice: ISK s. 310–312.
- ZALIWSKI S., 1984. Intensywna produkcja owoców jagodowych i leszczynowych. Warszawa: PWN ss. 560.
- ŻARSKI J., DUDEK S., RZEKANOWSKI CZ., ROLBIECKI S., 2000. Atmospheric drought spells in region of Bydgoszcz and the possibilities for mitigation of their results in chosen field crops growing. Pr. zbior. Red. L. Vermes, A. Szemessy. Proc. Central and Eastern European Workshop on Drought Mitigation. 12–15 April 2000, Budapest–Felsőögd, Hungary s. 325–332.

Stanisław ROLBIECKI, Roman ROLBIECKI, Czesław RZEKANOWSKI

IRRIGATION AS A DROUGHT MITIGATION FACTOR IN RASPBERRY CULTIVATION ON SANDY SOIL

Key words: drip irrigation, microjet sprinkling, methods for drought mitigation, raspberry, sandy soil

S u m m a r y

Hypothesis of this work was that irrigation can be an efficient method for drought mitigation in raspberry plantation on a soil characterized by a small water capacity. Therefore, in the years 1999–2003 a field experiment was carried out on a degraded black earth of the Vth class soil quality, at Kruszyn Krajeński near Bydgoszcz. The use of irrigation in raspberry cultivation on the very light soil enabled regular growth and development of this crop and secured relatively high yields, under the climatic-soil conditions of the test. Fruit yields were stable and of good quality. Yields obtained from irrigated plants were higher than those from production practices of the Bydgoszcz region. The efficiency of water use in drip irrigation was higher than that in microjet sprinkling, which resulted from a lower water consumption in the drip system. Total rainfall and irrigation doses used in raspberry cultivation correlated well with water requirements estimated using the DRUPKA'S method [1976] which confirmed its usefulness for agricultural practice. Raspberry can thus be cultivated for a long time in the very light soil in regions of low rainfall providing irrigation of the crop during the vegetative period.

Recenzenci:

prof. nadzw. dr hab. Cezary Podsiadło
prof. dr hab. Czesław Przybyła

Praca wpłynęła do Redakcji 21.04.2005 r.