

REAKCJA MALINY NA ZRÓŻNICOWANE NAWOŻENIE AZOTEM I NAWADNIANIE KROPKOWE

Ewa Rumasz-Rudnicka, Zdzisław Koszański

Institut Inżynierii Rolniczej, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Streszczenie. Badania polowe przeprowadzono w latach 2002-2004 na glebie lekkiej, kompleksu żytniego dobrego. Oceniano możliwości plonotwórcze trzy-, cztero- i pięcioletnich krzewów malin odmiany „Norna” i „Veten” uprawianych w zróżnicowanych warunkach wodnych (kontrola O, nawadniane W) oraz nawozowych (0, 60, 120 kg N ha⁻¹). Nawadnianie zapewniało uzyskanie istotnie wyższych plonów – średnio w trzyletnim okresie badań o blisko 52%, niż naturalne opady. Najbardziej uzasadnione okazało się nawożenie obu testowanych odmian dawką 120 kg N ha⁻¹. Odmiana „Norna” wyróżniała się większą efektywnością jednostkową wody niż odmiana „Veten”. Nawadnianie istotnie zwiększało plon owoców i masę

100 jagód, a także natężenie asymilacji i transpiracji liści.

Słowa kluczowe: nawadnianie kropkowe, plon, malina, nawożenie azotem, asymilacja CO₂, transpiracja

Wstęp

Krzewy malin zaliczane są do grupy roślin sadowniczych wrażliwych na brak wody w glebie [Rebandel i in. 1992]. Wynika to z ich płytkiego systemu korzeniowego [Ostrowski i Zdzieszńska 1991], a także z dużego zapotrzebowania na wodę związanego z uwodnieniem owoców [Rolbiecki i in. 2005]. Według Tredera [1996], nawet krótkotrwałe susze mogą ograniczyć wzrost, rozwój i plonowanie malin. Dlatego nawadnianie malin, szczególnie uprawianych na glebach lekkich jest czynnikiem zapewniającym wysokie i stabilne plony.

Celem przeprowadzonych badań było określenie możliwości produkcyjnych maliny uprawianej na glebie lekkiej w zróżnicowanych warunkach wilgotnościowych i nawożonych różnymi dawkami azotu.

Metodyka badań

Maliny posadzono w 1999 roku, na glebie brunatnej kwaśnej - kompleksu żytniego dobrego, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVb. Poniższe opracowanie przedstawia wyniki badań przeprowadzonych w latach 2002-2004 na trzy-, cztero- i pięcioletnich krzewach. Odmiany maliny „Norna” i „Veten” uprawiano w zróżnicowanych warunkach wodnych: O-objekty kontrolne, W- objekty nawadniane. Nawożono je następującymi dawkami azotu: 0, 60, 120 kg N ha⁻¹. Nawozy azotowe zastosowano wiosną, natomiast fosforowe (60 kg ha⁻¹)

i potasowe (150 kg ha^{-1}) jesienią. Plantację malin nawadniano linią kroplującą o rozstawie kroplozników co 30 cm i wydajności $2,4 \text{ l ha}^{-1}$. Terminy nawodnień ustalono na podstawie potencjału wodnego gleby, określonego za pomocą tensjometrów, umieszczonych na głębokości 20-25 cm. Nawadnianie krzewów wykonywano, kiedy siła ssąca gleby wynosiła $0,03 \text{ MPa}$, co odpowiadało w przybliżeniu obniżeniu wody zgromadzonej w 25 cm warstwie gleby poniżej 70% ppw. W czasie wegetacji rośliny otrzymały następujące ilości wody: 2002 r. – 270 mm, 2003 r. – 85 mm, 2004 r. – 78 mm.

Pomiary i obserwacje obejmowały: plon owoców zebrany w fazie dojrzałości technologicznej, masę 100 owoców, aktywność asymilacji i transpiracji liści mierzona analizatorem gazowym LCA-4 w słoneczny dzień po nawadnianiu w fazie zawiązywania owoców. Wyniki poddano obliczeniom statystycznym za pomocą programu Statistica.

Charakterystykę warunków opadowo-termicznych w okresie prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. Suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacji od kwietnia do października była niższa od wartości średnich dla wielolecia o 16,5%, a zawężając do okresu kwiecień -czerwiec już tylko 35,2%. Najmniej opadów wystąpiło w okresie wegetacji 2002 r. i 2003 r., w których stanowiły odpowiednio 66,3% i 51% normy opadów z wielolecia okresu od kwietnia do czerwca. Najbardziej obfite opady, były we wrześniu i październiku 2002 r. i stanowiły 118% i 246% normy wielolecia oraz w lipcu 2003 i 2004 roku, przekraczając normę wielolecia ocenianego okresu odpowiednio o 28% i 10%. Analiza warunków termicznych w trzyletnim okresie prowadzenia badań (tab. 1) wskazuje że były to lata cieplejsze aniżeli wielolecie – średnio o $1,8^{\circ}\text{C}$ w okresie kwiecień-czerwiec i $1,6^{\circ}\text{C}$ w okresie od czerwca do października. Szczególnie ciepłym okazał się sierpień, w którym temperatura przewyższała o $3,7^{\circ}\text{C}$ normę wielolecia. Jedynie we wrześniu zanotowano temperaturę niższą (o 1°C) niż w wielolecie. Analiza temperatur powietrza w poszczególnych latach prowadzenia badań wykazała, że najcieplejsze były okresy wegetacji 2002 i 2003 r. W 2002 r. szczególnie wysokie temperatury wystąpiły od kwietnia do czerwca, natomiast w 2003 r. od kwietnia do października.

Tabela 1. Warunki opadowo-termiczne w latach prowadzenia badań na tle wielolecia (1961-1999)
Table 1. Precipitation and thermal conditions during the research years compared to multiannual period (1961-1999)

Miesiąc	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]				Opady [mm]					
	średnia miesięczna w wielolecie	odchylenia od średniej z wielolecia			średnia miesięczna suma w wielolecie [mm]	procent [%] normy wielolecia				
		2002	2003	2004		2002	2003	2004		
IV	7,2	+1,3	+0,4	+2,2	37,8	75,4	38,4	54,8		
V	12,5	+3,1	+2,5	+0,5	51,1	66,7	66,1	77,3		
VI	15,9	+2,5	+3,7	+0,1	61,3	56,9	48,5	99,5		
VII	17,4	+3,3	+3,0	+0,5	63,2	38,3	127,7	110,4		
VIII	17,0	+4,6	+3,6	+2,9	56,1	68,4	28,5	91,5		
IX	13,2	+1,5	+1,2	+0,7	46,8	118,4	97,6	71,6		
X	8,6	-1,2	-2,9	+1,0	38,9	245,8	90,2	102,8		
Średnia	IV-VI	11,9	+2,3	+2,2	+0,9	IV-VI	150,2	66,3	51,0	77,2
	IV-X	13,1	+2,2	+1,6	+1,1	IV-X	355,2	95,7	71,0	86,8

Źródło: obliczenia własne

Omówienie wyników badań

Plony malin zależały od nawodnienia, nawożenia i były zróżnicowane w poszczególnych latach badań (tab. 2). W naturalnych warunkach opadowych odmiana „Veten” plonowała lepiej w porównaniu z odmianą „Norna”, natomiast na obiektach nawadnianych nieco wyższe plony uzyskano uprawiając odmianę „Norna”. Plony obu testowanych odmian (tab. 2) kształtowały się w całym okresie badawczym na średnim poziomie, na poletkach nie nawadnianych $9,07 \text{ t ha}^{-1}$ i $13,78 \text{ t ha}^{-1}$ na nawadnianych. W wyniku nawadniania, największe przyrosty plonów (204% dla odmiany „Veten” i 166% dla odmiany „Norna”) – stwierdzono w wyjątkowo posuszonym 2003 r. Mniejsze, ale również istotne przyrosty plonu, zebrano w 2002 roku. Dla porównywanych odmian wynosiły one odpowiednio 34% i 49%. Średnio z poletek nawadnianych w trzyletnim okresie badań plony wahały się na poziomie od $11,87$ do $17,44 \text{ t ha}^{-1}$. Równie wysokie plony w wyniku nawadniania ($11,9$ do $17,4 \text{ t ha}^{-1}$) otrzymał Koszański i in. [2003] uprawiając odmiany „Norna” i „Veten” oraz Wieniarska i Nurzyński [1994] w uprawie odmian „Camby” i „Malling Seedling”. Na korzystne produkcyjne efekty nawadniania malin odm. „Polan” wskazuje Rolbiecki i in. [2005], chociaż autorzy uzyskali zdecydowanie niższe plony, wynoszące średnio w pięcioletnim okresie badań $4,44 \text{ t ha}^{-1}$ wyniku nawadniania kropłowego i $5,20 \text{ t ha}^{-1}$ w warunkach mikrozaszania.

Tabela 2. Plony malin [t ha^{-1}]
Table 2. Raspberry yield [t ha^{-1}]

Czynnik		„Norna”		„Veten”		Średnio		Średnio
		O	W	O	W	O	W	
Lata	2002	12,35	18,44	12,26	16,43	12,31	17,44	14,87
	2003	4,32	11,47	4,04	12,26	4,18	11,87	8,02
	2004	10,22	12,47	11,25	11,59	10,74	12,03	11,38
0		7,43	10,71	6,91	10,63	7,17	10,67	8,92
N (kg ha^{-1}) 60		9,36	14,35	9,34	13,10	9,35	13,73	11,54
120		10,10	17,32	11,29	16,55	10,70	16,94	13,82
Średnio		8,96	14,13	9,18	13,43	9,07	13,78	11,43
NIR _{0,05} dla: nawadniania 0,91; odmiany r.n.; nawożenia 1,21; lata 2,00								

Źródło: obliczenia własne

Tak niskie plony w swoim doświadczeniu autorzy tłumaczyli bardzo małymi plonami w dwóch pierwszych latach badań, a także bardzo wczesnymi jesiennymi przymrozkami, które przerwały zbiory. Uwzględniając jednak pozostałe trzy lata badań, jak dodaje Rolbiecki i in. [2005], plony nawadnianych malin kształtowały się na poziomie $6,72$ do $7,83 \text{ t ha}^{-1}$ i były porównywalne ($7,4 \text{ t ha}^{-1}$) z wynikami uzyskanymi przez Rebandel i in. [1993] w uprawie nawadnianej odmiany „Norny”.

Czynnikiem umożliwiającym otrzymanie pozytywnych efektów plonowania było nawożenie azotem. Wyniki badań wskazują, że zarówno w warunkach naturalnych jak i nawadnianych najwyższe plony ocenianych odmian malin zebrano nawożąc rośliny 120 kg N ha^{-1} . Masa plonu zebrana z poletek bez deszczowania i najwyższym nawożeniem azotem wyniosła $10,7 \text{ t ha}^{-1}$ i była o $3,53 \text{ t}$ (49,2%) wyższa niż plony zebrane z obiektów bez

nawożenia azotowego. Zastosowanie takiej dawki nawozów azotowych w warunkach uzupełniającego nawadniania przyczyniło się do uzyskania jeszcze wyższych plonów ($16,94 \text{ t ha}^{-1}$). W porównaniu do plonów zebranych z obiektu bez nawożenia były one wyższe o 58,8% ($6,27 \text{ t ha}^{-1}$), a do poletek bez nawożenia i nawadniania aż o 136,3% ($9,77 \text{ t ha}^{-1}$). Analizując plony obu testowanych odmian w trzyletnim okresie badawczym, okazało się, że najniższe wskaźniki dotyczyły zawsze obiektów bez nawadniania i nawożenia azotowego. O tym, że malina jest rośliną silnie reagującą na nawożenie i nawadnianie, wskazują również rezultaty wcześniejszych badań krajowych [Dzieżyc 1988; Smolarz 1996; Koszański i in. 2003].

W pracy przedstawiono również jednostkową produktywność netto wody zastosowanej do nawodnień (tab. 3). Zależała ona w największym stopniu od przebiegu pogody, oraz nawożenia i odmiany. Produktywność netto 1 mm wody średnio dla trzyletniego cyklu doświadczenia wynosiła $35,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. Analizując jednak dane zawarte w tabeli 3, okazało się, że omawiany wskaźnik był znacznie bardziej korzystny (42,3) dla odmiany

Tabela 3. Produktywność netto 1 mm wody [$\text{kg mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$]
Table 3. Water productivity [$\text{kg mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$]

Czynnik		„Norna”	„Veten”	Średnia
Lata	2002	71,6	49,1	60,4
	2003	26,5	30,5	28,5
	2004	28,8	4,36	16,6
N [kg ha^{-1}]	0 N	24,0	25,3	24,7
	60 N	42,4	24,3	33,4
	120 N	60,6	34,2	47,4
Średnio		42,3	27,9	35,1

Źródło: obliczenia własne

„Norna” niż „Veten” (27,9). Podobne wyniki w badaniach prowadzonych wcześniej uzyskał Koszański [2003]. Ponadto zaobserwowano wzrost produktywności 1 mm wody z nawodnień wraz ze zwiększaniem dawki azotu - w zależności od zastosowanej dawki nawozów azotowych omawiane wskaźniki mieściły się w zakresie $24,7$ do $47,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$. W badaniach Rolbieckiego i in. [2005] otrzymane wskaźniki produktywności 1 mm wody z nawodnień w pięcioletnim okresie badań były nieco niższe i wyniosły średnio 29 kg ha^{-1} w systemie kropłowym i 22 kg ha^{-1} w mikrozaszaniu, ale miały jednocześnie wyższe wartości, odpowiednio 46 kg ha^{-1} dla systemu kropłowego i 34 kg ha^{-1} dla mikrozaszania wyliczone tylko dla trzyletniego pełnego cyklu owocowania.

Badane w doświadczeniu czynniki przyczyniły się do istotnego wzrostu masy 100 owoców (tab. 4). Nieco większe owoce wykształcała „Veten” (masa 100 owoców 207 g), aniżeli „Norna” (197,5 g). Zgodnie z oczekiwaniami największy wpływ na tę cechę miało nawadnianie, dzięki któremu masa 100 owoców „Norny” zwiększyła się o blisko 26%, a „Veten” o 38%.

Reakcja maliny...

Tabela 4. Masa 100 owoców maliny [g]
Table 4. Weight of 100 raspberry fruit [g]

Czynnik		„Norna”		„Veten”		Średnio		Średnio
		O	W	O	W	O	W	
Lata	2002	213	231	201	244	207	238	223
	2003	137	236	134	240	136	238	187
	2004	170	190	188	237	179	214	197
0		159	196	162	216	161	206	184
N [kg ha ⁻¹] 60		175	223	175	247	175	235	205
120		186	238	186	258	186	248	217
Średnio		174	219	174	240	174	230	202
NIR _{0,05} dla: nawadniania 9,8 ; odmiany 10,9; nawożenia 11,0; lata 36								

Źródło: obliczenia własne

Analizując masę nawadnianych owoców malin we wszystkich latach badań, wykazano największy wpływ tego czynnika w 2003 r., w którym masa 100 owoców zwiększyła się aż o 75% (o 102 g). Fakt ten może tłumaczyć największy procentowy wzrost plonów zebranych w warunkach nawadniania w porównaniu do kontroli (obu odmian) w tym właśnie roku badań. Masa 100 owoców malin w istotny sposób zależała również od wielkości dawki azotu. Im były one wyższe tym lepiej wykształcone i bardziej dorodne były owoce. Największą masę 100 owoców malin wydały rośliny nawożone 120 kgN ha⁻¹ i nawadniane – wynosiła ona odpowiednio 238 g dla odmiany „Norna” i 258 g dla „Veten. Pozytywną reakcję malin na zastosowane zabiegi, (nawożenie azotem i nawadnianie), wyrażonej zwiększeniem masy owoców zwrócili również uwagę Rebandel i in. [1992, 1993], Treder [1993], Koszański i in. [2003]. Również Rolbiecki i in. [2005] stwierdził dodatni wpływ nawadniania zarówno kropłowego jak i mikrozaszrania na zwiększenie masy owocu, dodając że była ona dodatnio skorelowana z ilością wody otrzymywanej przez rośliny.

W pracy analizowano również wpływ badanych czynników doświadczenia na natężenie asymilacji (tab. 5) i intensywność transpiracji (tab. 6) w liściach malin. Wyniki przeprowadzonych pomiarów wskazują na istotny wpływ nawadniania i nawożenia azotem na intensywność omawianych procesów, a także ich zróżnicowanie w poszczególnych latach badań.

Tabela 5. Natężenie asymilacji liści malin [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$]
Table 5. Assimilation intensity for raspberry leaves [$\mu\text{mol}(\text{CO}_2)\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$]

Obiekty		Lata			
		2002	2003	2004	średnia
Nawadnianie	O	7,61	5,76	6,59	6,65
	W	8,04	7,98	6,96	7,66
0		7,71	5,63	6,71	6,68
N [kg ha ⁻¹] 60		7,77	7,07	6,74	7,19
120		8,00	7,92	6,87	7,59
Średnia		7,82	6,87	6,77	7,16
NIR _{0,05} dla: nawadniania 0,55; odmiany r.n.; nawożenia 0,62; lata 0,95					

Źródło: obliczenia własne autora

Średnie natężenie asymilacji CO₂ (tab. 5) w liściach malin nie nawadnianych wynosiło 6,65 μmol (CO₂)·m⁻²·s⁻¹ i zwiększyło się dzięki nawadnianiu o 15,2%. Analizując działanie wody w poszczególnych latach, największy jej pozytywny wpływ stwierdzono w 2003, w którym intensywność tego procesu zwiększyła się o 38,5% w porównaniu do kontroli. Również nawożenie przyczyniło się do wzrostu aktywności asymilacji - średnio o 7,6% w roślinach nawożonych dawką 60 kg N·ha⁻¹ i 13,6% na podwójnej dawce azotu. Jednak największy procentowy wzrost natężenia asymilacji dzięki nawożeniu zanotowano we wspomnianym posuszonym 2003 roku. Wyliczone przyrosty wynosiły odpowiednio 25,6% i 40,7% na obiektach nawożonych 60 i 120 kg N·ha⁻¹.

Dane zawarte w tabeli 6 wskazują, że w trzyletnim okresie badań intensywność transpiracji (H₂O) w liściach malin rosnących w naturalnych warunkach wilgotnościowych wynosiła średnio 1,99 mol (H₂O)·m⁻²·s⁻¹, a dzięki nawadnianiu zwiększyła się o blisko 25%. Analizując wskaźniki w poszczególnych latach badań, zaobserwowano podobne tendencje jak przy natężeniu asymilacji w liściach nawadnianych roślin - okazało się, że największy procentowy wzrost intensywności transpiracji (73,6%) stwierdzono w roku najcieplejszym i największym niedoborem opadów. Zapewnienie roślinom optymalnych warunków wilgotnościowych oraz racjonalnego nawożenia sprzyja intensyfikacji procesów fizjologicznych, na co zwraca uwagę Koszański i in. [2005] w doświadczeniu z truskawką.

Tendencje zwiększenia aktywności asymilacji i transpiracji dzięki zastosowaniu nawadniania i nawożenia zaobserwowali również Karczmarczyk i in. [1999] w liściach zbóż jarych oraz Rumasz i in. [2005] w liściach selera korzeniowego i cebuli zwyczajnej.

Tabela 6. Intensywność transpiracji liści malin [mol (H₂O)·m⁻²·s⁻¹]

Table 6. Transpiration rate raspberry leaves [mol (H₂O)·m⁻²·s⁻¹]

Obiekty		Lata			
		2002	2003	2004	średnia
Nawadnianie	O	3,48	1,44	1,06	1,99
	W	3,72	2,50	1,22	2,48
N [kg · ha ⁻¹]	0 N	3,50	1,93	0,95	2,13
	60 N	3,59	1,97	1,15	2,24
	120 N	3,71	2,01	1,33	2,35
Średnia		3,60	1,97	1,14	2,24

NIR_{0,05} dla: nawadniania 0,18; odmiany r.n.; nawożenia 0,21; lata 0,92

Źródło: obliczenia własne

Wnioski

1. Nawadnianie malin na glebie lekkiej było czynnikiem zapewniającym wysokie i stabilne plony. W wyniku tego zabiegu plony malin wzrosły średnio dla obu odmian o 52%. Efekty nawadniania zależały od wielkości i przebiegu opadów – największe były w wyjątkowo posuszonym 2003 r., w którym przyrost plonu odmiany „Norna” wyniósł 166%, a „Veten” 204% w porównaniu do plonów zebranych z poletek bez nawadniania.

2. Z przeprowadzonych badań wynika, że optymalna dawka azotu na glebach lekkich dla obu porównywanych odmian wynosi 120 kg N ha^{-1} .
3. Produkcyjność 1 mm zastosowanej wody zależała od przebiegu pogody, nawożenia azotem i odmiany. Z ocenianych odmian malin, większą efektywnością jednostkową wody charakteryzowała się „Norna” ($42,3 \text{ kg mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) niż „Veten” ($28,0 \text{ kg mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$), a z lat – rok 2002, w którym otrzymano największy wskaźnik produktywności netto 1 mm wody ($60,4 \text{ kg mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$).
4. Zastosowane zabiegi (nawadnianie i nawożenie azotem) istotnie zwiększają asymilację, transpirację i masę 100 owoców.

Bibliografia

- Dziężyc J.** 1988. Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN Warszawa. ISBN 83-01-08121-X.
- Karczmarczyk S., Friedrich S., Kowalski W., Rakowski D., Wojtasik D.** 1999. Zmiany budowy anatomicznej i morfologicznej oraz plonowanie zbóż jarych spowodowane przez deszczowanie i nawożenie mineralne. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie. 73. s. 117-124.
- Koszański Z., Friedrich S., Podsiadło C., Rumasz-Rudnicka E., Karczmarczyk S.** 2005. Wpływ nawadniania i nawożenia NPK na budowę morfologiczną i anatomiczną, aktywność niektórych procesów fizjologicznych oraz plonowanie truskawki. IMUZ. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T.5 Z. Specj. (15). s. 145-155.
- Koszański Z., Karczmarczyk S., Podsiadło C., Herman B.** 2003. Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na plonowanie dwóch odmian malin uprawianych na glebie lekkiej. Folia Hortic. Supplement 2003/2. s. 246-248.
- Ostrowski W., Zdieszzyńska R.** 1991. Zakładanie i prowadzenie towarowej plantacji malin. Instrukcja upowszechniona. Nr 4. AR Szczecin.
- Rebandel Z., Przysiecka M., Cofta H.** 1992. Wpływ nawadniania na plonowanie i wzrost maliny odmiany Norna. P r.Inst.Sad.Se r.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. AR Poznań. s. 177-179.
- Rolbiecki S., Rolbiecki R., Czekanowski Cz.** 2005. Nawadnianie jako czynnik przeciwdziałającym skutkom posuch w uprawie maliny na glebie piaszczystej. IMUZ. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T.5 Z. Specj. (14). s. 243-260.
- Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z., Podsiadło C.** 2005. Wpływ nawadniania wodą o różnym zasoleniu na plonowanie cebuli zwyczajnej i selera korzeniowego. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T.5 Z. Specj. (14). s. 275-285.
- Smolarz K.** 1996. The influence of differentiated N fertilization on growth and yield of raspberry. Zesz. Nauk. Inst. Sad. i Kwiat. w Skierniewicach, 3. s. 69-75, 18 ref.
- Treder W.** 1993. Wpływ nawadniania i ściółkowania czarną folią na plonowanie maliny odmiany Canby. Zesz. Nauk. 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. Camby i Malling Seedling., 33 Ogólnop. Nauk. Konf. Sad. Cz. 2 Skierniewice: ISK. s. 310-312.

RASPBERRY REACTION TO DIVERSIFIED FERTILIZATION WITH NITROGEN, AND DROP IRRIGATION

Abstract. Field experiments were done in 2002-2004 on sandy soil. Crop productivity of raspberry (cv. „Norna” i „Veten”) was tested in the 3rd, 4th and 5th year of cultivation at different water regime (O-control, W-drip irrigation) and various nitrogen doses (0, 60, 120 N ha⁻¹). The 52% crop increase in tested plants was obtained resulting from the supplemental irrigation. Effects of irrigation depended also on amount of natural precipitation – the highest increase we obtained in extremely dry year 2003. We obtained on plots with 120 kg N ha⁻¹ the most significant effect of nitrogen fertilization for both tested varieties. „Norna” variety was more effective in used water than „Veten”. Supplemental irrigation significantly increased the yield of fruit and weight of 100 berries and also intensity of leaves transpiration and assimilation.

Key words: drip irrigation, yield, raspberry, fertilization of nitrogen, assimilation transpiration

Adres do korespondencji:

Ewa Rumasz-Rudnicka; e-mail: rumasz@agro.ar

Zakład Produkcji Roślinnej i Nawadniania

Akademia Rolnicza w Szczecinie

ul. Słowackiego 17

71-434 Szczecin