

WPLYW NAWADNIANIA KROPLOWEGO I MIKROZRASZANIA NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONU OWOCÓW ARONII

Influence of drip irrigation and microsprinkler irrigation on the yield and quality of chokeberry fruits

Dorota Wichrowska¹, Tadeusz Wojdyła¹,
Stanisław Rolbiecki², Roman Rolbiecki²

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

¹ Katedra Przechowalnictwa i Przetwórstwa Produktów Roślinnych

ul. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz

² Katedra Melioracji i Agrometeorologii

ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz

ABSTRACT

The study was based on 3-year field trials. The aim of the study was to determine the influence of drip irrigation and micro-jet sprinkling on the quantity and quality of chokeberry fruit yield. Dates of irrigation were established on the basis of soil water potential determined with the use of tensiometers. The chokeberry fruit yield of 11.5 kg per bush (24.02 t·ha⁻¹) on micro-irrigated plots was more than 130% higher than that from control plots. Micro-irrigation, irrespective of the method, decreased the levels of dry matter, reducing sugars, total sugar, and anthocyanin in chokeberry fruits compared with control plots (without irrigation). Total acids were significantly lower (by 17.4%) in the case of drip irrigation in comparison with control plots, but in the case of micro-jet sprinkling this parameter increased by 13.0%.

Key words: yield, dry matter, total sugars, reducing sugars, total acids, anthocyanins

WSTĘP

Uprawa aronii w Polsce stała się w ostatnich latach bardzo popularna, nie tylko ze względu na walory zdrowotne owoców (Sarwa i Ciołkowska-Paluch 1990; Jaroniewski 1998; Niedworok i Gostkowska 1999; Michalik 1999, Niedworok i Brzozowski 2001), lecz także możliwość ich wykorzystania w przetwórstwie spożywczym (Kleparski i Domino 1990;

Danielczuk 2003). Uprawa aronii jest bardzo łatwa. Gatunek ten ma niewielkie wymagania glebowe, niezbyt wysokie wymagania termiczne, wytrzymuje spadki temperatury nawet do -35°C do niedawna był uważany za mało podatny na choroby i szkodniki (Chlebowska 1999; Smolarz i in. 1997). Może być zatem uprawiany na terenie całej Polski. Najlepiej jednak udaje się w pasie nadmorskim, gdyż wymaga dość dużej wilgotności powietrza, szczególnie w okresie owocowania (Kleparski i Domino 1990). Według Eggerta (1986) aronia jest w dużym stopniu tolerancyjna zarówno na brak, jak i nadmiar wilgoci, a dzięki silnemu systemowi korzeniowemu rośnie dobrze na glebach o niskim bądź wysokim poziomie wód gruntowych. Jednakże długotrwałe susze, szczególnie latem (lipiec) podczas intensywnego wzrostu owoców, mają ujemny wpływ na wysokość plonu i jakość owoców (gorzknienie). Zdaniem także innych autorów (Ostalski 1986; Chlebowska i Smolarz 1988; Kleparski i Domino 1990; Chlebowska i Salamon 1993; Chlebowska 1999) podczas długotrwałej suszy i w wysokiej temperaturze owoce aronii drobnieją, kurczą się, stają się lekkie, a liście matowieją i opadają.

Wielu autorów uważa, że 500-600 mm opadów w ciągu roku zapewnia właściwy wzrost i rozwój krzewów aronii (Eggert 1986; Ostalski 1986; Chlebowska 1999). Największe zapotrzebowanie na wodę przypada na okres od kwitnienia do zbioru owoców. Aronia szczególnie silnie reaguje na niedostatek wody w okresie dojrzewania owoców. Według Ostalskiego (1986) przy opadach w okresie wegetacji od 280 do 350 mm aronia owocuje najobficiej, a jakość jej owoców jest najlepsza. Szczególnie istotne znaczenie mają opady w okresie rozwoju pąków, kształtowania się liści oraz wzrostu pędów, a także formowania się owoców, z kolei jesienny niedobór wody może pozytywnie wpłynąć na mrozoodporność pędów i korzeni.

Celem podjętych badań było poznanie wpływu nawadniania kropłowego i mikrozaszania na wysokość plonu oraz zawartość suchej masy, cukrów ogółem, w tym redukujących, antocyjanów oraz kwasowości ogólnej owoców aronii.

MATERIAŁ I METODY

Badania z nawadnianiem aronii przeprowadzono w latach 2002-2004 w miejscowości Kruszyn Krajeński, położonej w odległości około 12 km od Bydgoszczy, w kierunku południowo-zachodnim.

Doświadczenia polowe założono jako jednoczynnikowe, metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, opierając się na metodyce

badania sadowniczych przedstawionej przez Szczepańskiego i Rejmana (1987). Badanym czynnikiem, stanowiącym źródło zmienności, było nawadnianie zastosowane w trzech wariantach:

- 0 – bez nawadniania (poletka kontrolne),
- K – z nawadnianiem kropłowym,
- M – z mikrozraszaniem.

Do nawadniania kropłowego użyto linii kroplującej „t-tape” z emiterami rozmieszczonymi co 20 cm wzdłuż rzędu krzewów aronii. Wydatek pojedynczego kroploznika wynosił przeciętnie około $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Do mikrozraszania zastosowano mikrozraszacz „Hadar”, produkcji izraelskiej, o średnicy dyszy 1,3 mm i wydajności w granicach $40\text{-}60 \text{ dm}^3$ wody w ciągu godziny przy ciśnieniu 1 bara. Średnica zraszanej powierzchni, przy stosowanej zielonej wkładce typu „B”, wynosiła zależnie od zmian ciśnienia od 2 do 2,5 m.

Terminy wykonywania nawodnień ustalano na podstawie potencjału wodnego gleby określanego przy użyciu tensjometrów. Nawadnianie rozpoczynano w momencie, kiedy siła ssąca gleby wynosiła 0,04 MPa. Sączki tensjometrów były umieszczone na głębokości 20-25 cm. W przypadku gdy wskazania tensjometrów wzbudzały zastrzeżenia (zapowietrzanie się), kierowano się także wyglądem roślin oraz organoleptyczną oceną wilgotności gleby. Nawadnianie kropłowe przeprowadzano z reguły co 2-3 dni, a mikrozraszanie co 4-6 dni.

Przeliczone na wskaźnik opadowy dawki jednorazowe wynosiły od 5,0 do 15,0 mm przy nawadnianiu kropłowym i od 15,0 do 25,0 mm przy mikrozraszaniu. Średnie sezonowe dawki wody wynosiły 131,0 mm – nawadnianie kropłowe oraz 230,0 mm – mikrozraszanie. Sezonowe dawki nawodnieniowe były różne w poszczególnych latach badań zależnie od wysokości i rozkładu opadów atmosferycznych. Najwyższe sumaryczne dawki wody zastosowano w latach 2002 i 2003 charakteryzujących się posuszonymi okresami wegetacyjnymi (tab. 3). Przebieg temperatur oraz opadów atmosferycznych w okresach wegetacji 2002-2004 przedstawiono w tabelach 1 i 2. Suma opadów w okresie IV-IX wynosiła w roku 2002 – 366,9 mm, 2003 roku – 207,6 mm, 2004 roku – 358,3 mm (tab. 2).

Sadzonki aronii uzyskane z rozmnażania wegetatywnego posadzono jesienią 1994 roku. Przygotowując pole, pod orkę głęboką zastosowano obornik bydlęcy w dawce 50 t ha^{-1} . Rośliny posadzono w rozstawie 2,4 x 2,0 m. Pojedyncze poletko obejmowało 10 roślin (48 m^2). Wiosną każdego roku stosowano nawożenie mineralne, przy czym dawka azotu była stała (90 kg ha^{-1}), natomiast nawożenie fosforowe i potasowe mieściło się

w zakresach: 90-120 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ i 90-150 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$. Cięcie roślin ograniczono do usuwania pędów najslabszych, uszkodzonych i bardzo starych, kierując się wskazaniem literatury krajowej (Kleparski i Domino 1990; Hołubowicz 1996; Chlebowska 1999). Starano się uzyskać krzewy mające 20-22 silne pędy szkieletowe. W pierwszych 2 latach po założeniu plantacji chwasty niszczone mechanicznie, a od trzeciego roku herbicydami Awans 330 SL i Fusilade Super. Zbiór był ręczny, jego początek zaś przypadał w trzeciej dekadzie sierpnia.

Określono plon owoców z krzewu (kg) i przeliczono na plon handlowy ($t \cdot ha^{-1}$), oznaczono zawartość suchej masy w owocach (%) metodą suszarkową (Krełowska-Kułas 1993), zawartość cukrów redukujących i ogółem ($g \cdot 100 g^{-1}$ świeżej masy) metodą kolorymetryczną (Talburk i Smith 1987), kwasowość ogólną w przeliczeniu na kwas cytrynowy ($g \cdot 100 g^{-1}$ świeżej masy) metodą miareczkową (PN-90/A-75101/04), zawartość antocyjanów ($g \cdot kg^{-1}$ świeżej masy) metodą spektrofotometryczną według Fuleki i Francis (1968).

Przyrosty plonów badanych roślin obliczono na podstawie różnicy między wielkością zbiorów z poletek nawadnianych określonym systemem (nawadnianie kropłowe bądź mikrozaszanie) a plonami zebranymi z obiektów kontrolnych (bez nawadniania).

Wyniki badań opracowano statystycznie, za pomocą analizy wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych. Istotność różnic zweryfikowano testem Tukey'a na poziomie $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowane systemy mikronawodnieniowe ponad dwukrotnie zwiększyły plonowanie aronii. Średni plon owoców zebranych z obiektów bez nawadniania wynosił $10,31 t \cdot ha^{-1}$ (4,95 kg z krzewu), z nawadnianych systemem kropłowym uzyskano o $12,66 t \cdot ha^{-1}$ (6,08 kg z krzewu) więcej plonu, czyli ponad 120%, a przy użyciu mikrozaszania plon ten wzrósł o $14,76 t \cdot ha^{-1}$ (7,09 kg z krzewu), czyli o ponad 140% (tab. 4). Korzystniejsze jest jednak stosowanie systemu kropłowego do nawadniania roślin, ponieważ przy mniejszym zużyciu wody plon owoców był również wyższy w porównaniu z obiektem kontrolnym (bez nawadniania) (tab. 4), co potwierdzają badania innych autorów z takimi gatunkami roślin, jak porzeczka i jabłoń (Mazur i Hołysz 1993; Pacholak i in. 1995).

Produkcyjne efekty nawadniania aronii (przyrosty plonów owoców) uzyskał także w swoich badaniach Rolbiecki (2003). Z krzewów

nawadnianych systemem kropłowym bądź mikrozaszczami zbierano w przybliżeniu pięciokrotnie wyższy plon niż z obiektów bez nawadniania (trzeba jednak zaznaczyć, iż owoce pochodziły z krzewów kilkuletnich i plon ten był z kolei pięciokrotnie niższy niż uzyskany w badaniach własnych, z krzewów 8-10-letnich). Kleparski (2003) dopiero w 7-10 roku po posadzeniu uzyskał plon wynoszący 15-25 ton z hektara. Różnice w plonowaniu krzewów nawadnianych linią kropłującą bądź mikrozaszczami nie były udowodnione statystycznie, istniała jedynie tendencja do wyższego plonowania krzewów nawadnianych mikrozaszczami, podobnie jak w badaniach Rolbieckiego (2003).

Skład chemiczny owoców aronii może być zróżnicowany zależnie od rejonu uprawy i warunków glebowo-klimatycznych w okresie wegetacji (Kalemba i in. 1985; Płocharski i Smolarz 1985; Kawecki 1999; Niedworok i Brzozowski 2001). W owocach aronii zebranych z krzewów nawadnianych, niezależnie od zastosowanej metody, obniżyła się istotnie zawartość suchej masy, cukrów redukujących i ogółem oraz antocyjanów w stosunku do obiektu kontrolnego (bez nawadniania). Średnio dla obiektów bez nawadniania zawartość suchej masy wynosiła 23,45% świeżej masy (tab. 5).

Najniższą zawartością suchej masy charakteryzowały się owoce pochodzące z obiektów nawadnianych metodą kropłową. Tendencje spadkowe, jeśli chodzi o zawartość suchej masy, a także innych składników (witamina C, β -karoten) odnotował także w swoich badaniach Rolbiecki (2003). Węglowodany w owocach aronii reprezentowane są głównie przez fruktozę i glukozę (Świetlikowska 2006). W badaniach własnych monosacharydy w świeżej masie owoców aronii stanowiły 87,5% cukrów ogółem. Zastosowane w doświadczeniu nawadnianie obniżyło zawartość cukrów prostych w owocach, średnio o 25,0% w stosunku do obiektu kontrolnego, gdzie wynosiła 102,4 g kg⁻¹ świeżej masy. Spośród związków polifenolowych występujących w aronii (zwanymi także bioflawonoidami), a tworzących witaminę P, najczęściej uwagi poświęca się antocyjanom. Ich właściwości lecznicze, polegające na ułatwianiu eliminacji wolnych rodników nadtlenkowych, były przedmiotem badań Niedworoka i Gostkowskiej (1999). Poziom tych związków w owocach pochodzących z badań własnych modyfikowało zastosowane nawadnianie, wpływając na jego obniżenie. Kwasy organiczne w aronii reprezentowane są głównie przez kwas cytrynowy oraz jabłkowy (Niedworok i Brzozowski 2001; Świetlikowska 2006). W omawianym doświadczeniu oznaczono kwasowość ogólną owoców w przeliczeniu na kwas cytrynowy. Jego zawartość istotnie

się obniżyła w przypadku nawadniania metodą kroplową w porównaniu z owocami zebranymi z poletek bez nawadniania o 17,4% i wynosiła $2,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ świeżej masy, natomiast przy mikrozaszaniu zawartość tego kwasu wzrosła o 13,0% w stosunku do obiektu kontrolnego i wynosiła $1,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ świeżej masy.

Tabela 1

Temperatury powietrza w okresie wegetacji w latach 2002-2004 (°C)
Air temperatures of the vegetation period in 2002-2004 (°C)

Rok Year	Miesiące okresu wegetacyjnego Months of vegetation period						IV-IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2002	7,5	15,7	16,3	18,9	19,9	12,9	15,2
2003	6,4	14,4	17,6	19,2	18,4	13,6	14,9
2004	7,5	11,3	14,7	16,4	17,9	12,7	13,4
2002- 2004	7,1	13,8	16,2	18,2	18,7	13,1	14,5

Tabela 2

Opady atmosferyczne w okresie wegetacji w latach 2002-2004 (mm)
Rainfall of the vegetation period in 2002-2004 (mm)

Rok Year	Miesiące okresu wegetacyjnego Months of vegetation period						Σ_{IV-IX}
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2002	17,7	111,5	31,3	77,9	58,0	70,5	366,9
2003	18,5	18,1	30,4	106,2	17,7	16,7	207,6
2004	32,1	54,4	39,6	53,5	138,7	40,0	358,3
2002- 2004	22,8	61,3	33,8	79,2	71,5	42,4	311

Tabela 3

Dawki wody [mm] (sumarycznie w sezonie wegetacyjnym)
Water doses [mm] (sum total for vegetation period)

Rok Year	System kroplowy Drip-irrigation system	System mikrozaszacyjny Micro-jet sprinkler system
2002	119,0	238,0
2003	180,0	320,0
2004	93,0	131,0
Średnio Mean	131,0	230,0

Tabela 4

Wpływ mikronawodnień na plonowanie aronii (średnio w latach 2002-2004)
Influence of micro-irrigation on chokeberry yields (mean for 2002-2004)

System nawadniania Irrigation system	Plon owoców aronii – Chokeberry fruit yield ($t\ ha^{-1}$)			
	2002	2003	2004	średnio (mean)
Krzewy nienawadniane (kontrola) Non-irrigated bushes (control)	14,80 a	10,42 a	5,71 a	10,31 a
System kropłowy Drip-irrigation system	36,60 b	18,55 b	13,76 b	22,97 b
System mikrozaszczycy Micro-jet sprinkler system	39,82 b	20,58 b	14,81 b	25,07 b

Objaśnienie – Explanation

Średnie w kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (test Tukey'a dla $\alpha = 0,05$) – Values in a column followed by the same letter do not differ significantly (Tukey's test for $\alpha = 0.05$)

Tabela 5

Wpływ mikronawodnień na cechy jakościowe owoców aronii (średnio w latach 2002-2004) – Influence of micro-irrigations on qualitative features of chokeberry fruits (mean for 2002-2004)

System nawadniania Irrigation system	Sucha masa Dry matter (%)	Cukry redukujące Reducing sugars ($g\cdot kg^{-1}\ f.m.$)	Cukry ogółem Total sugars ($g\cdot kg^{-1}\ f.m.$)	Kwasowość ogólna* Total acids* ($g\cdot kg^{-1}\ f.m.$)	Antocyjany Anthocyanins ($g\cdot kg^{-1}\ f.m.$)
Krzewy nienawadniane (kontrola) Non-irrigated bushes (control)	23,45a	102,4a	111,6a	2,3b	2,02a
System kropłowy Drip-irrigation system	22,14c	71,5b	83,0b	2,6a	1,69b
System mikrozaszczycy Micro-jet sprinkler system	22,81b	85,6b	102,2ab	1,9c	1,77b

*Kwasowość ogólna – w przeliczeniu na kwas cytrynowy – Total acids – expressed as citric acid content

Objaśnienie – patrz tabela 4; Explanation – see Table 4

WNIOSKI

1. Stosowane mikronawadnianie podwyższyło plon ogólny owoców aronii średnio o 130%.

2. Pod wpływem mikrozaszrania i nawadniania kropłowego obniżyły się parametry jakościowe owoców aronii (zawartość suchej masy, cukrów ogółem i redukujących oraz antocyjanów).

3. Mikronawadnianie linią kroplującą obniżyło kwasowość ogólną owoców w porównaniu z obiektami bez nawadniania, zaobserwowano natomiast odwrotną zależność przy mikrozaszraniu.

LITERATURA

- Chlebowska D. 1999. Uprawa aronii. Inst. Sadow. Kwiac., Skierniewice.
- Chlebowska D., Salamon Z. 1993. Uprawa i zbiór maszynowy aronii. *Ogrodn.* 3: 12-13.
- Chlebowska D., Smolarz K. 1988. Wstępne wyniki plonowania aronii w ZD Dąbrowicach. *Sad Nowoczesny* 11: 21-24.
- Danielczuk J. 2003. Aronia w przetwórstwie spożywczym – właściwości i kierunki wykorzystania. *Przem. Ferm. Owoc. - Warz.* 12: 26-28.
- Drupka S., Soćko S. 1992. Systemy nawodnień. *Hasło Ogrod.*, Woda, 4: 4-5.
- Eggert P. 1986. Aronia czarnoowocowa. *Sad Nowoczesny* 11: 15-19.
- Fuleki T., Francis F.J. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J. Food Sci.* 33: 72-78.
- Hołubowicz T. 1996. Zasady zakładania i prowadzenia plantacji aronii w Wielkopolsce. *Materiały II Ogólnopolskiego Sympozjum nt. Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie. Poznań t. I:* 52-55.
- Jaroniewski W. 1998. Aronia czarnoowocowa w lecznictwie i dietetyce. *Wiadomości Zielarskie* 40, (7/8): 20.
- Kalemba D., Góra J., Kurowska A. 1985. Charakterystyka chemiczna aronii ciemnoowocowej. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.* 12: 25-26.
- Kawecki Z. 1999. Wpływ różnego sposobu utrzymywania gleby na wzrost i plonowanie krzewów aronii. *Biul. Nauk. Olsztyn* 3: 43-48.
- Kleparski J. 2003. Aronia. *Hasło Ogrod.* 2: 48-50.
- Kleparski J., Domino Z. 1990. Aronia. PWRiL Warszawa.
- Krełowska-Kułas M. 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa.
- Mazur J., Hołysz M. 1993. Wpływ nawadniania na wzrost i plonowanie porzeczki czarnej. *Inf. Bad. Prowadz. Kat. Sadown. AR w Poznaniu III:* 173-177.

- Michalik B. 1999. Aronia – źródło zdrowia i młodości. <http://resmedica.pl/zdart7999.html>
- Niedworok J., Brzozowski F. 2001. Badania nad biologicznymi i fitoterapeutycznymi właściwościami antocyjanin aronii czarnoowocowej. *Postępy Fitoterapii* 5, 1/2001 Warszawa.
- Niedworok J., Gostkowska E. 1999. Właściwości farmakologiczne aronii czarnoowocowej. *Wiadomości Zielarskie* 5: 6.
- Ostalski R. 1986: Aronia czarnoowocowa. Inst. Bad. Leśn., Warszawa: 1-4.
- Pacholak E., Przybyła Cz., Stachowski P. 1995. Wpływ eksploatacji nawodnień deszczownianych, podkoronowych i kropłowych na efektywność produkcyjną sadów jabłoniowych. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*: 335-342.
- Płocharski W., Smolarz K. 1985. Uprawa aronii i jej przydatność w przemyśle spożywczym. *Przem. Ferm. Owoc.- Warz.* 4: 23-25.
- PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczania kwasowości ogólnej.
- Rolbiecki S. 2003. Reakcja trzech gatunków roślin jagodowych uprawianych na bardzo lekkiej glebie na mikronawodnienia. *Rozprawy 108*, Wyd. Uczeln. ATR Bydgoszcz.
- Sarwa A., Ciołkowska-Paluch G. 1990. Aronia czarnoowocowa. *Wiadomości Zielarskie* 9, 22.
- Smolarz K., Chlebowska D., Salamon Z. 1997. Wpływ nawożenia azotowego na wzrost, plonowanie i maszynowy zbiór owoców aronii. *Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac.* 4: 119-126.
- Szczepański K., Rejman S. 1987. *Metodyka badań sadowniczych*. PWRiL, Warszawa.
- Świetlikowska K. 2006. *Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego*. SGGW, Warszawa: 288-290.
- Talburtt W., Smith F.O. 1987. *Potato Processing. An Avi Book*, publ. by Van Nostrand Reinhold Company, New York.