INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 2/I/2013, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 93–101
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

WPŁYW NAWADNIANIA I NAWOŻENIA AZOTEM I POTASEM NA AKTYWNOŚĆ FOTOSYNTETYCZNĄ WIŚNI

Cezary Podsiadło, Anna Jaroszewska
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

EFFECT OF IRRIGATION AND FERTILIZATION OF NITROGEN AND POTASSIUM ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF CHERRY

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu mikrozraszania i nawożenia azotowo-potasowego na aktywność fotosyntetyczną i jakość plonów dwóch odmian wiśni.

Badania przeprowadzone w latach 2008-2009 (w dziesiątym roku po posadzeniu), na drzewach wiśni odmian 'Łutówka' i 'Kelleris'. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. split-plot), w siedmiu powtórzeniach. Drzewa uprawiano w rozstawie: 4 x 2 m.

Zastosowanie nawadniania oraz nawożenia azotem i potasem wpływało na przebieg procesów fizjologicznych. Drzewa nawadniane intensywniej asymilowały dwutlenek węgla i transpirowały wodę. Nie wywarło natomiast wpływu na stężenie CO_2 w aparatach szparkowych. Nawadnianie przyczyniło się do zmniejszenia wartości indeksu azotowego oraz zazielenienia liści, na każdej wysokości korony drzewa. Wzrost poziomu nawożenia N i K zwiększał wartość obu wskaźników.

Istotnie większą sprawność aparatu fotosyntetycznego liści stwierdzono w odmianie 'Kelleris'.

Pod wpływem nawadniania przyrost plonu owoców średnio z obu odmian wyniósł 10,3%.

Spośród odmian większym plonowaniem wykazała się 'Kelleris', chociaż różnica w plonach nie była duża. Zastosowanie dodatkowego nawożenia azotowo-potasowego w dawce 160 $kg \times ha^{-1}$ zwiększyło plon owoców, w porównaniu do obiektu kontrolnego o 12,5%.

Nie stwierdzono istotnego wpływu ocenianych czynników doświadczalnych na masę 100 owoców wiśni.

Spośród badanych czynników, zastosowanie nawożenia azotem i potasem w łącznej dawce 160 kg×ha^{-1}, zwiększyło w owocach zawartość azotu, fosforu, potasu i cynku. Poprawa uwilgotnienia gleby zmniejszyła koncentrację azotu i żelaza zwiększyła natomiast zawartość potasu, wapnia, magnezu i cynku. Odmiana nie miała wpływu na skład chemiczny owoców.

Słowa kluczowe: wiśnia, nawadnianie, nawożenie azotem i potasem, aktywność fotosyntetyczna liści, indeks azotowy, indeks zazielenienia, względna zawartość wody w liściach

Summary

The aim of this study was to assess the impact of microsprinkler and nitrogen-potassium fertilization on photosynthetic activity and quality of two varieties of cherry crop.

The study was conducted in 2008-2009 (in the tenth year after planting), the varieties of cherry trees 'Łutówka' and 'Kelleris'. The experiment was a randomized block design in the system dependent (called split-plot) in seven iterations. Trees grown in the span of 4 x 2 m

The use of irrigation and nitrogen and potassium fertilization effect on physiological processes. Trees irrigated intensively assimilated carbon dioxide and water transpired. But had no effect on the concentration of CO2 in the stomatal apparatus. Irrigation has contributed to the reduction of nitrogen index and greening leaves on each tree crown height.

The increase in fertilizer N and K increased the value of both indicators. Significantly more efficient photosynthetic apparatus of leaves found in the variety 'Kelleris'.

Under the influence of irrigation increase in average fruit yield of the two varieties was 10.3%.

Among the larger yielding varieties showed 'Kelleris', although the difference in yields was not large.

The use of additional nitrogen-potassium in a dose of 160 kg ha-1 increased fruit yield, as compared to the control was 12.5%.

No significant effect of experimental factors assessed by mass one handred cherries. Among the factors studied, the use of nitrogen and potassium in the total dose of 160 kg ha-1, increased in the fruits of nitrogen, phosphorus, potassium and zinc. Improving soil moisture with reduced nitrogen and iron concentration increased and the content of potassium, calcium, magnesium and zinc. Variety did not affect the chemical composition of the fruit.

Key words: *cherry, irrigation, fertilization with nitrogen and potassium, leaf photosynthetic activity, an index of nitric greening index, relative water content in the leaves*

WSTĘP

W Polsce wiśnie stanowią bardzo ważną pozycję w produkcji owoców. Pod względem wartości produkcji zajmują one drugie lub trzecie miejsce po jabłkach i truskawkach. Od szeregu lat należymy do największych producentów owoców w Unii Europejskiej. I mimo występującego w ostatnich latach regresu uprawy wciąż poszukuje się efektywnych technologii produkcji, ukierunkowanych na poprawę jakość owoców tego gatunku [Brzozowski , Klimek 2010].

Zróżnicowaną reakcję roślin na stres suszy, w aspekcie aktywności fotosyntetycznej liści, badano w szeregu doświadczeniach. Głównie oceniano wpływ niedoboru wody w konkretnym gatunku. W głównej mierze były to doświadczenia wazonowe lub terenowe, pod osłonami. Spośród badanych parametrów fizjologiczno-biochemicznych, najczęściej pojawia się intensywność asymilacji i transpiracji oraz aktywność enzymów oksydacyjnych, znacznie mniej badań prowadzono z różnymi odmianami [Treder 2006].

Analiza aktywności fotosyntetycznej roślin, to nie tylko ocena pod kątem jej wpływu na produkcję biomasy, ale przede wszystkim oddziaływania na jakość plonu.

W produkcji owoców jest to szczególnie ważne, gdyż mamy do czynienia z produktem bezpośrednio konsumowanym, często nie przetwarzanym [Podsiadło i in. 2009, Rzekanowski i Rolbiecki 1996].

Większość dotychczas przeprowadzonych doświadczeń z nawadnianiem i nawożeniem oraz odmianą prowadzono w sadach jabłoniowych. Wciąż mała jest wiedza na temat wpływu tych zabiegów w sadach pestkowych [Treder 2006]. Celem pracy była ocena wpływu nawadniania i nawożenia azotem i potasem na aktywność fotosyntetyczną wiśni.

METODYKA

W latach 2008-2009 przeprowadzono ścisłe doświadczenia polowe, w Stacji Doświadczalnej w Lipniku k/Stargardu Szczecińskiego. Oceniano w nich wpływ nawadniania, odmiany oraz dawek nawożenia azotem i potasem na wybrane parametry aktywności fotosyntetycznej liści oraz na jakość plonu owoców.

Doświadczenia założono metodą losowanych podbloków, w układzie zależnym (ang. split-split-plot), w siedmiu powtórzeniach. Wszystkie badania przeprowadzono na drzewach wchodzących w ósmy i dziewiąty rok owocowania. Drzewa były sadzone w rozstawie 4x2 m. Między rzędami utrzymywano murawę, a w rzędach ugór herbicydowy.

Schemat doświadczenia obejmował trzy czynniki; I rzędu – nawadnianie podkoronowe (minizraszanie): obiekty kontrolne – O (bez nawadniania); obiekty

nawadniane – W, przy potencjale wodnym gleby poniżej 0,01 MPa. Zabieg nawadniania wykonano minizraszaczami typu Hadar, o promieniu zraszania 1m i wydajności 2,5 $l \times h^{-1}$. Na każde drzewo przypadał jeden zraszacz. Czynnik drugiego rzędu – odmiany 'Kelleris' i 'Łutówka'. Czynnik trzeciego rzędu – poziomy nawożenia azotem i potasem: 0NK – kontrola (bez nawożenia), 1NK – 80 kg $NK \times ha^{-1}$ (40+40), 2NK – 160 kg $NK \times ha^{-1}$ (80+80). Do nawożenia zastosowano: saletrę amonową - 34% N i sól potasową - 60% K.

W okresie wegetacji wykonano pomiary indeksu azotowego oraz zazielenienia liści, przenośnymi miernikami, odpowiednio N-testerem i Chlorofilometrem – SPAD 502 oraz aktywności fotosyntetycznej – gazoanalizatorem LCA-4. Materiał do badań stanowiły pomiary wykonane na liściach z długopędów rozmieszczonych na obwodzie korony, ze wszystkich powtórzeń każdej kombinacji doświadczalnej, przeprowadzone w trzech terminach. Ze względu na podobny wpływ czynników doświadczalnych na analizowane parametry fizjologii liści, we wszystkich trzech terminach badań okresu wegetacji, w pracy zamieszczono dane dotyczące jednego terminu pomiaru, wykonanego w fazie dojrzewania owoców. Po zbiorach, w owocach oceniono zawartość makro-i mikroelementów, według powszechnie przyjętej metodyki badań laboratoryjnych.

Wyniki badań dotyczące aktywności fotosyntetycznej liści oraz plonowania opracowano statystycznie, z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, na średnich obiektowych z pojedynczych doświadczeń, z odtworzonymi błędami, a istotność różnic przy $NIR_{0,05}$ oceniono testem Tuckey'a.

WYNIKI I DYSKUSJA

Z analizy danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że spośród czynników doświadczenia, największy wpływ na aktywność fotosyntetyczną liści miało nawadnianie i odmiana. Pod wpływem pierwszego z czynników zaobserwowano wzrost intensywności transpiracji i asymilacji, odpowiednio o: 42,6% i 21,8%. Nie stwierdzono natomiast wpływu analizowanych czynników na aktywność aparatów szparkowych. W pewnym stopniu potwierdza to dosyć powszechny pogląd o niskiej aktywności fotosyntetycznej komórek szparkowych. Wynika to m.in. z tego, że zawierają one około 30 razy mniej chlorofilu niż komórki mezofilu, a zatem ich ogólna aktywność fotosyntetyczna może stanowić zaledwie około 0,1-0,2 procenta aktywności komórek mezofilu [Maleszewski, Kozłowska-Szerenos 1998].

Tabela 1. Wpływ czynników doświadczenia na aktywność fotosyntetyczną liści
Table 1. Influence of experimental factors on the photosynthetic activity of leaves

Obiekty Obiects		E**	A	g_c	C_i	T_{leaf}
Nawadnianie Irrigation	O	1,48	9,44	0,16	231,5	29,0
	W	2,11	11,5	0,16	233,8	28,5
Odmiana Variety	Kelleris	2,01	11,7	0,16	240,1	28,7
	Łutówka	1,57	9,30	0,16	225,1	28,7
Nawożenie Fertilization	0NK	1,69	10,0	0,16	230,0	28,6
	2NK	1,89	11,0	0,16	235,2	28,8
$NiR_{0.05}$ dla $LSD_{0.05}$ for	nawadniania irrigation	0,54	1,04	r.n.*	r.n.	r.n.
	odmiana variety	0,33	1,19	r.n.	r.n.	r.n.
	nawożenie fertilization	0,17	0,89	r.n.	r.n.	r.n.

*r.n. – różnica nieistotna – not significant difference
**intensywność transpiracji (E) [mmol $H_2O \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$], intensywność asymilacji (A) [µmol $CO_2 \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$], przewodność szparkową (g_c) [mmol $H_2O \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$], stężenie CO_2 w przestworach międzykomórkowych (Ci) [µmol $CO_2 \cdot mol^{-1}$powietrza], temperaturę (T) [^oC].
intensity of transpiration (E) [mmol $H_2O \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$], the intensity of assimilation (A) [umol $CO_2 \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$], stomatal conductance (g_c) [mmol $H_2O \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$], the concentration of CO_2 into the distance intercellular (Ci) [umol $CO_2 \cdot mol^{-1}$air], temperature (T) [^0C].

Istotnie większą sprawność aparatu fotosyntetycznego liści stwierdzono w odmianie ‘Kelleris’. Świadczy o tym większa intensywność transpiracji i asymilacji, w porównaniu do liści odmiany ‘Łutówka’, odpowiednio o 28,0% i 25,8%.

Zastosowanie nawożenia azotem i potasem spowodowało wzrost intensywności transpiracji o 11,8%. Podobnie intensywność asymilacji była większa o 10% w liściach drzew nawożonych azotem i potasem w dawce 160 kg×ha^{-1}. Nie stwierdzono natomiast, istotnego wpływu dodatkowego zasilenia roślin w/w składnikami na pozostałe parametry fotosyntezy liści. Rezultaty badań własnych potwierdzają opinie innych autorów, według której, w warunkach niedoboru wody następuje zamykanie aparatów szparkowych, co w konsekwencji ogranicza intensywność transpiracji i absorbcji CO_2 [Jaumień 2001, Treder 2006].

Spośród składników pokarmowych, w aktywizacji procesu fotosyntezy bardzo ważną rolę odgrywa azot jako katalizator procesów oksydoredukcyjnych oraz potas, który odgrywa istotną rolę w ruchach aparatów szparkowych, a przez to w wymianie CO_2 i przebiegu fotosyntezy [Guzewski i in. 1998, Jaumień 2001, Pilarski 2000].

Istotne oddziaływanie nawadniania, odmiany i nawożenia na intensyfikację zwłaszcza procesu transpiracji i asymilacji roślin sadowniczych, stwierdzili w swych badaniach inni autorzy [Jaroszewska i in. 2009, Koszański i in. 2006, Treder 2006].

Tabela 2. Wpływ nawadniania, nawożenia i odmiany na indeks zazielenienia liści
Table 2. Effect of irrigation, fertilization and variety on the index leaf greening

Obiekt Object		Część korony drzewa Part of crown			Średnio Average
		dolna lower	środkowa median	górna upper	
Nawadnianie Irrigation	O	43,8	43,1	45,7	44,2
	W	42,8	40,4	42,9	42,0
Odmiana Variety	Kelleris	44,4	41,2	44,5	43,4
	Łutówka	42,2	42,3	44,1	42,9
Nawożenie Fertilization	0NK	42,1	40,8	41,0	42,3
	2NK	44,5	42,7	47,6	43,9
$NiR_{0.05}$ dla $LSD_{0.05}$ for	nawadniania irrigation	r.n.*	2,5	2,2	r.n.
	odmiany variety	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	nawożenia fertilization	2,0	1,5	3,4	1,1

*r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Rezultaty badań własnych wskazują na odmienny wpływ nawadniania na wielkość indeksu zazielenienia, jak i indeksu azotowego. W obu przypadkach poprawa uwilgotnienia gleby powodowała spadek wartości obu wskaźników w liściach znajdujących się w środkowej i górnej części korony drzewa, zaś wpływ odmiany był nieistotny [tab. 2 i 3]. Wyniki te wskazują, iż intensywność fotosyntezy nie zależy od stężenia chlorofilu w liściach, ale prawdopodobnie od jego aktywności fotosyntetycznej. Jak wiadomo, nie cały zawarty w roślinie chlorofil bierze udział w procesie fotosyntezy, może pełnić on również inne funkcje, np. ochronne, co potwierdza pogląd, że rośliny narażone na stres zawierają większe jego ilości [Pilarski 2000].

Wzrosły natomiast wartości obu wskaźników w warunkach poprawy odżywienia roślin. Zastosowanie nawożenia azotem i potasem, w łącznej dawce 160 kg×ha^{-1} spowodowało przyrost wartości indeksu zazielenienia oraz azotowego na wszystkich poziomach korony drzewa wiśni [tab. 2 i 3]. W największym stopniu dotyczyło to liści znajdujących się w górnej części korony.

Wzrost aktywności fotosyntetycznej liści w warunkach poprawy uwilgotnienia i stanu odżywienia roślin wykazany w badaniach własnych, jak też intensywność asymilacji i transpiracji oraz oddziaływanie czynnika odmianowego, uwidocznił się w wielkości wytworzonej biomasy plonu owoców [tab. 4]. Potwierdza to wyniki przedstawione w badaniach innych autorów [Jaroszewska i in. 2009, Koszański i in. 2005, Pacholak in. 2007 Treder 2006].

Tabela 3. Wpływ nawadniania, nawożenia i odmiany na indeks azotowy liści
Table 3. Effect of irrigation, fertilization and variety on the index leaf nitrogen

Obiekt Object		Część korony drzewa Part of crown			Średnio Average
		Dolna lower	Środkowa median	Górna upper	
Nawadnianie Irrigation	O	345	361	368	358
	W	339	336	326	334
Odmiana Variety	Kelleris	342	347	351	347
	Łutówka	342	350	343	345
Nawożenie Fertilization	0NK	321	330	324	325
	2NK	363	367	370	367
$NiR_{0.05}$ dla $LSD_{0.05}$ for	nawadniania irrigation	r.n.*	15	23	r.n..
	odmiany variety	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	nawożenia fertilization	21	22	44	30

*r.n. – różnica nieistotna - not significant difference

Tabela 4. Wpływ nawadniania i odmiany na plon i masę 100 owoców
Table 4. Effect of irrigation and variety on yield and fruit weight of 100

Obiekt Object		Plon [kg ·drzewo^{-1}] Yield [kg·tree^{-1}]	Masa 100 owoców [kg] Weight of 100 fruits [kg]
Nawadnianie Irrigation	O	9,7	0,83
	W	10,7	0,86
Odmiana Variety	Kelleris	10,5	0,84
	Łutówka	9,9	0,85
Nawożenie Fertilization	0NK	9,6	0,84
	2NK	10,8	0,85
$NiR_{0.05}$ dla $LSD_{0.05}$ for	nawadniania irrigation	0,7	r.n.*
	odmiany variety	0,5	r.n.
	nawożenia fertilization	1,2	r.n.

*r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Pod wpływem nawadniania przyrost plonu owoców wyniósł 10,3%. Spośród odmian większym plonowaniem wykazała się ‘Kelleris’, chociaż różnica w plonach nie była duża.

Zastosowanie dodatkowego nawożenia azotowo-potasowego w dawce 160 kg×ha^{-1} zwiększyło plon owoców, w porównaniu do obiektu kontrolnego o 12,5%. Nie stwierdzono istotnego wpływu ocenianych czynników doświadczalnych na masę owoców wiśni.

Tabela 5. Wpływ nawadniania na zawartość makro- i mikroelementów w owocach
Table 5. The effect of irrigation on the content of macro-and microelements in fruit

Obiekty Obiects		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	$N\text{-}NO_3$
		[g · kg^{-1}]					[mg · kg^{-1}]		
Nawadnianie	O	11,5	2,18	11,2	0,68	0,77	90,0	12,5	44,5
Irrigation	W	11,2	2,20	11,6	0,71	0,80	80,0	13,0	44,5
Odmiana	Kelleris	11,3	2,17	11,4	0,70	0,80	85,0	12,7	44,5
Variety	Łutówka	11,3	2,19	11,4	0,69	0,77	85,0	12,7	44,5
Nawożenie	0NK	11,1	2,03	11,0	0,69	0,79	90,0	12,5	44,0
Fertilization	2NK	11,6	2,32	11,8	0,69	0,77	80,0	13,0	45,0

Poza istotnym wzrostem plonowania owoców nawadnianych i nawożonych sadów, zabiegi te mogą wywierać również wpływ na jakość zebranych owoców [Podsiadło i in. 2009, Rzekanowski i Rolbiecki 1996].

Badane czynniki w niewielkim stopniu modyfikowały zawartość makro- i mikroelementów w owocach wiśni, co w pewnym zakresie potwierdza wcześniejsze doświadczenia Podsiadło i in. 2009. Zmiany dotyczyły głównie owoców zebranych z obiektów nawożonych azotem i potasem. Zawierały one więcej fosforu, potasu i żelaza, w porównaniu do owoców z obiektu kontrolnego, odpowiednio o 14,3%, 7,30% i 12,5%.

WNIOSKI

1. Zastosowanie nawadniania zwiększało aktywność fotosyntetyczną liści, przez wzrost intensywności asymilacji i transpiracji. Obniża natomiast, odmiennie aniżeli czynnik nawozowy, względną zawartość chlorofilu i azotu, wyrażoną ich indeksami. Wpływ odmiany dotyczył jedynie intensywności asymilacji i transpiracji, których wartości były większe u lepiej plonującej odmiany 'Kelleris'.
2. Wszystkie oceniane czynniki doświadczalne zwiększały istotnie plon owoców wiśni, nie miały natomiast wpływu na masę owoców.
3. Spośród badanych czynników, zastosowanie nawożenia azotem i potasem w łącznej dawce 160 kg×ha^{-1}, zwiększyło w owocach zawartość fosforu, potasu i żelaza. Poprawa uwilgotnienia gleby zmniejszyła koncentrację azotu i żelaza zwiększyła natomiast zawartość potasu, wapnia, magnezu i cynku. Odmiana nie miała wpływu na skład chemiczny owoców.

BIBLIOFRAFIA

Brzozowski P., Klimek G. *Opłacalność produkcji wiśni w Polsce w latach 2000-2010*. Zesz. Nauk. ISiK Skierniewice, 2010, t 18, s. 181-183.

Guzewski W., Lipecki M., Jadczuk E. *Intensywność fotosyntezy i poziomu odżywienia jabłoni odmiany Katja w zależności od nawadniania i nawożenia potasem*. I Ogólnopolskie Sympozjum mineralnego odżywiania Roślin Sadowniczych Skierniewice 1-2.12.1998, s. 89-112.

Jaroszewska A., Podsiadło C., Rumasz-Rudnicka E. *Wpływ nawadniania podkoronowego oraz nawożenia mineralnego na aktywnośc fotosyntetyczną trzech gatunków drzew pestkowych.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. 3/2009, 2009, s. 201-211.

Jaumień F., *Czy można oddziaływać na przebieg fotosyntezy w sadzie ?*. Ogrodnictwo 4, 2001, s. 13-17.

Koszański Z., Friedrich S., Podsiadło C., Rumasz-Rudnicka E., Karczmarczyk S. *Wpływ nawadniania i nawożenia mineralnego na budowę morfologiczną i anatomiczną, aktywność niektórych procesów fizjologicznych oraz plonowanie truskawki*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. IMUZ Falenty. t. 5 z. 2 (15), 2005, s. 145-154.

Maleszewski S., Kozłowska-Szerenos B. *Aktualne problemy badań nad aparatami szparkowymi.* Wiadomości Botaniczne. 42 (3/4), 1998, s. 21-31.

Pacholak E., Zydlik Z., Zachwieja M., Rutkowski K. *Effect of irrigation and fertilization on the growth and yielding of apple-trees cultivar* 'Sampion' in a replanted orchard. Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus, 2007, 6 (3): 3-13.

Pilarski J. *Photosynthetic activity of stems and leaves of apple, sweet cherry and plum trees.* Folia Hort. 12/1, 2000, s. 41-44.

Podsiadło C., Jaroszewska A., Rumasz-Rudnicka E., Kowalewska R. *Zmiany składu chemicznego owoców wiśni uprawianych w różnych warunkach wodnych i nawozowych.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. 3/2009, 2009, s. 223-231.

Rzekanowski Cz., Rolbiecki S. *Wpływ nawadniania kroplowego na niektóre cechy jakościowe plonu wybranych gatunków roślin sadowniczych.* Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 438, 1996, s. 213-217.

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

Prof. dr hab. inż. Cezary Podsiadło,
Dr inż. Anna Jaroszewska
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel. (091)4496245/49,
nawodnienia@zut.edu.pl