INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 201–112
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Anna Jaroszewska, Cezary Podsiadło, Ewa Rumasz-Rudnicka

WPŁYW NAWADNIANIA PODKORONOWEGO ORAZ NAWOŻENIA MINERALNEGO NA AKTYWNOŚĆ FOTOSYNTETYCZNĄ TRZECH GATUNKÓW DRZEW PESTKOWYCH

INFLUENCE OF UNDER - CROWN IRRIGATION AND MINERAL FERTILIZATION ON THE PHOTOSYNTETIC ACTIVITY AND YIELDING OF SOME SPECIES OF STONE FRUITS TREES

Streszczenie

W latach 2003–2005 założone zostały trzy dwuczynnikowe doświadczenia polowe, w których mierzono aktywność fotosyntetyczną liści trzech gatunków drzew pestkowych (wiśnia, brzoskwinia, śliwa) uprawianych w Stacji Doświadczalnej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego, na glebie zaliczanej do IV b klasy bonitacyjnej, kompleksu żytniego dobrego, a pod względem uprawy do gleb lekkich o małej retencji wody użytecznej. Wszystkie doświadczenia zostały założone na drzewach w czwartym roku po posadzeniu. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. *split-plot*) w siedmiu powtórzeniach z wiśnią, w pięciu powtórzeniach z brzoskwinią i czterech powtórzeniach ze śliwą. Pomiędzy drzewami utrzymywano murawę, natomiast w rzędach ugór herbicydowy. Drzewa uprawiano w zróżnicowanych warunkach wodnych: O – kontrola (bez nawadniania); W – obiekty nawadniane oraz nawozowych: w uprawie wiśni i śliwy zastosowano następujące kombinacje nawozowe: 0 NPK - kontrola (bez nawożenia), 1 NPK – 130 kg NPK·ha^{-1}, 2 NPK – 260 kg NPK·ha^{-1}; natomiast w uprawie brzoskwini: 0 NPK - kontrola (bez nawożenia), 1 NPK – 150 kg NPK·ha^{-1}, 2 NPK – 300 kg NPK·ha^{-1}. Pomiary fotosyntezy wykonano w ujęciu dynamicznym na dobrze wykształconych liściach jednorocznych pędów, jedynie na skrajnych obiektach nawozowych.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że aktywność fotosyntetyczna liści wiśni, brzoskwini i śliwy była wyższa na obiektach nawadnianych.

Czynnik wodny zwiększył również stężenie CO_2 w komórkach szparkowych oraz przewodność dyfuzyjną szparek. Na poletkach nawożonych wzrosła intensywność asymilacji CO_2 w liściach brzoskwini i śliwy oraz transpiracji w liściach wiśni i śliwy. Plony owoców na poletkach nawadnianych oraz nawożonych były wyraźnie wyższe w porównaniu do uprawianych w warunkach naturalnych.

Słowa kluczowe: fotosynteza, nawadnianie, nawożenie mineralne, plonowanie drzew pestkowych

Summary

In the years of 2003–2005 two-factors field experiment was set up in ES Lipnik near Stargard Szczeciński on the sandy soil (good rye complex) and a small retencion of usefulness water. The aim of the study was to determine the effect of irrigation and mineral fertilization on the photosynthetic activity the leaves of some species of stone fruit trees. All experiments were done on the trees 4 years after planting. The experiments were designer by split-plot method in 7 replications with cherry, 5 replications with peach, and 4 replications with plum. Among the trees was the lawn but in the rows the selective herbicide fallow was kept. Two factors were considered: irrigation (O – control, W –under – crown irrigation) and mineral fertilization for cherry and plum 0 NPK – control (without fertilization), 1 NPK – 130 kg NPK·ha^{-1}, 2 NPK – 260 kg NPK·ha^{-1}; and for peach 0 NPK – control (without fertilization), 1 NPK – 150 kg NPK·ha^{-1}, 2 NPK – 300 kg NPK·ha^{-1}. Measurements of cherry, peach and plum leaves photosynthesis were done on well developer leaves on one year old branches.

On basic of obtained results was found that photosynthetic activity of cherry peach and plum leaves was higher in the leaves from irrigated plants. Supplemental irrigation also increased CO_2 concentration in stomata cells and also diffusion conductivity of stomata.

Yielding of tested species on the irrigated and fertilized fields were higher. Fertilization and irrigation factor higher photosynthesis processes in plants. On the fertilized plots intensity of CO_2 assimilation in the leaves of plum and peach significantly increased and also transpiration in plum and cherry leaves. Yields of fruit on the irrigated and fertilized plots were significantly higher comparing to those cultivated in natural conditions.

Key words: *photosynthesis, irrigation, mineral fertilization, stone fruit yielding*

WSTĘP

Przebieg procesu fotosyntezy uwarunkowany jest szeregiem czynników wewnętrznych, do których należą: sprawność aparatu asymilacyjnego, czyli liści, barwniki asymilacyjne, enzymy, koenzymy katalizujące poszczególne ogniwa reakcji świetlnych i ciemniowych tego procesu oraz zewnętrznych; jak: światło, temperatura powietrza, stężenie CO_2 wokół drzew, zasoby wody w glebie i atmosferze oraz związków mineralnych. Powierzchnia liści drzew owocowych pokryta kutikulą jest bardzo słabo przepuszczalna dla dwutlenku węgla.

Do przestrzeni międzykomórkowych przenika on głównie przez szparki znajdujące się po spodniej stronie liścia. Stopień rozwarcia szparek decyduje o intensywności wymiany CO_2 i O_2. Bezpośrednią przyczyną otwierania i zamykania szparek są zmiany turgoru w komórkach szparkowych i epidermalnych, związane ze zmieniającym się potencjałem wodnym. Dostępność wody jest więc jednym z podstawowych czynników warunkujących optymalny poziom fotosyntezy, aczkolwiek woda nie stanowi zazwyczaj czynnika, który bezpośrednio uczestniczy w regulacji reakcji fotosyntezy. Jest ona bowiem powiązana z ogólną gospodarką wodną rośliny, a w szczególności z transpiracją [Jaumień 2001, Strzałka 1998]. Równie ważnym jak woda czynnikiem, mającym duże znaczenie w procesie fotosyntezy są związki mineralne. Ich brak może spowodować zahamowanie jej przebiegu, a tym samym obniżyć plon uprawianych roślin. Według Wojcieskiej [1994] zwiększone zaopatrzenie roślin w azot aktywizuje procesy wzrostu, co odzwierciedla się między innymi w zwiększeniu powierzchni liści i stopnia rozkrzewienia. Nie pozostaje to bez wpływu na intensywność fotosyntezy i aktywność fotosyntetyczną roślin oraz na akumulację wytworzonych asymilantów, a w efekcie na produktywność fotosyntezy i wielkość plonu. Ponadto optymalne zaopatrzenie drzew w azot podnosi zawartość chlorofilu w liściach w wyniku czego zwiększa absorbcję światła. Z kolei fosfor jest składnikiem kwasów nukleinowych, nukleotydów i koenzymów [Jaumień 2001], a jony potasu odgrywają ważną rolę w ruchu aparatów szparkowych, co wskazuje na ścisłe powiązanie funkcji K^+ z przebiegiem fotosyntezy [Starck 1998].

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanych warunków wilgotnościowych i nawożenia mineralnego na plonowanie oraz aktywność fotosyntetyczną w liściach wiśni, brzoskwini i śliwy.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2003–2005 zostały założone trzy dwuczynnikowe doświadczenia polowe w Stacji Doświadczalnej Lipnik k. Stargardu Szczecińskiego, na glebie lekkiej, zaliczanej do kompleksu żytniego dobrego. W każdym z doświadczeń oceniano: wpływ nawadniania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plonowanie oraz aktywność fotosyntetyczną wybranych gatunków drzew pestkowych (wiśnia, brzoskwinia i śliwa). Wszystkie doświadczenia były założone metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. *split-plot*), w siedmiu powtórzeniach w doświadczeniu z wiśnią, pięciu z brzoskwinią i czterech powtórzeniach w doświadczeniu ze śliwą. Wszystkie doświadczenia były przeprowadzone na drzewach w czwartym roku po posadzeniu, wchodzących w trzeci rok owocowania. Między drzewami utrzymywano murawę, a w rzędach drzew – ugór herbicydowy. Czynnikiem I rzędu było nawadnianie podkoronowe (minizraszanie): O – kontrola (bez nawadniania); W-obiekty nawadniane, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej 0,01 MPa. Do nawadniania zastoso-

wano system podkoronowy, w którym woda rozprowadzana była za pomocą minizraszaczy typu Hadar o zasięgu zraszania dla wiśni r – 1 m, brzoskwini r – 1,5 m oraz śliwy r – 2 m. Wielkość dawek wody pod drzewa pestkowe w poszczególnych okresach wegetacji wahała się od 21,7 do 61,3 mm w zależności od sumy miesięcznych opadów atmosferycznych w poszczególnych latach badań (tab. 1). Czynnikiem II rzędu było nawożenie mineralne. W uprawie wiśni i śliwy zastosowano następujące dawki nawozów: 0 NPK – kontrola (bez nawożenia), 1 NPK – 130 kg NPK·ha^{-1} (40+30+60), 2 NPK – 260 kg NPK·ha^{-1} (80+60+120); natomiast w uprawie brzoskwini: 0 NPK – kontrola (bez nawożenia), 1 NPK – 150 kg NPK·ha^{-1} (40+50+60), 2 NPK – 300 kg NPK·ha^{-1} (80+100+120). Nawozy azotowe stosowano wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji, natomiast fosforowe i potasowe jesienią zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Pomiary aktywności fotosyntetycznej liści wykonano w ujęciu dynamicznym (w okresie zawiązywania owoców, zbiorów, oraz miesiąc po zbiorach), analizatorem LCA-4. Do pomiarów wybierano dobrze wykształcone liście pochodzące ze środkowej części jednorocznych pędów znajdujących się na zewnętrznej partii korony, na połowie jej wysokości.

Tabela 1. Dawki wody zastosowanej do nawadniania w latach 2003–2005 (mm)
Table 1. Supplemental irrigation of stone fruit trees in years 2003–2005 (mm)

Lata	Gatunek		
	wiśnia	brzoskwinia	śliwa
2003	61,3	53,3	37,9
2004	27,5	28,6	21,7
2005	48,8	42,8	26,1
łącznie	137,6	124,7	85,7

Tabela 2. Sumy opadów (mm) oraz średnie wartości temperatury powietrza (°C) w latach 2003–2005
Table 2. Sum of rainfall (mm) and mean air temperature (°C) in years 2003–2005

Miesiąc	Średnie wieloletnie 1961–1964		Opady (mm)			Temperatura (°C)		
	Opady (mm)	Temperatura (°C)	Lata					
			2003	2004	2005	2003	2004	2005
IV	37,8	7,2	14,5	20,7	13,7	7,6	9,4	9,2
V	51,1	12,5	33,8	39,5	67,5	15,0	13,0	13,1
VI	61,3	15,9	29,7	61,0	25,7	17,2	16,0	15,8
VII	63,2	17,4	80,7	69,8	76,2	20,4	17,9	19,4
VIII	56,1	17,0	16,0	47,2	53,2	20,6	19,9	16,6
IX	46,8	13,2	45,7	33,5	25,8	14,4	13,9	15,5
X	38,9	8,6	35,1	40,0	20,5	5,7	9,6	10,2
IV–X	355,2	13,1	255,5	311,7	282,6	14,4	14,2	14,3

Warunki klimatyczne w latach w których prowadzono badania (2003––2005) były zróżnicowane. Najcieplejszym i najsuchszym był pierwszy rok badań (2003), w którym średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji drzew wyniosła 14,4°C, natomiast suma opadów 255,5 mm. Najniższą średnią temperaturę powietrza w okresie badawczym zanotowano w 2004 roku (14,2° C), z kolei suma opadów na poziomie 311,7 mm była najwyższa spośród trzech lat badań (tab. 2). Porównując warunki klimatyczne panujące w latach 2003–2005 do wielolecia, można uznać, że lata, w których przeprowadzono badania były cieplejsze i bardziej suche. W kolejnych latach badań średnia temperatura powietrza była wyższa od wielolecia, odpowiednio o 10%, 8% i 9%, zaś sumy opadów atmosferycznych były w kolejnych trzech latach badań niższe o 28%, 12% oraz o 20% (tab. 2).

Wyniki badań dotyczące aktywności fotosyntetycznej liści oraz plonowania opracowywano 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. Przeprowadzono również analizę korelacji dla cech, które w istotny sposób różnicowały współdziałanie czynników doświadczalnych.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na aktywność fotosyntetyczną liści miało wpływ zarówno nawadnianie, jak i nawożenie mineralne (tab. 3). Jednak ich istotny wpływ zaznaczył się wyłącznie wzrostem stężenia CO_2 w komórkach szparkowych (Ci) oraz intensywności asymilacji. Nawadnianie spowodowało wzrost stężenia CO_2 w komórkach szparkowych (Ci) liści wiśni i śliwy kolejno o 10% i 41%. Oba zastosowane w doświadczeniu zabiegi zwiększyły intensywność asymilacji jedynie w liściach śliwy. Pod wpływem nawadniania jej intensywność zwiększyła się o 26%, a nawożenia mineralnego w najwyższej dawce (2 NPK) o 12%. Zastosowane uzupełniające nawadnianie oraz nawożenie mineralne nie wpłynęło w istotny sposób na zmianę intensywności asymilacji w liściach wiśni i brzoskwini, transpiracji oraz przewodności dyfuzyjnej szparek w liściach wszystkich badanych gatunków drzew, stężenia CO_2 w komórkach szparkowych (Ci) brzoskwini, a także wartości temperatury w poszczególnych obiektach doświadczenia. Na poletkach nawadnianych stwierdzono jednak tendencje do wzrostu intensywności asymilacji oraz transpiracji, które są z sobą wzajemnie powiązane ze względu na udział aparatów szparkowych w regulacji wymiany gazowej. Aby pobierać CO_2, roślina musi bowiem oddać wodę i odwrotnie. Podobne wyniki uzyskano w badaniach Koszańskiego i in. [2006] z borówka wysoką oraz Rumasz-Rudnickiej i Koszańskiego [2006] z truskawką. W warunkach ograniczonej dostępności wody następuje zamykanie komórek szparkowych, co wpływa na ograniczenie transpiracji i absorpcji CO_2 [Treder 2006]. W badaniach wła-

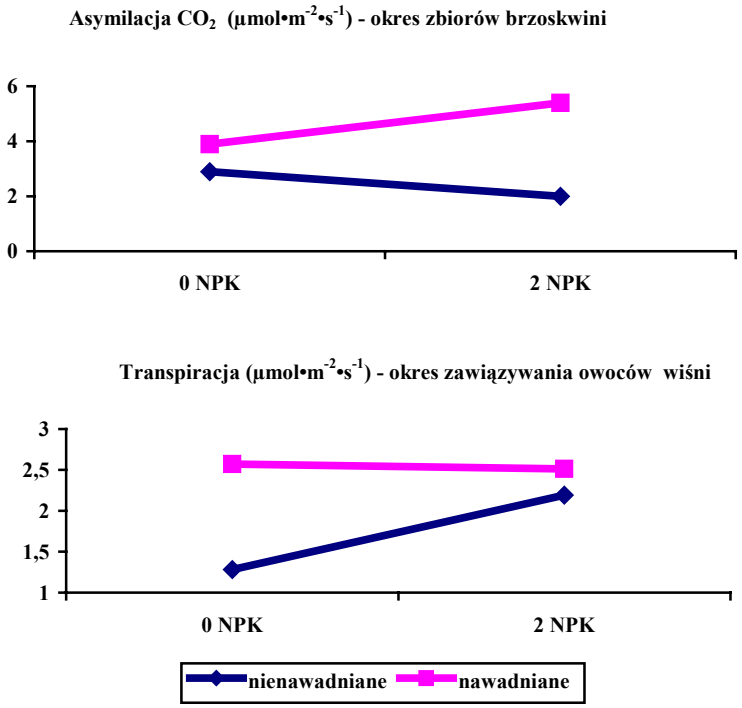
snych w liściach zebranych z poletek nawadnianych zanotowano wyższe stężenie CO_2 w komórkach szparkowych oraz przewodność dyfuzyjną szparek, prawdopodobnie na skutek otwartych szparek ułatwiających wnikanie CO_2 do liścia. Pod wpływem nawożenia w najwyższej dawce (2 NPK) wzrosła intensywność asymilacji CO_2 w liściach brzoskwini i śliwy oraz transpiracji w wiśni i śliwie. Stężenie dwutlenku węgla w komórkach szparkowych na obiektach nawożonych wzrosło wyłącznie w liściach wiśni. Mniejsze stężenie dwutlenku węgla w komórkach szparkowych na obiektach, na których stwierdzono wyższą asymilację CO_2 (2 NPK) było prawdopodobnie wynikiem intensywnie zachodzącej fotosyntezy, podczas której stężenie CO_2 wewnątrz liścia jest mniejsze niż w otaczającej atmosferze [Strzałka 1998]. Pod wpływem nawożenia przewodność dyfuzyjna zwiększyła się jedynie w liściach brzoskwini.

Tabela 3. Fotosyntetyczna aktywność liści drzew pestkowych
Table 3. Photosynthetic activity of stone fruit trees

Obiekty*		Asymilacja CO_2 ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	Transpiracja ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	C_i ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	g_c ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)	T leaf (°C)
Wiśnia						
Nawadnianie	O	10,40	1,56	311,5	0,12	22,4
	W	11,10	1,75	342,7	0,15	22,4
Poziomy nawożenia	0 NPK	10,76	1,48	326,9	0,13	22,2
	2 NPK	10,73	1,83	327,2	0,13	22,6
NIR $_{0,05}$ dla nawadniania		r.n. [1]	r.n.	29,1	r.n.	r.n.
NIR $_{0,05}$ dla nawożenia		r.n	r.n	r.n.	r.n.	r.n
Brzoskwinia						
Nawadnianie	O	6,46	1,62	250,5	0,16	25,2
	W	7,72	1,83	263,8	0,20	25,4
Poziomy nawożenia	0 NPK	6,74	1,77	265,6	0,17	25,2
	2 NPK	7,43	1,69	248,8	0,20	25,1
NIR $_{0,05}$ dla nawadniania		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
NIR $_{0,05}$ dla nawożenia		r.n	r.n	r.n.	r.n.	r.n.
Śliwa						
Nawadnianie	O	6,85	3,40	210,0	0,20	24,7
	W	8,65	3,58	296,9	0,27	24,9
Poziomy nawożenia	0 NPK	7,30	3,47	255,8	0,23	24,8
	2 NPK	8,20	3,55	251,2	0,23	24,9
NIR $_{0,05}$ dla nawadniania		0,61	r.n.	50,1	r.n.	r.n.
NIR $_{0,05}$ dla nawożenia		0,59	r.n	r.n.	r.n.	r.n.

C_i – stężenie CO_2 w komórkach szparkowych
T Leaf - temperatura liścia
g_c - przewodność dyfuzyjna szparek
* – jak w metodyce
[1] r.n. – różnica nie istotna

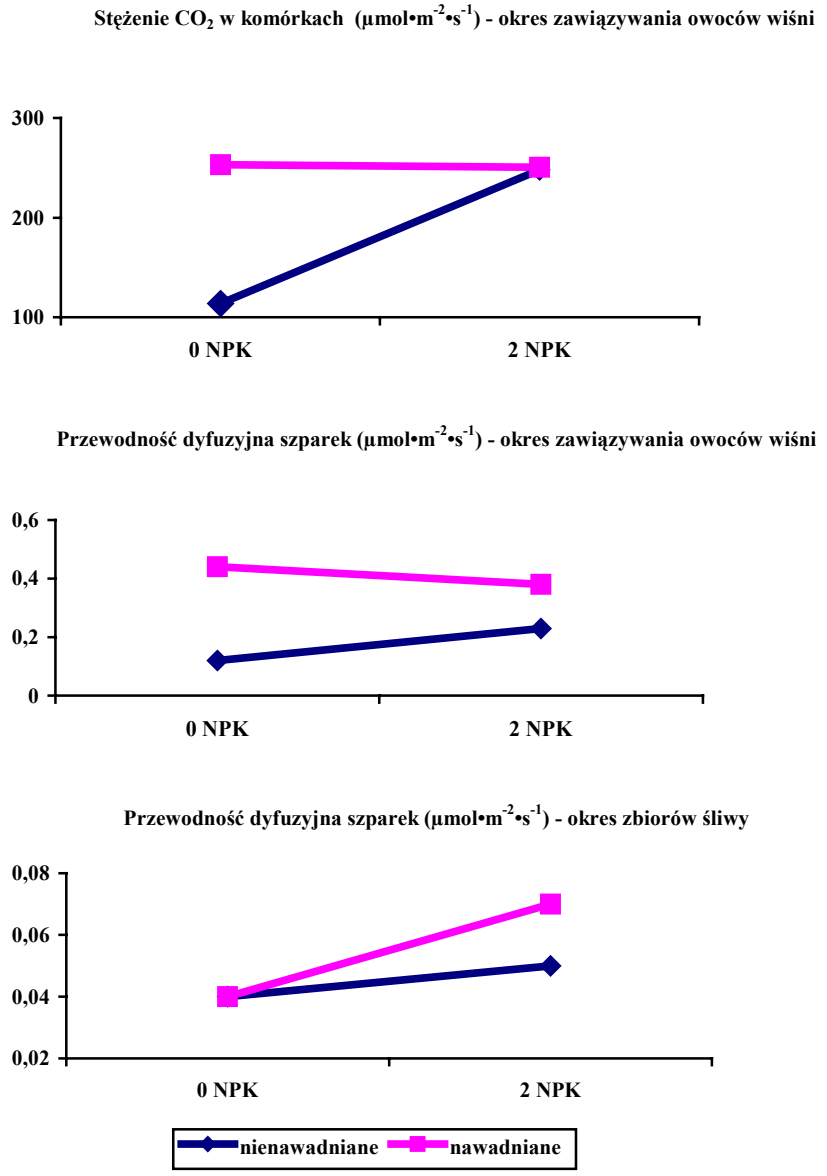
Współdziałanie nawadniania i nawożenia mineralnego w dawce 300 kg NPK·ha^{-1} (2 NPK) zwiększyło asymilację CO_2 w liściach brzoskwini w okresie zbiorów o 86% w porównaniu do obiektów kontrolnych. Wyniki badań przedstawione przez Guzowskiego i in. [1998] wskazują natomiast na obniżenie intensywności fotosyntezy w liściach jabłoni uprawianych na kombinacji nawadnianej i nawożonej potasem. W okresie zawiązywania owoców w liściach wiśni na obiektach nawadnianych w warunkach najwyższego nawożenia (260 kg NPK·ha^{-1}) zanotowano wzrost transpiracji o 96% (rys. 1).



Rysunek 1. Wpływ współdziałania nawadniania i nawożenia mineralnego na aktywność fotosyntetyczną liści drzew pestkowych
Figure 1. Influence of cooperation between irrigation and mineral fertilization on photosynthetic activity of stone fruit trees

Stężenie CO_2 w komórkach szparkowych i przewodność dyfuzyjna szparek w okresie zawiązywania owoców wiśni oraz przewodność dyfuzyjna szparek w okresie zbiorów śliwy była wyraźnie wyższa na obiektach nawadnianych i nawożonych dawką 260 kg NPK·ha^{-1} (2 NPK). Łączny efekt działania obu zabiegów wyraził się większym stężeniem CO_2 w komórkach szparkowych oraz wyższą przewodnością dyfuzyjną szparek w okresie zawiązywania owoców wiśni kolejno o 119% i 216% oraz wyższą przewodnością dyfuzyjną szparek

w okresie zbioru śliwy o 75% w porównaniu do obiektów nienawadnianych i nienawożonych (rys. 2).



Rysunek 2. Wpływ współdziałania nawadniania i nawożenia mineralnego na aktywność fotosyntetyczną liści drzew pestkowych
Figure 2. Influence of cooperation between irrigation and mineral fertilization on photosynthetic activity of stone fruit trees

Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż zastosowane w doświadczeniu zabiegi agrotechniczne sprzyjały procesowi fotosyntezy, a tym samym wpłynęły na podwyższenie plonów. Istotny wpływ nawadniania, niezależnie od nawożenia odnotowano w uprawie wiśni w pierwszym i drugim roku badań, kolejno o 21% i 22%, natomiast w uprawie brzoskwini jedynie w pierwszym roku badań o 25%. Plony owoców śliwy na poletkach nawadnianych zwiększyły się istotnie w trzech kolejnych latach badań, odpowiednio o 28%, 26% i 15% (tab. 4). Na obiektach nawożonych najwyższą dawką nawozów (2 NPK) plony wiśni istotnie wzrosły jedynie w ostatnim roku badań (o 39%), natomiast brzoskwini w dwóch kolejnych latach badań przy poziomie nawożenia 1 NPK (o 17% i 68%). Podobnie jak nawadnianie, również nawożenie mineralne miało istotny wpływ na zwyżkę plonów śliwy w całym okresie badawczym. W 2003 roku największy przyrost plonu zanotowano przy dawce 130 kg·NPK·ha^{-1} o 19%, a w kolejnych dwóch latach badań przy dawce 260 kg·NPK·ha^{-1} o 32% w 2004 roku i o 16% w 2005 roku (tab. 4).

Tabela 4. Plon owoców wiśni, brzoskwini i śliwy (w latach 2003–2005, t·ha^{-1})
Table. 4. Yield of sour cherry, peach and plum (in 2003–2005 years, t·ha^{-1})

Obiekty		Lata			
		2003	2004	2005	średnio
		wiśnia			
Nawadnianie	O	8,2	8,1	4,9	7,1
	W	9,9	9,9	5,3	8,4
Nawożenie	0 NPK	8,4	8,3	4,6	7,1
	1 NPK	9,9	9,9	4,3	8,0
	2 NPK	8,9	8,7	6,4	8,0
NiR $_{0,05}$ dla	nawadniania	1,2	1,2	r.n.	r.n.
	nawożenia	[1]r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
		brzoskwinia			
Nawadnianie	O	27,3	24,1	–	25,7
	W	34,2	24,7	–	29,5
Nawożenie	0 NPK	27,6	17,0	–	22,3
	1 NPK	32,4	28,5	–	30,5
	2 NPK	32,2	27,5	–	29,9
NiR $_{0,05}$ dla	nawadniania	1,8	r.n.	–	r.n.
	nawożenia	1,4	1,4	–	2,9
		Śliwa			
Nawadnianie	O	7,6	15,4	19,9	14,3
	W	9,7	19,4	22,9	17,3
Nawożenie	0 NPK	7,8	15,1	19,5	14,1
	1 NPK	9,3	17,2	21,9	16,1
	2 NPK	8,9	19,9	22,6	17,1
NiR $_{0,05}$ dla	nawadniania	0,5	3,6	2,9	r.n.
	nawożenia	0,9	2,6	2,3	1,6

* – jak w metodyce [1] r.n. – różnica nieistotna

Średnio pod wpływem nawadniania plon owoców wiśni, brzoskwini i śliwy wzrósł odpowiednio o 18%, 15% i 21%, natomiast pod wpływem nawożenia w najwyższej dawce (2 NPK) plon wiśni zwiększył się o 13%, brzoskwini o 37%, a śliwy o 21% (tab. 4). Korzystny wpływ nawadniania i nawożenia na wzrost plonowania owoców potwierdzają wyniki badań Ochmiana i in. [2004] oraz Ostrowskiej i Ochmiana [2003] z nawadnianiem jabłoni, Szewczuka i in. [1994] z nawadnianiem brzoskwini oraz Jadczuk i in. [2003] z nawożeniem jabłoni. W ostatnim roku badań [2005] drzewa brzoskwini nie owocowały, co było prawdopodobnie spowodowane uszkodzeniem pąków kwiatowych przez przymrozki. Zdaniem Jakubowskigo [2002] niskie temperatury wiosną w przypadku brzoskwini mogą powodować uszkodzenia pąków kwiatowych i kwiatów, co wiąże się z obniżeniem plonowania.

W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono wysokie współczynniki korelacji pomiędzy asymilacją CO_2 a plonem wiśni w drugim i trzecim roku badań, brzoskwini w pierwszym roku badań oraz śliwy w pierwszym i ostatnim roku badań (tab. 5). Analiza statystyczna wykazała również istotną dodatnią korelację pomiędzy transpiracją a plonem wiśni w pierwszym roku badań oraz wysoce istotną korelację między transpiracją a plonem wiśni w ostatnim roku badań (tab. 6).

Tabela 5. Zależności korelacyjne pomiędzy asymilacją (x), a plonem wiśni, brzoskwini i śliwy (y) (lata 2003–2005)

Table 5. The relation between assimilation (x), and yield of cherry, peach and plum (y) (2003–2005 years)

Gatunek Y	X Asymilacja CO_2 ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)		
	2003	2004	2005
Wiśnia	-0,04	**0,85**[2]	**0,63**[1]
Brzoskwinia	**0,83**	0,26	–
Śliwa	**0,65**	-0,39	**0,85**

[1] istotna
[2] wysoce istotna

Tabela 6. Zależności korelacyjne pomiędzy transpiracją (x), a plonem wiśni, brzoskwini i śliwy (y) (lata 2003–2005)

Table 6. The relation between transpiration (x), and yield of cherry, peach and plum (y) (2003–2005 years)

Gatunek Y	X Transpiracja ($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)		
	2003	2004	2005
Wiśnia	**0,51**[1]	-0,27	**0,96**[2]
Brzoskwinia	0,16	-0,08	–
Śliwa	0,49	0,04	-0,18

[1] istotna
[2] wysoce istotna

WNIOSKI

1. W liściach roślin nawadnianych stwierdzono tendencję do wzrostu asymilacji, transpiracji, stężenia dwutlenku węgla w komórkach szparkowych oraz przewodności dyfuzyjnej.

2. W korzystnych warunkach wilgotnościowych i nawożenia mineralnego istotnie wzrosło w liściach wiśni: stężenie CO_2 oraz transpiracja; w liściach brzoskwini: asymilacja, natomiast w liściach śliwy: przewodność dyfuzyjna szparek.

3. Nawożenie mineralne w dawce 2 NPK zwiększyło asymilację w liściach brzoskwini i śliwy oraz transpirację w liściach wiśni i śliwy.

4. Efekty produkcyjne badanych gatunków drzew w poszczególnych latach badań zależały wysoce istotnie od intensywności procesu asymilacji. Istotny i wprost proporcjonalnie skorelowany wpływ transpiracji na wysokość plonowania wiśni stwierdzono w 2003 i 2005 roku.

5. Zaobserwowane zmiany aktywności fotosyntetycznej pod wpływem zastosowanych zabiegów wpłynęły na lepsze plonowanie badanych gatunków drzew pestkowych. Pod wpływem nawadniania plon owoców wiśni, brzoskwini i śliwy wzrósł odpowiednio o 18%, 15% i 21%, natomiast pod wpływem nawożenia w najwyższej dawce (2 NPK) plon wiśni zwiększył się o 13%, brzoskwini o 37%, a śliwy o 21%.

BIBLIOGRAFIA

Guzewski W., Lipecki M., Jadczuk E. *Intensywność fotosyntezy i poziom 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.

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

Jadczuk E., Pietranek A., Dziuban R. *Wpływ nawożenia potasem na wzrost i plonowanie jabłoni*. Folia Horticulturae Suplement, 2 , 2003, s. 171–173.

Jakubowski T. *Brzoskwinie i morele.* Wydawnictwo Działkowiec Sp.z.o.o. Warszawa 2002.

Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., Podsiadło C.. *Reakcja borówki wysokiej na nawadnianie*. Roczniki AR w Poznaniu CCCLXXX, Rolnictwo 66, 2006, s. 153–159.

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.

Ochmian I., Grajkowski J., Chełpiński P., Mikiciuk G. *Wpływ nawożenia i nawadniania na wielkość i jakość plonu jabłoni odmiany 'Lired' na podkładkach półkarłowych*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. Agricultura 240(96), 2004, s. 131–136.

Ostrowska K., Ochmian I. *Wpływ nawadniania i nawożenia na plonowanie jabłoni na podkładkach półkarłowych.* Folia Horticulturae Suplement 1, 2003, s. 152–154.

Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z. *Wpływ nawadniania kroplowego na plonowanie trzech odmian truskawek*. Roczniki AR w Poznaniu CCCLXXX, Rolnictwo 66, 2006, s. 331–337.

Strzałka K. *Fotosynteza i chemosynteza*. Podstawy fizjologii roślin pod red. J. Kopcewicza. i S. Lewaka. PWN Warszawa,1998, s. 229–284.

Szewczuk A., Sosna I., Licznar M. *Wpływ nawadniania na plonowanie i jakość owoców dwóch odmian brzoskwiń.* XXXIII Ogólnopolska Naukowa Konferencja Sadownicza ISK, 1994, s. 267–268.

Starck Z. 1998. *Rola składników mineralnych w roślinie*. Podstawy fizjologii roślin pod red. J. Kopcewicza. i S. Lewaka. PWN, Warszawa1998, s. 188–205.

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

Wojcieska U. *Fizjologiczna rola azotu w kształtowaniu plonu roślin. Część II. Żywienie roślin azotem a fotosynteza, fotorespiracja i oddychanie ciemniowe.* Postępy Nauk Rolniczych 1, 1994, s. 127–143.

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

Dr hab. Cezary Podsiadło-prof.nadzw
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul.Słowackiego17
71-434 Szczecin
tel.(091)4496245
e-mail: cezary.podsiadlo@zut.edu.pl

Dr inż. Ewa Rumasz-Rudnicka
Katedra Gospodarki Wodnej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
tel. (091) 449 6248
e-mail: ewa.rumasz-rudnicka@ zut.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Rolbiecki*