

*Anna Jaroszewska, Cezary Podsiadło, Róża Kowalewska*

## **ANALIZA WYKORZYSTANIA WODY PRZEZ WIŚNIĘ, W RÓŻNYCH WARUNKACH WODNYCH I NAWOZOWYCH**

### ***ANALYSIS OF THE USE OF WATER BY CHERRY, IN DIFFERENT CONDITIONS OF WATER AND FERTILIZER***

#### **Streszczenie**

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2003 i 2005 w Stacji Doświadczalnej Lipnik k/Stargardu Szczecińskiego, na glebie brunatnej kwaśnej. Gleba ta zaliczana jest do IVb klasy bonitacyjnej, kompleksu żytniego dobrego, a pod względem uprawy do gleb lekkich o małej retencji wody użytecznej. Oceniano wykorzystanie wody przez wiśnię odm. 'Łutówka' uprawianą w zróżnicowanych warunkach wodnych i nawozowych. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang. split-plot), w siedmiu powtórzeniach. Przeprowadzono je na drzewach w czwartym roku po posadzeniu, wchodzących w trzeci rok owocowania. Między drzewami utrzymywano murawę, a w rzędach drzew - ugór herbicydowy. Czynnikiem I było nawadnianie podkoronowe (minizraszanie): O-kontrola (bez nawadniania); W-objekty nawadniane, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej 0,01 MPa. Do nawadniania zastosowano system podkoronowy, w którym woda rozprowadzana była za pomocą minizraszaczy typu Hadar o zasięgu zraszania r-1m. Czynnikiem II było nawożenie mineralne, 0 NPK - kontrola (bez nawożenia), 2 NPK - 260 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (80+60+120). Nawozy azotowe stosowano wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji, natomiast fosforowe i potasowe jesienią zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Na podstawie ilorazu intensywności fotosyntezy do transpiracji wyznaczono fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUE) i chwilowy fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUEI). Na wzrost aktywności fotosyntetycznej, transpiracji oraz przewodność szparkową miały wpływ oba zastosowane zabiegi agrotechniczne. Zarówno współczynnik (WUE) jaki i (WUEI) zależały od zastosowanego nawadniania, nawożenia oraz warunków meteorologicznych panujących w okresie badawczym.

**Słowa kluczowe:** nawadnianie, nawożenie mineralne, wiśnia, fotosynteza, transpiracja, przewodność szparkowa, WUE, WUEI

### Summary

A field experiment was conducted in 2003 and 2005 at the Experimental Station Lipnik near Stargard, on acid brown soil. The soil is classified as quality class IVb, good rye complex, and for cultivation of light soils with low water retention useful. We evaluated the use of water for cherry grown under different water and fertilizer. The experiment was randomized block design in the system dependent (called a split-plot), in seven replications in the experiment. The research was conducted on trees in the fourth year after planting, fall within the third year of fruiting. Maintained grass between the trees, and rows of trees - herbicide fallow. The factor I was watering under-crown: O-control (without irrigation), W-irrigated sites, where soil water potential fell below 0.01 MPa. Irrigation system was used under-crown in which water was distributed by type of Hadar sprinkler scale spraying for cherry-1m. Second factor was the mineral fertilization NPK 0 - control (without fertilization), 2 NPK - 260 kg NPK ha<sup>-1</sup> (80 +60 +120). Nitrogen fertilizers applied in early spring, before moving the vegetation, while phosphorus and potassium in the autumn according to the agrotechnical. Based on water intensity ratio of photosynthesis to transpiration and photosynthetic rate were determined using (WUE) and photosynthetic rate of the instantaneous water use (WUEI).

The obtained results indicate that the increase in photosynthetic activity, transpiration, and stomatal conductance had an impact both applied agrotechnical. Both the coefficient of efficiency (WUE) and (WUEI) used depended on irrigation, fertilization and meteorological conditions over the study period.

**Key words:** irrigation, mineral fertilization, cherry, photosynthesis, transpiration, stomatal conductivity, WUE, WUEI

### WSTĘP

Podstawową odmianą w Polskich sadach wiśniowych jest 'Łutówka', która stanowi około 80% wszystkich drzew. To właśnie tej odmianie zawdzięczamy tak wysoką pozycję w Europie i świecie pod względem wielkości produkcji wiśni. Do głównych zalet 'Łutówki' należą: szybkie wchodzenie drzew w okres owocowania, duża plenność oraz mała podatność na raka bakteryjnego i brunatna zgniliznę drzew pestkowych. Słaby wzrost 'Łutówki' sprawia, że na hektarze można posadzić około tysiąca drzew, dzięki temu można uzyskać obfity plon z hektara, a niewielkie rozmiary drzew ułatwiają zbiór owoców [Rozpara 2003]. Wymagania wodne wiśni są niewielkie, spośród drzewiastych obok moreli potrzebuje jej najmniej [Klimek 1997]. W okresach posusznych, przy braku odpowiedniej ilości wody, zwłaszcza na glebach lekkich zostaje zahamowany wzrost pędów, drzewa po kwitnieniu intensywnie zrzucają zawiązki owoców, przyspiesza się dojrzewanie, a owoce pozostałe na drzewach są drobne. Uzyskanie ładnych, trwałych i dobrej jakości owoców wymaga więc zastosowania specjalnych zabiegów i nakładów z których jednym z ważniejszych jest nawadnianie. Znaczenie wody niezbędnej w uprawie roślin sadowniczych jest szczególnie ważne

w sadach intensywnych [Mika 2002; Ostrowski 1996]. Zdaniem Tredera i in.[2009] szczegółowa analiza dotycząca efektywności wykorzystania wody przez rośliny może przyczynić się do opracowania kryteriów hodowlanych opartych o charakterystyczne dla danej odmiany parametry fizjologiczne i morfologiczne.

Celem podjętych badań było wyznaczenie fotosyntetycznego współczynnika wykorzystania wody (WUE) oraz chwilowego fotosyntetycznego współczynnika wykorzystania wody (WUEI) u wiśni odm. 'Łutówka' uprawianej w zróżnicowanych warunkach wodnych i nawozowych.

## MATERIAŁ I METODY

W latach 2003 i 2005 w Stacji Doświadczalnej Lipnik k/Stargardu Szczecińskiego, na glebie lekkiej, zaliczanej do kompleksu żyniego dobrego zostało przeprowadzone doświadczenie polowe w którym oceniano wykorzystanie wody przez wiśnię odm. 'Łutówka'. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym (ang.split-plot), w siedmiu powtórzeniach, 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-objekty nawadniane, gdy potencjał wodny gleby obniżył się poniżej 0,01 Mpa. Do nawadniania zastosowano system podkoronowy, w którym woda rozprowadzana była za pomocą minizraszaczy typu Hadar o zasięgu zraszania r-1 m. Wielkość dawek wody pod drzewa pestkowe w poszczególnych okresach wegetacji wynosiła 61,3 mm ha<sup>-1</sup> (2003r) oraz 48,8 mm ha<sup>-1</sup> (2005r), łącznie zastosowano 110,1mm ha<sup>-1</sup> wody, w zależności od sumy miesięcznych opadów atmosferycznych w poszczególnych latach badań. Czynnikiem II rzędu było nawożenie mineralne, 0 NPK – kontrola (bez nawożenia), 2 NPK – 260 kg NPK·ha<sup>-1</sup> (80+60+120). Nawozy azotowe stosowano wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji, natomiast fosforowe i potasowe jesienią zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Warunki klimatyczne panujące w latach badań (2003r i 2005r) przedstawiono w tabeli 1. Lata w których przeprowadzono doświadczenie były wyraźnie suchsze i cieplejsze od wielolecia. Średnie temperatury powietrza w pierwszym i drugim roku badań były wyższe kolejno o 9,9°C i 9,1°C, a sumy opadów niższe odpowiednio o 28,1 mm i 20,5 mm w porównaniu do wielolecia. Pomiary aktywności fotosyntetycznej liści wykonano w ujęciu dynamicznym (w okresie I-zawijania owoców, II-zbiorów), 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. Na podstawie ilorazu intensywności fotosyntezy do transpiracji (Pn/E) wyznaczono fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUE) zdeterminowany głównie warunkami środowiskowymi. Natomiast na podstawie ilorazu intensywności fotosyntezy do

przewodnictwa szparkowego (Pn/Gc) wyznaczono chwilowy fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUEI) zdeterminowany genetycznie.

Wyniki badań dotyczące aktywności fotosyntetycznej, transpiracji oraz przewodności szparkowej w liściach wiśni opracowano statystycznie, z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, a istotność różnic przy  $NIR_{0,05}$  oceniono testem Tuckey'a.

**Tabela 1.** Sumy opadów (mm) oraz średnie wartości temperatury powietrza (°C) w latach 2003 i 2005

**Table 1.** Sum of rainfall (mm) and mean air temperature (°C) in years 2003 i 2005

Miesiąc	Średnie wieloletnie 1961-1994		Opady (mm)		Temperatura (°C)	
	Opady (mm)	Temperatura (°C)	Lata			
			2003	2005	2003	2005
IV	37,8	7,2	14,5	13,7	7,6	9,2
V	51,1	12,5	33,8	67,5	15,0	13,1
VI	61,3	15,9	29,7	25,7	17,2	15,8
VII	<b>63,2</b>	<b>17,4</b>	80,7	76,2	20,4	19,4
VIII	56,1	17,0	16,0	53,2	20,6	16,6
IX	46,8	13,2	45,7	25,8	14,4	15,5
X	38,9	8,6	35,1	20,5	5,7	10,2
IV-X	355,2	13,1	255,5	282,6	14,4	14,3

## WYNIKI I DISKUSJA

Analiza statystyczna uzyskanych wyników badań własnych nie wykazała istotnego wpływu nawadniania uzupełniającego na aktywność fotosyntetyczną w liściach wiśni. Jednak uzyskane wyniki wskazują na tendencję do wzrostu wartości badanej cechy w liściach drzew nawadnianych w pierwszym terminie badań, zarówno w 2003 jak i 2005 roku (tab. 2), co potwierdzają badania Šircelj i in. [2007] którzy dowiedli, że susza wpływa na obniżenie aktywności fotosyntetycznej u jabłoni.

**Tabela 2.** Intensywność fotosyntezy wiśni w 2003 r. i 2005r.,  $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

**Table 2.** Intensity of photosynthesis of the cherry in 2003y. and 2005y.,  $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Obiekty*		Termin I		Termin II	
		2003	2005	2003	2005
Nawadnianie	0	14,36	6,50	10,49	6,33
	W	17,00	6,54	10,40	5,84
Nawożenie	0	16,21	5,22	10,36	5,74
	2	15,15	7,82	10,54	6,43
$NIR_{0,05}$	dla nawadniania	r.n. **	r.n.	r.n.	r.n.
	dla nawożenia	r.n.	1,36	r.n.	r.n.

\*jak w metodyce, r.n. \*\*- różnica nieistotna

**Tabela 3.** Intensywność transpiracji wiśni w 2003 r. i 2005r.  $\text{m mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$   
**Table 3.** Intensity of transpiration of the cherry, in 2003y and 2005y.  $\text{m mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Obiekty*		Termin I		Termin II	
		2003	2005	2003	2005
Nawadnianie	0	1,76	1,35	1,01	1,24
	W	2,58	1,35	1,20	1,26
Nawożenie	0	2,01	1,24	1,16	1,03
	2	2,34	1,46	1,12	1,47
NIR <sub>0,05</sub>	dla nawadniania	0,28	r.n. **	r.n.	r.n.
	dla nawożenia	0,10	r.n.	r.n.	r.n.

\*jak w metodyce, r.n. \*\*- różnica nieistotna

**Tabela 4.** Przewodność szparkowa wiśni w 2003 r. i 2005r.,  $\mu\text{mo}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$   
**Table 4.** Stomatal conductivity cherry in 2003y. and 2005y.  $\mu\text{mo}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Obiekty*		Termin I		Termin II	
		2003	2005	2003	2005
Nawadnianie	0	0,17	0,12	0,05	0,05
	W	0,41	0,14	0,04	0,06
Nawożenie	0	0,27	0,13	0,05	0,05
	2	0,32	0,13	0,04	0,06
NIR <sub>0,05</sub>	dla nawadniania	0,06	r.n.	r.n.	r.n.
	dla nawożenia	r.n. **	r.n.	r.n.	0,002

\*jak w metodyce, r.n. \*\*- różnica nieistotna

Z kolei w okresie zbiorów u drzew uprawianych na poletkach nawadnianych była ona niższa niż u roślin nienawadnianych, na co prawdopodobnie mogła mieć wpływ większa ilość wody (pochodzącej z opadów atmosferycznych oraz nawadniania) jaką otrzymały rośliny w tym okresie, bowiem na obniżenie intensywności fotosyntezy może wpływać nie tylko brak wody, ale i jej nadmiar [Wibbe, Blanke 1997].

Istotny wpływ nawadniania uzupełniającego na transpirację oraz przewodność szparkową odnotowano w pierwszym terminie (miesiąc przed zbiorami) w 2003 roku. Transpiracja w liściach nawadnianych wiśni wzrosła wówczas o 46,5%, natomiast przewodność szparkowa o 141% w porównaniu do wiśni uprawianych na obiektach kontrolnych (nienawadnianych), co znajduje potwierdzenie w badaniach innych autorów [Koszański i in. 2006; Treder 2006].

W drzewach na poletkach nawożonych dawką 260 kg NPK  $\text{ha}^{-1}$  stwierdzono wyraźną tendencję do wzrostu intensywności fotosyntezy, transpiracji oraz przewodności szparkowej w porównaniu z drzewami uprawianymi bez nawożenia (kontrola). Zastosowane w doświadczeniu wysokie dawki nawozów mineralnych (2NPK) istotnie zwiększyły intensywność fotosyntetyczną w drugim roku badań (2005r), miesiąc przed zbiorem owoców wiśni oraz przewodność szparkową w okresie zbiorów kolejno o 49% i 20%. Istotny wpływ tego zabiegu odnotowano również w pierwszym roku badań (2003r), miesiąc przed

zbiorem W liściach nawożonych wiśni intensywności transpiracji wzrosła o 16%. Uzyskane wyniki nie znajdują potwierdzenia w badaniach Guzewskiego i in [1998], którzy twierdzą, że intensywność fotosyntezy w liściach nawadnianych i nawożonych jabłoni maleje.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki badań wskazują, że zastosowane zabiegi agrotechniczne istotnie różnicowały wartości zarówno: współczynnika wykorzystania wody (WUE), jaki i chwilowego współczynnika wykorzystania wody (WUEI) (tab.5-8). Brak istotnego wpływu nawadniania uzupełniającego oraz nawożenia mineralnego na badane cechy stwierdzono jedynie w przypadku: nawadniania - na chwilowy współczynnik wykorzystania wody (WUEI), miesiąc przed zbiorami w pierwszym i drugim roku badań, natomiast nawożenia mineralnego - na współczynnik wykorzystania wody (WUE), w okresie zbiorów w pierwszym roku badań.

**Tabela 5.** Współczynnik wykorzystania wody (WUE) w 2003 r.,  
 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

**Table 5.** Water use efficiency (WUE) in 2003,  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Obiekty*		Termin I	Termin II
O	0	11,8	9,27
	2	5,91	10,2
W	0	6,24	8,68
	2	6,94	8,72
średnio dla nawadniania	O	8,86	9,74
	W	6,59	8,70
średnio dla nawożenia	0	9,02	8,97
	2	6,43	9,46
NIR <sub>0,05</sub>	dla nawadniania	0,4	0,2
	dla nawożenia	0,5	r.n. **

\*jak w metodyce, r.n. \*\* - różnica nieistotna

**Tabela 6.** Współczynnik wykorzystania wody (WUE) w 2005 r.,  
 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

**Table 6.** Water use efficiency (WUE) in 2005,  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Obiekty*		Termin I	Termin II
O	0	3,25	6,15
	2	6,05	4,36
W	0	5,06	5,01
	2	4,67	4,21
średnio dla nawadniania	O	4,65	5,26
	W	4,87	4,61
średnio dla nawożenia	0	4,16	5,58
	2	5,36	4,29
NIR <sub>0,05</sub>	dla nawadniania	0,04	0,13
	dla nawożenia	0,22	0,22

\*jak w metodyce.

**Tabela 7.** Chwilowy współczynnik wykorzystania wody (WUEI) w 2003 r.,  
 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

**Table 7.** Momentary water use efficiency (WUEI) in 2003,  
 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Obiekty*		Termin I	Termin II
O	0	50,45	209,4
	2	54,50	263,0
W	0	38,14	256,0
	2	66,27	352,0
średnio dla nawadniania	O	52,48	236,2
	W	52,21	304,0
średnio dla nawożenia	0	44,30	232,7
	2	60,39	307,5
NIR <sub>0,05</sub>	dla nawadniania	r.n. **	12,97
	dla nawożenia	3,17	13,79

\*jak w metodyce, r.n. \*\*- różnica nieistotna

**Tabela 8.** Chwilowy współczynnik wykorzystania wody (WUEI) w 2005 r.,  
 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

**Table 8.** Momentary water use efficiency (WUEI) in 2005,  
 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Obiekty*		Termin I	Termin II
O	0	29,2	155,3
	2	91,9	107,5
W	0	55,3	105,2
	2	64,5	108,5
średnio dla nawadniania	O	60,6	131,3
	W	59,9	106,9
średnio dla nawożenia	0	56,9	130,3
	2	78,2	108,0
NIR <sub>0,05</sub>	dla nawadniania	r.n. **	4,29
	dla nawożenia	4,11	4,44

\*jak w metodyce, r.n. \*\*- różnica nieistotna

W pierwszym roku badań najlepszym współczynnikiem wykorzystania wody (WUE) charakteryzowała się nawożona wiśnia (2 NPK) (tab.5), nie zależnie od nawadniania oraz terminu badań, co potwierdza Olszewska [2007] twierdząc, że azot mineralny ogranicza transpirację wody i wpływa na jej lepsze wykorzystanie przez trawy. W kolejnym roku (2005r) stwierdzono odwrotną tendencję, wyższe współczynniki wykorzystania wody, w obu terminach (miesiąc przed zbiorem oraz w okresie zbiorów) zanotowano u drzew nienawożonych, zarówno na poletkach nawadnianych jak i nienawadnianych (tab.6). Średnio w pierwszym roku badań niższe współczynniki wykorzystania wody zanotowano u drzew nawadnianych. Według cytowanych powyżej Wibbe i Blanke [1997] nadmiar wody może powodować obniżenie współczynnika



WUE, co zaobserwowali obaj autorzy zalewając korzenie jabłoni wodą. Stosunkowo lepiej wykorzystywały ją drzewa nawożone (wzrost w porównaniu do nienawożonych o 5%). W 2005 roku wyższe wartości zanotowano na obiektach nawadnianych (4%) oraz nawożonych (29%) miesiąc przed zbiorem, a niższe odpowiednio o 12% i 13%, w okresie zbiorów. Uzyskane wyniki badań własnych częściowo potwierdzają Lenzi i in.[2009] w badaniach z oleandrem oraz Dąbrowska i in.[2010] z poinsecją, którzy twierdzą, iż w warunkach suszy następuje obniżenie współczynnika WUE.

Również większe wykorzystanie wody przez drzewa nawożone stwierdzono obliczając chwilowy współczynnik (WUEI). Wyraźną tendencję wzrostową zanotowano na obiektach nawożonych, w naturalnych warunkach wodnych oraz w warunkach wyższego uwilgotnienia (tab.7-8). Średnio nawadnianie zmniejszyło chwilowy współczynnik (WUEI) u wiśni w 2003 roku (w pierwszym terminie) jedynie o 0,5%, natomiast w 2005 roku miesiąc przed zbiorem o 1,1%, a w okresie zbiorów o 19%. Nawożenie mineralne (2 NPK) zwiększyło wartość badanej cechy (średnio) o 36% miesiąc przed zbiorami oraz o 32% w okresie zbiorów w pierwszym roku badań, natomiast w drugim roku badań o 37% miesiąc przed zbiorami.

## WNIOSKI

1. Istotny wpływ nawadniania uzupełniającego na badane cechy odnotowano jedynie w pierwszym roku badań (2003r), miesiąc przed zbiorami owoców wiśni. Transpiracja wzrosła o 46,5%, natomiast przewodność szparkowa o 141%.

2. Nawożenie mineralne (NPK) istotnie zwiększyło intensywność fotosyntetyczną w drugim roku badań (2005r) o 49%, miesiąc przed zbiorem owoców wiśni oraz przewodność szparkową w okresie zbiorów o 20%. W liściach nawożonych wiśni intensywności transpiracji wzrosła o 16%, w pierwszym roku badań (2003r), miesiąc przed zbiorem.

3. Współczynnik wykorzystania wody (WUE) oraz chwilowy współczynnik wykorzystania wody (WUEI) były wyraźnie zależne od zastosowanego nawadniania uzupełniającego oraz nawożenia mineralnego.

4. Wyższe współczynniki wykorzystania wody (WUE) i (WUEI) odnotowano u drzew nawożonych.

## BIBLIOGRAFIA

- Dąbrowska J, Ropek M., Kołton A. *Wpływ stresu wodnego na aktywność fotosyntetyczną poinsecji (Euphorbia pulcherrima Wild. ex Klotzsch)*.2010, [www.profuturo.agh.edu.pl](http://www.profuturo.agh.edu.pl).
- Guzewski W., Lipecki M., Jadczyk 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.



- Olszewska M. *Produkcyjność festulolium braunii* (k. richt.)a. camus i *lolium perenne* l. w mieszkankach *trifolium repens* l. na tle zróżnicowanego nawożenia azotem. Acta Sci. Pol., Agricultura 6(3) 2007, s. 35-48.
- Rozpara E. *Nowości odmianowe wiśni i czereśni*. II Ogólnopolska Konferencja Sadownicza w Wielkopolsce.2003, s.21-26.
- Klimek G. *Nawadnianie w sadownictwie*. SadownictwoWSiP,1997, ss. 297.
- Mika A. *Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na jakość owoców*. Ogólnopolska Konferencja Marketing i jakość owoców Skierniewice, 24.10.2002.
- Ostrowski W. *Nowoczesne sadownictwo*. AR Szczecin, 1996, ss.154.
- Koszański Z., Rumaszk-Rudnicka E., Podsiadło C.. *Reakcja borówki wysokiej na nawadnianie*. Roczniki AR w Poznaniu CCCLXXX, Rolnictwo 66, 2006, s.153-159.
- Lenzi A., Pittas L., Martinelli T., Lombardi P., Tesi R.: *Response to water stress of some oleander cultivars suitable for pot plant production*. Scientia Horticulturae. Vol. 122, s. 426-431, 2009.
- Treder W. *Nawadnianie roślin sadowniczych*. Nawadnianie roślin pod redakcją S. Karczmarczyka i L. Nowaka. PWRiL, 2006, s. 333-363.
- Treder W., Klankowski K., Krzewińska D., Tryngiel - Gać A. *Najnowsze trendy w nawadnianiu upraw sadowniczych-prace badawcze związane z nawadnianiem roślin prowadzone w ISK w Skierniewicach*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich.6,2009, s.95-108.
- Šircelj H., Tausz M., Grill D., Batič F.: *Detecting different levels of drought stress in apple trees (Malus domestica Borkh.) with selected biochemical and physiological parameters*. Scientia Horticulturae. Vol. 113, 2007, s. 362-369.
- Wibbe M.L., Blanke M.M.: *Effect of fruiting and draught or flooding on carbon balance of apple trees*. Photosynthetica. Vol. 33, 1997, s. 269-275.

Dr inż. Anna Jaroszevska

Katedra Gospodarki Wodnej Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
ul. Słowackiego17,  
71-434 Szczecin  
tel. (091) 4496238  
e-mail: nawodnienia@zut.edu.pl

Prof. dr hab. Cezary Podsiadło

Katedra Gospodarki Wodnej  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
ul.Słowackiego17  
71-434 Szczecin  
tel. (091) 44966245,  
e-mail: Cezary.Podsiadlo@zut.edu.pl

st tech. Róża Kowalewska

Katedra Gospodarki Wodnej  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
ul.Słowackiego17  
71-434 Szczecin  
tel. (091) 4496238,  
e-mail: nawodnienia@zut.edu.pl

Recenzent: Prof.dr hab. Waldemar Treder