

**EWAPOTRANSPIRACJA I WSPÓŁCZYNNIKI ROŚLINNE (K)
DLA CZTERECH ODMIAN RÓŻANECZNIKA
PRZY ZASTOSOWANIU REGULOWANEGO DEFICYTU
NAWADNIANIA**

EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENTS
FOR RHODODENDRON CULTIVARS GROWING
UNDER REGULATED DEFICIT IRRIGATION (RDI)

Michał Koniarski, Bożena Matysiak, Waldemar Treder

Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
Michal.Koniarski@inhort.pl

Abstract

The aim of this study was to analyze the values of evapotranspiration and crop coefficients for potted two-year-old Rhododendron ‘Catawbiense Boursault’, ‘Lee’s Dark Purple’, ‘Old Port’, ‘Prinz Karneval’ shrubs growing under regulated deficit irrigation (RDI). Plants were grown in 1.9 litre plastic container in an unheated greenhouse and were subjected to six irrigation treatments for 14 weeks from the late May to mid-September. Mean values of actual evapotranspiration (ET_a) for the tested cultivars varied from 1.49 to 1.97 mm, while the average values of reference evapotranspiration (ET_o) was 2.70 mm. Average values of crop coefficients (k) for the examined rhododendron cultivars were 0.67, 0.68, 0.74, 0.56 for ‘Catawbiense Boursault’, ‘Lee’s Dark Purple’, ‘Old Port’, ‘Prinz Karneval’ respectively. Determined in this study average crop coefficients for four rhododendron cultivars could be applied in practice in nursery for estimating water needs of plants and efficient irrigation.

Key words: cultivar, crop water use, drip irrigation, water stress, leaf blade area, water use efficiency

WSTEP

Woda staje się coraz bardziej deficytowym zasobem naturalnym na świecie ze względu na zwiększające się zapotrzebowanie, zanieczyszczenie oraz niewłaściwe zarządzanie jej zasobami. Działem rolnictwa, który cechuje duże zużyciem wody z powodu wysokiej intensywności produkcji jest ogrodnictwo, w tym szkółkarstwo roślin ozdobnych ze znaczącym udziałem roślin uprawianych w pojemnikach (Koniarski i Matysiak 2015).

Zwiększenie efektywności wykorzystania ograniczonych zasobów wodnych do nawadniania wymaga wprowadzenia do praktyki ogrodniczej precyzyjnych metod szacowania potrzeb wodnych roślin, potrzeb nawadniania oraz sterowania nawadnianiem. Jedną z metod szacowania potrzeb nawadniania jest wyznaczenie wielkości ewapotranspiracji dla poszczególnych gatunków roślin uprawnych ($ET_{crop} = ET_c$). Ewapotranspirację danego gatunku rośliny uprawnej rosnącej w warunkach optymalnego zaopatrzenia w wodę wyznacza się mnożąc wartość ewapotranspiracji wskaźnikowej (ET_o) przez właściwy dla danego gatunku współczynnik roślinny (k). Ewapotranspiracja wskaźnikowa charakteryzuje meteorologiczne warunki procesu parowania i określa ewaporacyjną zdolność atmosfery. Wielkość ewapotranspiracji wskaźnikowej może być obliczana według formuł fizyczno-empirycznych na podstawie jedynie danych meteorologicznych (model Grabarczyka, Hargreavesa) lub na podstawie danych meteorologicznych dla standardowej rośliny (np. wzory Penmana, Penmana-Monteitha). Współczynniki roślinne (k) są specyficzne dla gatunku, zmieniają się w poszczególnych fazach rozwojowych roślin i w niewielkim stopniu są uzależnione od warunków klimatycznych (Allen i in. 2005). Współczynniki roślinne mogą być wyznaczone wg formuły matematycznej $k = ET_a / ET_o$, gdzie ET_a oznacza ewapotranspirację rzeczywistą.

Jedną z bardziej perspektywicznych metod racjonalnego gospodarowania wodą jest strategia regulowanego deficytu nawadniania (RDI Regulated Deficit Irrigation). Polega ona na ograniczeniu lub całkowitym zaprzestaniu nawadniania w określonej fazie rozwojowej roślin, w sposób niepowodujący uszkodzeń, pogorszenia jakości, zakłócenia kwitnienia, spadku plonowania roślin lub pogorszenia trwałości pozbiorczej (Koniarski i Matysiak 2015).

Różaneczniki (*Rhododendron* spp.) to różnorodna grupa krzewów ozdobnych, które mają istotny udział w produkcji szkółkarskiej. Badania własne (Koniarski i Matysiak 2013) oraz informacje dostępne w literaturze (Cameron i in. 1999; Sharp i in. 2009) wskazują, iż ograniczenie dawek wody w odpowiedniej fazie rozwojowej różaneczników może poprawiać kwitnienie oraz pokrój i jakość krzewów.

Celem pracy było określenie wartości ewapotranspiracji rzeczywistej (ET_a) i ewapotranspiracji wskaźnikowej (ET_o) według modelu Grabarczyka oraz współczynników roślinnych „ k ” dla czterech odmian różaneczników, co pozwoli na wyznaczenie ewapotranspiracji dla tych roślin (ET_c).

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w szklarni Instytutu Ogrodnictwa od końca maja do końca września w dwóch sezonach wegetacyjnych w latach 2012 i 2014. Do eksperymentów wybrano 2-letnie krzewy różaneczników z grupy odmian wielkokwiatowych. W 2012 roku były to odmiany ‘Catawbiense Boursault’ oraz ‘Old Port’, natomiast w roku 2014 badaniami objęto odmiany ‘Lee’s Dark Purple’ oraz ‘Prinz Karneval’.

Krzewy były uprawiane w pojemnikach 1,9 dm³. Rośliny nawadniano 3-5 razy w tygodniu za pomocą systemu kropłowego z jednym kropłownikiem na pojemnik (2 dm³·h⁻¹, PCJ CNL; Netafim Izrael). Nawadnianie było sterowane za pomocą sterownika (8056 Ac-6s, Galcon, Izrael). Warunki klimatyczne (temperatura i wilgotność powietrza) były mierzone w sposób ciągły przy użyciu rejestratora (Apar 235).

W doświadczeniach zastosowano 6 wariantów nawadniania od końca maja do połowy września, wyznaczanych na podstawie wartości ewapotranspiracji rzeczywistej (ETa). Trzy z nich obejmowały jednokowe, stałe nawadnianie roślin przez 14 tygodni: T1) 1 ETa (rośliny kontrolne), T2) 0,75 ETa (średni deficyt wody), T3) 0,5 ETa (silny deficyt wody). Pozostałe trzy warianty obejmowały zróżnicowane nawadnianie w czasie 3 faz wzrostu roślin: T4) 1-0,5-1 ETa – silny deficyt wody w fazie II, T5) 1-0,25-1 ETa – bardzo silny deficyt wody w fazie II i T6) 0,5-1-0,5 ETa – silny deficyt wody w fazach I oraz III i dobrze nawodnione rośliny zgodnie z wariantem kontrolnym w fazie II. Faza nawadniania I i III (każda trwająca po 5 tygodni) odpowiadała wegetatywnej fazie rozwojowej krzewów. Z kolei II faza nawadniania, trwająca 4 tygodnie, odpowiadała fazie inicjacji kwitnienia oraz tworzenia pąków kwiatostanowych.

Dawki wody w poszczególnych wariantach nawadniania były ustalone eksperymentalnie w odniesieniu do wartości ewapotranspiracji rzeczywistej (ETa). Dzienna wartość ETa roślin była określana raz na tydzień na podstawie ubytku masy pojemnika w ciągu doby. Uprzednio ważone 2 pojemniki z roślinami losowo wybranymi z każdego z 4 powtórzeń w obrębie kombinacji kontrolnej (tzw. rośliny referencyjne) były nawadniane do pełnej pojemności wodnej poprzez zanurzenie ich w wodzie na 2 godziny, po czym były pozostawiane na godzinę do odcieku wody, a następnie ponownie były ważone. Kolejny pomiar wykonywano po 24 godzinach. Na podstawie ubytku masy pojemnika z rośliną w ciągu 24 godzin, w wyniku transpiracji rośliny i ewaporacji podłoża, wyznaczana była średnia ilość utraconej wody, co określało wartość ewapotranspiracji rzeczywistej ETa. Każdorazowo do wyznaczania wartości ETa były wybierane

losowo rośliny referencyjne. Po określeniu wartości ETa, rośliny referencyjne nie były nawadniane dopóki ich masa nie powróciła do masy zmierzonej przed nawadnianiem do pełnej pojemności wodnej. W drugiej połowie września wykonano pomiary powierzchni blaszki liściowej (cm²). Powierzchnia blaszki liściowej była mierzona przy użyciu systemu analizy obrazu WinDIAS (Delta-T Devices, UK).

Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach, po 10 roślin w każdym powtórzeniu. Dane liczbowe dotyczące powierzchni blaszki liściowej poddano 1-czynnikowej analizie wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi porównano testem Duncana przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Współczynniki korelacji dla wielkości blaszki liściowej oraz ilości zużytej wody w zastosowanych traktowaniach nawodnieniowych wyznaczono za pomocą analizy regresji (Statistica 10 PL 2012, StatSoft Polska).

Na powierzchni 1 m² było ustawionych 9 pojemników z roślinami. Uzyskane wartości ewapotranspiracji rzeczywistej ETa określano w jednostkach objętościowych (ml H₂O) na pojemnik, a następnie przeliczano na ilość wyparowanej wody z powierzchni 1 m² uprawy różaneczników i wartość wyrażano w milimetrach. Wartość ewapotranspiracji wskaźnikowej ETo wyliczano wg formuły Grabarczyka (Treder i in. 2016). Współczynniki roślinne (k) wyznaczano wg formuły $k = ETa / ETo$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Do wyznaczenia wartości ewapotranspiracji wskaźnikowej ETo zastosowano model Grabarczyka. Model Penmana-Monteitha wymaga pełnych danych meteorologicznych, m.in. wartości radiacji, która jest trudno mierzalna w warunkach szklarniowych i to utrudnia jego powszechne zastosowanie (Treder i in. 2010).

Uzyskane w badaniach wartości ewapotranspiracji rzeczywistej (ETa), ewapotranspiracji wskaźnikowej (ETo) oraz współczynniki roślinne „k” przedstawiono w tabelach 1-3. Średnie wartości ETa dla odmian ‘Catawbiense Boursault’, ‘Lee’s Dark Purple’, ‘Old Port’ i ‘Prinz Karneval’ wynosiły odpowiednio 1,79; 1,79; 1,97 i 1,49 mm, natomiast średnie wartości ETo wynosiły 2,69; 2,70; 2,70; 2,69 mm. Z kolei średnie wartości współczynników roślinnych „k” dla badanych odmian wynosiły 0,67; 0,68; 0,74 i 0,56. Wartości współczynników roślinnych „k” były zróżnicowane w zależności od fazy rozwojowej roślin. Ich średnie wartości w okresie czerwiec – lipiec – sierpień dla odmian ‘Catawbiense Boursault’, ‘Lee’s Dark Purple’, ‘Old Port’ i ‘Prinz Karneval’ wynosiły odpowiednio: 0,65-0,65-0,68; 0,72-0,70-0,75; 0,58-0,66-0,74; 0,45-0,55-0,64 (tab. 2-3, rys. 1).

Tabela 1. Warunki klimatyczne oraz wartości ewapotranspiracji wskaźnikowej (ET_0) podczas uprawy czterech odmian krzewów *Rhododendron* w sezonach badawczych 2012 i 2014
 Table 1. Climatic conditions and the values of reference evapotranspiration (ET_0) during growing of four cultivars of *Rhododendron* in 2012 and 2014

		Rok 2012; Year 2012				Rok 2014; Year 2014			
Data; Date	Średnia Average temperature (°C)	Średnia Average humidity (%)	ET_0 (mm)	Data; Date	Średnia Average temperature (°C)	Średnia Average humidity (%)	ET_0 (mm)		
30-31.05	13,8	65,9	1,64	4-05.06	21,8	70,0	2,58		
12-13.06	22,0	65,6	2,64	11-12.06	25,3	52,4	3,19		
19-20.06	23,8	57,1	2,94	25-26.06	20,4	49,1	2,57		
26-27.06	18,9	62,7	2,28	2-03.07	23,2	55,2	2,88		
3-04.07	27,3	70,5	3,25	9-10.07	23,0	72,6	2,70		
10-11.07	24,2	62,6	2,94	16-17.07	25,9	61,5	3,17		
24-25.07	25,1	48,8	3,20	23-24.07	21,0	74,3	2,44		
31.07-01.08	23,6	61,4	2,88	30-31.07	26,6	72,5	3,14		
7-8.08	21,5	70,1	2,54	6-07.08	23,9	72,7	2,81		
21-22.08	25,8	68,9	3,08	13-14.08	22,4	72,0	2,63		
4-05.09	19,2	74,3	2,23	20-21.08	17,8	57,2	2,18		
				11-12.09	18,5	88,0	2,05		

Tabela 2. Wartości ewapotranspiracji rzeczywistej (ET_a) oraz współczynników roślinnych (k) podczas uprawy dwóch odmian *Rhododendron* w roku 2012

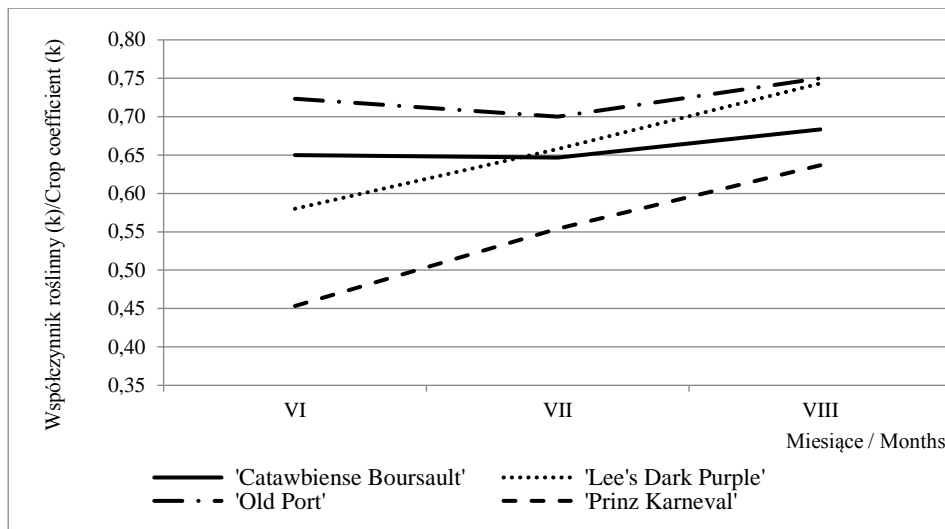
Table 2. The values of the actual evapotranspiration (ET_a) and crop coefficients (k) during growing of two cultivars of *Rhododendron* in 2012

Data; Date	‘Catawbiense Boursault’			‘Old Port’		
	ET_a (ml)	ET_a (mm)	(k)	ET_a (ml)	ET_a (mm)	(k)
30-31.05	124	1,12	0,68	138	1,24	0,76
12-13.06	172	1,55	0,59	186	1,67	0,63
19-20.06	202	1,82	0,62	230	2,07	0,70
26-27.06	188	1,69	0,74	213	1,92	0,84
3-4.07	222	2,00	0,61	235	2,12	0,65
10-11.07	224	2,02	0,69	241	2,17	0,74
24-25.07	228	2,05	0,64	252	2,27	0,71
31.07-01.08	216	1,94	0,68	240	2,16	0,75
7-8.08	201	1,81	0,71	228	2,05	0,81
21-22.08	225	2,03	0,66	235	2,12	0,69
4-5.09	191	1,72	0,77	208	1,87	0,84

Tabela 3. Wartości ewapotranspiracji rzeczywistej (ET_a) oraz współczynników roślinnych (k) podczas uprawy dwóch odmian *Rhododendron* w roku 2014

Table 3. The values of the actual evapotranspiration (ET_a) and crop coefficients (k) during growing of two cultivars of *Rhododendron* in 2014

Data; Date	‘Lee’s Dark Purple’			‘Prinz Karneval’		
	ET_a (ml)	ET_a (mm)	(k)	ET_a (ml)	ET_a (mm)	(k)
4-05.06	162	1,46	0,57	117	1,05	0,41
11-12.06	174	1,57	0,49	136	1,22	0,38
25-26.06	194	1,75	0,68	162	1,46	0,57
2-03.07	198	1,78	0,62	169	1,52	0,53
9-10.07	212	1,91	0,71	175	1,58	0,58
16-17.07	218	1,96	0,62	194	1,75	0,55
23-24.07	198	1,78	0,73	163	1,47	0,60
30-31.07	213	1,92	0,61	178	1,60	0,51
6-07.08	218	1,96	0,70	186	1,67	0,60
13-14.08	211	1,90	0,72	184	1,66	0,63
20-21.08	197	1,77	0,81	164	1,48	0,68
11-12.09	192	1,73	0,84	157	1,41	0,69



Rys. 1. Średnie wartości współczynnika roślinnego (k) dla czterech odmian różanecznika w miesiącach czerwiec – sierpień

Fig. 1. The averages values of crop coefficient (k) in four cultivars of rhododendron during the period June – August

Średnie wartości współczynnika roślinnego „k” dla poszczególnych odmian oraz wartości ewapotranspiracji wskaźnikowej ETo (tab. 1-3) pozwoliły na wyznaczenie wartości ewapotranspiracji dla poszczególnych odmian różaneczników (ETc) wg formuły $ET_c = ETo \times k$. Wartości ewapotranspiracji ETc dla odmian ‘Catawbiense Boursault’, ‘Lee’s Dark Purple’, ‘Old Port’ i ‘Prinz Karneval’ wyniosły odpowiednio 1,80; 1,84; 2,00 i 1,51.

W literaturze brak jest danych dotyczących wielkości ewapotranspiracji oraz współczynników roślinnych „k” dla różaneczników. Dostępne są natomiast wielkości tych parametrów dla wielu gatunków roślin rolniczych i ogrodniczych, m.in. takich jak: dynia, kukurydza, papryka, ryż, soja. Średnie wartości współczynników roślinnych „k” określonych na początku sezonu – w środku sezonu – na końcu sezonu wegetacyjnego dla wyżej wymienionych roślin uprawnych wynoszą odpowiednio 0,56-0,95-0,74; 0,68-1,11-0,83; 0,6-1,14-0,87; 0,83-1,10-1,07; 0,50-1,15-0,50 (Payero i Irnak 2013; Alberto i in. 2014; Yavuz i in. 2015; Muniandy i in. 2016).

Ilość wody zużytej do nawadniania różaneczników była uzależniona zarówno od odmiany, jak i przyjętego wariantu nawodnieniowego (tab. 4). Najwięcej wody zużyto do nawadniania odmiany ‘Old Port’. Mniejszych dawek wody, w stosunku do odmiany ‘Old Port’, wymagały odmiany

‘Lee’s Dark Purple’, ‘Catawbiense Boursault’ oraz ‘Prinz Karneval’ odpowiednio o 8,8; 12,2 i 24%. Zróżnicowanie pomiędzy wariantami nawodnieniowymi w ilości zużytej wody było podobne dla badanych odmian i wynosiło dla poszczególnych wariantów nawodnieniowych T2-T6 odpowiednio 25%; 50%; 17-18%; 26-27% i 31-32% w stosunku do ilości zużytej wody dla roślin kontrolnych (T1, tab. 4).

Odmiana ‘Old Port’ miała największe liście. Mniejszą blaszkę liściową w stosunku do odmiany ‘Old Port’ miały odmiany ‘Catawbiense Boursault’, ‘Lee’s Dark Purple’ oraz ‘Prinz Karneval’ odpowiednio o 16%, 18% oraz 35% (tab. 5). Wielkość blaszki liściowej dla wszystkich czterech badanych odmian była silnie skorelowana z ilością zużytej wody w zastosowanych wariantach nawodnieniowych, a współczynniki korelacji dla odmian ‘Catawbiense Boursault’, ‘Lee’s Dark Purple’, ‘Old Port’ i ‘Prinz Karneval’ wynosiły odpowiednio 0,91; 0,89; 0,94 oraz 0,88 (tab. 4-5). U roślin wrażliwych na suszę niedobór wody może powodować znaczące zmniejszenie powierzchni blaszki liściowej. Zmniejszenie turgoru na skutek niedostatecznego nawodnienia może ograniczać wzrost komórek, ich wielkość i w ten sposób redukować rozmiary liścia (Pagter i in. 2008). Redukcja powierzchni blaszki liściowej wynikać może także ze zmniejszonej intensywności fotosyntezy na skutek ograniczonego dostępu CO₂ do komórek miękiszu asymilacyjnego liścia (Panković i in. 1999).

Tabela 4. Całkowite dawki wody przypadające na roślinę w poszczególnych traktowaniach nawodnieniowych podczas uprawy różaneczników (*Rhododendron*)

Table 4. The total rates of water on plant per individual irrigation regime during the cultivation of *Rhododendron* shrubs

Traktowanie; Treatment	Odmiana; Cultivar							
	‘Catawbiense Boursault’		‘Lee’s Dark Purple’		‘Old Port’		‘Prinz Karneval’	
	dm ³ /roślinę dm ³ /plant	mm	dm ³ /roślinę dm ³ /plant	mm	dm ³ /roślinę dm ³ /plant	mm	dm ³ /roślinę dm ³ /plant	mm
T1	12,4	112	12,8	115	14,0	126	10,7	96
T2	9,3	84	9,6	86	10,6	95	8,0	72
T3	6,2	56	6,4	58	7,0	63	5,4	49
T4	10,1	91	10,6	95	11,5	104	8,8	79
T5	9,0	81	9,5	86	10,2	92	7,9	71
T6	8,4	76	8,8	79	9,6	86	7,3	66

Tabela 5. Wpływ regulowanego deficytu nawadniania (RDI) na powierzchnię blaszki liściowej (cm²) krzewów różaneczników (*Rhododendron*)
 Table 5. The effect of regulated deficit irrigation (RDI) on leaf blade area (cm²) in *Rhododendron* cultivars

Traktowanie Treatment	Odmiana; Cultivar			
	'Catawbiense Boursault'	'Lee's Dark Purple'	'Old Port'	'Prinz Karneval'
T1	46,8 d*	46,1 d	56,0 e	36,6 e
T2	28,9 bc	28,2 bc	35,7 b	24,0 b
T3	22,6 a	21,5 a	24,2 a	16,4 a
T4	29,5 c	28,5 c	46,2 d	30,4 d
T5	26,2 b	25,4 b	39,5 c	18,2 a
T6	26,9 bc	25,3 b	26,8 a	26,6 c

*średnie oznaczone tą samą literą w obrębie poszczególnych odmian nie różnią się istotnie wg testu Duncana przy poziomie istotności $p = 0,05$.

*means with the same letter within cultivar do not differ significantly according to the Duncan's test at $p = 0.05$.

WNIOSKI

1. Współczynniki roślinne „k” dla dwuletnich różaneczników wielkokwiatowych uprawianych w pojemnikach w okresie trwania doświadczeń wynosiły średnio: 0,67 dla 'Catawbiense Boursault', 0,68 dla 'Lee's Dark Purple', 0,74 dla 'Old Port' i 0,56 dla 'Prinz Karneval'.
2. Wyznaczone współczynniki roślinne dla czterech odmian różaneczników wielkokwiatowych mogą być wykorzystane w praktyce szkółkarskiej do szacowania potrzeb wodnych i efektywnego nawadniania roślin.

Literatura

- Alberto M.C.R., Quilty J.R., Buresh R.J., Wassmann R., Haidar S., Correa Jr. T.Q., Sandro J.M. 2014. Actual evapotranspiration and dual crop coefficients for dry-seeded rice and hybrid maize grown with overhead sprinkler irrigation. *Agricultural Water Management* 136: 1-12. DOI: 10.1016/j.agwat.2014.01.005.
- Allen R.G., Walter I.A., Elliot R., Howell T., Itenfisu D., Jensen M. 2005. The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 70 s.
- Cameron R.W.F., Harrison-Murray R.S., Scott M.A. 1999. The use of controlled water stress to manipulate growth of container-grown *Rhododendron* cv.

- Hoppy. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74(2): 161-169. DOI: 10.1080/14620316.1999.11511089.
- Koniarski M., Matysiak B. 2013. Growth and development of potted rhododendron cultivars 'Catawbiense Boursault' and 'Old Port' in response to regulated deficit irrigation. *Journal of Horticultural Research* 21(1): 29-37. DOI: 10.2478/johr-2013-0005.
- Koniarski M., Matysiak B. 2015. Zastosowanie regulowanego deficytu nawadniania (RDI) w pojemnikowej uprawie krzewów ozdobnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2(1): 197-208. DOI: 10.14597/infraeco.2015.2.1.016.
- Muniandy J.M., Yusop Z., Askari M. 2016. Evaluation of reference evapotranspiration models and determination of crop coefficient for *Momordica charantia* and *Capsicum annuum*. *Agricultural Water Management* 169: 77-89. DOI: 10.1016/j.agwat.2016.02.019.
- Pagter M., Petersen K.K., Liu F., Jensen C.R. 2008. Drought adaptation in *Fuchsia magellanica* and its effect on freezing tolerance. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 133: 11-19.
- Panković D., Sakać Z., Kevrešan S., Plesničar M. 1999. Acclimation to long-term water deficit in the leaves of two sunflower hybrids: photosynthesis, electron transport and carbon metabolism. *Journal of Experimental Biology* 50: 127-138. DOI: 10.1093/jxb/50.330.128.
- Payero J.O., Irmak S. 2013. Daily energy fluxes, evapotranspiration and crop coefficient of soybean. *Agricultural Water Management* 129: 31-43. DOI: 10.1016/j.agwat.2013.06.018.
- Sharp R.G., Else M.A., Cameron R.W., Davies W.J. 2009. Water deficits promote flowering in *Rhododendron* via regulation of pre and post initiation development. *Scientia Horticulturae* 120(4): 511-517. DOI: 10.1016/j.scienta.2008.12.008.
- Treder W., Wójcik K., Żarski J. 2010. Wstępna ocena możliwości szacowania potrzeb wodnych roślin na podstawie prostych pomiarów meteorologicznych. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa im. Szczepana Pieniążka* 18: 143-153.
- Treder W., Sas D., Klamkowski K., Tryngiel-Gać A., Pych T., Wójcik K., Zbudniewek A., Kielkiewicz M. 2016. Internetowa Platforma Wspomagania Decyzji Nawodnieniowych. www.nawadnianie.inhort.pl
- Yavuz D., Yavuz N., Seymen M., Türkmen Ö. 2015. Evapotranspiration crop coefficient and seed yield of drip irrigated pumpkin under semi-arid conditions. *Scientia Horticulturae* 197: 33-40. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.11.010.