



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**Hagyományos (CAG) és a pot in pot (PIP)
rendszerben nevelt konténeres fás szárú
dísznövények növekedése és néhány élettani
jellemzőjük összehasonlító vizsgálata**

DOI: 10.54598/000470

Ónody Éva

Budapest

2021

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti
tudományok

vezetője: Zámboriné dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem, Gyógy- és Aromanövények
Tanszék

Témavezetők: Sütöriné dr. Diószegi Magdolna
egyetemi adjunktus, PhD
Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem,
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai
Tanszék

Dr. Hrotkó Károly
ny. egyetemi tanár, DSc
Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem,
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai
Tanszék

A jelölt a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....

.....

Az iskolavezető
jóváhagyása

A témavezetők
jóváhagyása

A MUNKA ELŐZMÉNYEI

Az üzemszerű konténeres termesztés az USA déli államaiból indult a második világháború után. Európában az 1960-as évektől (Schmidt és Tóth, 2004), Magyarországon az 1970-es évektől kezdődően beszélhetünk konténeres termesztésről. A konténeres termesztés növekvő trendet mutat, az USA-ban a faiskolai termékek közel 70%-a konténeres áru (Janick, 2011), míg Magyarországon az arány körülbelül 50%. Jellemzően az örökzöldeket és a díszcserjéket termesztik ilyen módon nagyobb tételben (Jankuné Kürthy et al., 2010; MDSZ, 2014).

A konténeres termesztés az időjárástól csak részben függetlenített termesztési mód, a csapadék módosítja az öntözési igényt. Az öntözési vízmennyiség követelményeket a növény vízigénye is alakítja. A mezőgazdasági növényekre számított koefficiens értéke ritkán haladja meg az 1,3-at, ezzel szemben a konténeres dísznövények koefficiens értéke 1 és 5 között mozog. Az egybefüggő mezőgazdasági területek növényállománya más tulajdonságokkal bír a beeső napsugárzás felfogásában vagy a növényállományon belüli hőáramlás tekintetében. Ezzel szemben a konténeres növények nem állományként viselkednek, a napsugárzásból többet fognak fel és nagyobb a hőáramlással szembeni ellenállásuk is. A faiskolai gyakorlatban sok termelő egyszerű időzítőt használ az automata öntözőrendszereknél, az öntözés ütemezését pedig saját tapasztalatára alapozza. Ennek következtében a legtöbb növény öntözése empirikus alapon történik, néha

alábecsülve, vagy túlbecsülve a vízigényt, és rontva a termesztett növények minőségét.

A pot in pot (PIP) rendszer egy alternatív termesztéstechnológiai módszer, mely a hagyományos szabadföldi termesztés és a föld feletti konténeres termesztés hibridje. A PIP technológia amerikai elterjedése óta, a tapasztalatok azt mutatják, hogy a PIP rendszerben nevelt növények jobb kondíciókkal rendelkeznek a hagyományos konténeres termesztésben nevelt növényekhez képest. Azonban a konténeres termesztés valamennyi típusát érintő, a gazdaságosabb vízfelhasználást szem előtt tartó kutatások aktualitása a PIP rendszer esetében is fennáll.

Célunk ezért az, hogy a konténeres termesztési rendszerek hatását a növény fejlődésére, produktivására és vízigényére vonatkozóan, a választott taxonok esetében részletesen megvizsgáljuk.

CÉLKITŰZÉSEK

- A díszfaiskolai konténeres termesztés hazai szakirodalma csekély mennyiségű, a meglévő is kevésbé aktuális. Az így nevelhető fajok és fajták morfológiai és beltartalmi jellemzőinek alakulását minél több díszfaiskolai növénycsoportban érdemes megvizsgálni, tekintve hogy a termesztésmód mind hazai, mind nemzetközi viszonylatban növekvő trendet mutat.
- A vízfelhasználás hatékonyságának növelését támogatja a fenntartható termesztéstechnológiai megoldások alkalmazása mellett, a termesztési kívánt növény vízfogyasztásának-vízigényének pontos megismerése. A növényi vízfogyasztás-vízigény kutatásokat a dísznövénytermesztésben, a diverz és folyamatosan bővülő fajtakinálat teszi szükségessé. Továbbá hazai szinten az ilyen irányú kutatások teljesen hiányoznak.
- A konténeres termesztésben és elsősorban a fás szárú dísznövények termesztése során fellépő növényi stresszfaktorok (víz- és hőstressz) sajátosságai kevésbé ismertek, összefoglalóan nem találkozunk a témával. Ezek feltárása és megértése a legfontosabb fiziológiai folyamatokon keresztül (fotoszintézis, transzspiráció) történhet jól.

A fotoszintézis, mint a növényi produkció, gyarapodás mérőszáma és a folyamat értékelése a dísnövények esetében, más megközelítést kíván, mint például a mezőgazdasági vagy akár az erdészeti növények esetében.

A tervezett vizsgálatok az alábbiak, melyeket a hagyományos konténeres (CAG) és a pot in pot (PIP) díszfaiskolai termesztési rendszerben nevelt növények esetében hasonlítunk össze:

- ✓ A konténeres termesztési rendszerek különböző típusaiban nevelhető taxonok morfológiai és tápelem-tartalmi jellemzőinek megfigyelése
- ✓ A konténeres növények vízfogyasztásának és vízfelhasználási hatékonyságának mérése, számítása
- ✓ A konténeres növények fiziológiai folyamatainak megfigyelése (fotoszintézis; transzspiráció) a növényi vízfogyasztás tükrében

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet helyszínének és az alkalmazott konténeres termesztési rendszereknek a bemutatása

A kísérlet helyszíne a Jaroslaw Chabin Diszfaiskola volt, Pátyon, Budapesttől 15 km-re. A kísérlet során két termesztési rendszert állítottunk be. A *pot in pot* rendszerben (PIP) két cserép van a földbe süllyesztve, az egyik az állandó cserép, mely a földben marad, mikor a növényt kiemeljük, a másik a természetű cserép, melyet a növényvel együtt kiemelünk a kitermeléskor. A másik termesztési rendszer a hagyományos konténeres termesztés, melyet az angol elnevezésből eredően – *container above ground* – CAG betűkóddal jelölünk.

A kísérleti növények kijelölése és beállítása

A kísérleti növények a következők voltak: *Cornus alba* L. 'Sibirica'; *Prunus laurocerasus* L. 'Novita' (belga szaporítóanyag); *Thuja occidentalis* L. 'Smaragd'; *Thuja occidentalis* L. 'Brabant'. 20 db növényt választottunk ki fajtánként, véletlenszerűen. Ezt követően a növényeket 5 literes, 23 cm felső átmérőjű és 18 cm magas falú, fekete, műanyag konténerekbe (Interplast Plastic Products, Lengyelország) ültettük át. A konténereket fehér tőzeggel töltöttük meg (100%) (Pindstrup Substrate, Lettország), melyet előzetesen, 3,5-4,5 g liter⁻¹ szabályozott hatóanyag-leadású műtrágyával keverték el (11N+10P+19K+2MgO + nyomelemek (TE), Osmocote Pro, 8-9 hó). Mindkét kísérleti évben (2015; 2016) ugyanilyen módon történt a növények beállítása.

A kísérleti parcella beállítására 2015.04.01-én illetve 2016.04.07-én került sor. A kísérleti parcella felszámolása 2015. 10. 26-án, a következő évben pedig 2016. 10.18-án történt.

A pot in pot parcellában működő csepegtető öntöző-rendszert új spagetti csövekkel szereltük fel, majd minden egyes növényhez csatlakoztattuk a spagetti cső tuskéket (1. ábra). Mindkét termesztési rendszerben (CAG; PIP) azonos gyakorisággal, azonos mennyiségű (2 liter h^{-1}), a faiskola termesztési gyakorlatában szokásos vízmennyiséget juttattuk ki a vegetációs idő alatt (2015-ben és 2016-ban is). Az öntözés gyakoriságát az automata időzítő szabályozta, mely nyáron 3x6 percig (8; 12 és 18 óra), az év többi részében 2x6 percig üzemelt (8 és 18 óra).



1. ábra. Új csepegtető csövek felszerelés után a pot in pot parcellában (Saját fotó; 2015)

Morfológiai mérések

Növénymagasság; lombkorona átmérő; törzsátmérő. A kísérleti növények morfológiai paramétereit mind a négy taxon, összes egyedén (80 db) megmértük a kísérlet beállításakor (2015. 04.01-én és 2016. 04.07-én) és a zárásakor is (2015. 10. 26-án és 2016. október 18-án). A dolgozatban a vegetációs növekedést elemeztük minden paraméter esetében.

Friss- és száraz tömeg. A friss- és száraz tömeg meghatározását a *Cornus alba* 'Sibirica' és a *Prunus laurocerasus* 'Novita' taxonok esetében végeztük el, a kísérlet zárásakor, mindkét évben (2015 és 2016) október utolsó hetében. A méréshez 5-5 növényt választottunk ki termesztési rendszerenként. Az egyes egyedeket szétbontottuk és a helyszínen megmértük a gyökérzet, a hajtás és a levelek friss tömegét. A száraz tömeg mérésekhez, az egyes növényi részekből mintát vettünk, melyeket szárítószekrényben 105°C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd ismét megmértük. A dolgozatban a gyökér, hajtás, levél és a teljes egyed friss- illetve száraz tömegét elemeztük.

Egyedi levélméret és teljes levélfelület mérések. Az egyedi levélfelületet *Cornus alba* 'Sibirica' és a *Prunus laurocerasus* 'Novita' taxonok esetében, levélszkennel (AM350, ADC BioScientific Ltd.) segítségével határoztuk meg. A méréshez 5-5 növényről gyűjtöttünk (30db) levelet termesztési rendszerenként, mindkét fajtából. A mintaszedést 2015 és 2016 júniusában, illetve a kísérlet zárásakor, 2015 és 2016 októberében végeztük el. A teljes levélfelület megállapítása úgy történt, hogy a

megszámoltuk a kiválasztott egyedek összes levelét, mellyel elosztottuk az átlagos egyedi levélméretet.

Gravimetrikus vízfogyasztás mérések (IWC; DWU; RWU)

A gravimetrikus vízfogyasztás mérését a lomblevelű *Cornus alba* 'Sibirica' és a *Prunus laurocerasus* 'Novita' taxonok esetében, mindkét kísérleti évben (2015 és 2016) 3-3 mintanapon végeztük el. A konténerek a mérés előtti napon megkapták a szokásos öntözést, majd másnap reggel lekerültek az öntözőrendszerrel. Ekkor megmértük a konténerek tömegét (8 óra), amit este megismételtünk (20 óra).

A vízfogyasztás meghatározásához három paramétert definiáltunk. Ezek a konténer kezdeti (reggeli) tömege, mely az angol nyelvű elnevezés után – *initial weight of container* – az IWC betűkódot, a konténer napi vízfogyasztása – *daily water use* – a DWU betűkódot, a konténer relatív vízfogyasztása pedig – *relative water use* – az RWU betűkódot kapta. A konténer reggel és este mért különbsége adja a DWU-t, míg a DWU aránya az IWC-hez, az RWU-t adja. E három paraméter mintanapi alakulását elemeztük a dolgozatban.

Termesztőközeg nedvességtartalmát meghatározó mérések (GSWC)

A termesztőközeg nedvességtartalmát az alábbi egyenlettel határoztuk meg:

$$GSWC \% = \frac{m_{nedves} - m_{száraz}}{m_{száraz}} * 100$$

(Campbell és Campbell, 2013), ahol GSWC (*gravimetric soil water content*) a

gravimetrikusan mért talaj – esetünkben közegnedvesség tartalom %-ban kifejezve, m – a közegminta tömege (g). A mintavétel menete szerint, reggel és este 5-5 egyed/fajta/termesztési rendszer közegéből vettünk mintát, melyeket szárítószekrényben 105°C -on tömegállandóságig szárítottuk, végül ismét megmértük. A mintavételi napok a következők voltak: 2015. június 5. és június 30., valamint szeptember 22.

Konténeres növények vízfelhasználási hatékonysága

A vízfelhasználás hatékonyságának számításánál a vegetációs időszaki teljes vízellátás (csapadék+öntözés) és a vegetációs időszak végén mért szárazanyag termelést vettük alapul.

$$\text{Vízfelhasználási hatékonyság}_{\text{konténer}} = \frac{\text{szárazanyag termelés (g)}}{\text{vízellátás (L)}}$$

ahol a vízfelhasználási hatékonyság az 5 literes konténeres növényegyedre vonatkozik, akárcsak a szárazanyag termelés és a vízellátás is.

Levél-gázcsere mérések

A levél-gázcsere méréseket hordozható infravörös gázanalízis elvén működő műszerrel mértük (LCi, ADC Scientific Ltd.).

A kimeneti paraméterek a fotoszintetikus ráta (A) és a transzspirációs ráta (E) adatok, melyekből napi és napszaki meneteket rajzoltunk föl, illetve napi összegeket is számoltunk. Előbbi esetében a szén-dioxid, utóbbinál a víz moláris tömegével szoroztuk a rátát, majd a mérési időintervallumokra vetítettük az értékeket és napi

összeget képeztünk. Így megkaptuk a szén-dioxid asszimiláció napi összegét (g m^{-2}) és a transzspiráció napi összegét (kg m^{-2}). A sztómakonduktanciát (g_s) továbbá a transzspirációs rátával (E) és a vízstressz index- szel való összefüggésben is megvizsgáltuk.

A levél-gázcsere méréseket ugyanazon a két taxonon (*Cornus alba* 'Sibirica'; *Prunus laurocerasus* 'Novita') és napokon végeztük, mint a gravimetrikus vízfogyasztás méréseket. Kétórás intervallumokban mértünk növényenként egy levelet (ún. fénylevelet).

Meteorológiai adatok

A mérések kiértékelésénél felhasznált meteorológiai adatok, a kísérleti parcellától, légvonalban 3 kilométerre található, a Telki Önkormányzat (Telki, Petőfi Sándor utca 1.) területén felállított meteorológiai állomásról (imetos®) származnak.

A helyi meteorológiai állomás által nyújtott adatok alapján, a kísérleti periódus alatt (április 1-től október 26-ig), a csapadékösszeg 411,60 mm volt, az ET_0 pedig 586,30 mm, az átlaghőmérséklet $17,77^\circ\text{C}$ volt. 2016-ban (április 7-től október 18-ig) a lehullott csapadék 521,80 mm, az ET_0 pedig 543,20 mm, az átlaghőmérséklet $17,61^\circ\text{C}$ volt.

Statisztikai elemzések

A statisztikai elemzéseket minden esetben az SPSS (23-as verzió) programcsomag segítségével végeztük. Az értékeléseket az egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) vagy az ismételt mérések varianciaanalízis (RM ANOVA) módszerével, illetve regresszióanalízissel végeztük.

EREDMÉNYEK

Morfológiai paraméterek

A különböző termesztési rendszerben nevelt pikkelylevelű örökzöldek (*T. occidentalis* 'Smaragd' és 'Brabant' fajták) a lomblevelű örökzöld *P. laurocerasus* 'Novita' és a lombhullató *C. alba* 'Sibirica' díszcserje taxonok vegetációs időszaki növekedését értékeltük (növénymagasság, lombkorona/hajtásrendszer- és törzsátmérő). Az egyedi és teljes levélfelület, továbbá a növényi részek friss - és száraz tömege, csak a lomblevelű taxonok esetében került meghatározásra.

1. táblázat. Konténerben nevelt (5 liter) díszcserje taxonok magasságának vegetációs növekedése 2015-ben és 2016-ban

	Magasságnövekedés (cm)							
	'Sibirica'		'Novita'		'Smaragd'		'Brabant'	
2015								
CAG	62,3	aB	18,7	aB	34,6	aB	39,8	aB
PIP	64,3	aB	22,5	aB	36,9	aB	39,0	aB
2016								
CAG	17,0	aA	5,7	aA	18,9	aA	31,9	bA
PIP	26,4	aA	10,7	aA	22,9	aA	23,7	aA

Megjegyzés: az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és éven belül, a termesztési rendszerek között, az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és termesztési rendszeren belül, az évek között.

A növénymagasság vegetációs időszaki növekedésére elsősorban az évjárat volt hatással, sokkal

inkább, mint a termesztési rendszer. Ugyanakkor a PIP rendszerben nevelt növények jellemzően magasabbak lettek mindkét évben, noha a populáció statisztikailag homogénnek tekinthető. Az évjáráthatás eredménye szerint fele - harmada növekedést produkáltak a növények 2016-ban, mint a megelőző évben (1. táblázat).

A hajtásrendszer elemzése azt mutatta, hogy ez esetben is szignifikáns hatással volt az évjárat a növekedésre. Megfigyeltük, hogy a *C. alba* 'Sibirica' hajtásrendszerének növekedése 35%-kal erőteljesebb volt a PIP rendszerben, a CAG rendszerben nevelt növényekhez képest (2. táblázat).

2. táblázat. Konténerben nevelt (5 liter) díszcserje taxonok lombkorona átmérőjének vegetációs növekedése 2015-ben és 2016-ban

		Lombkorona átmérő növekedés (cm)							
		'Sibirica'		'Novita'		'Smaragd'		'Brabant'	
2015									
CAG	37,3	aA	14,4	aA	2,4	aA	22,3	aA	
PIP	50,4	bA	13,3	aA	3,2	aA	18,1	aA	
2016									
CAG	54,1	aB	13,3	aA	8,6	aB	25,3	aA	
PIP	73,3	bB	18,2	aA	6,2	aB	28,3	aB	

Megjegyzés: az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és éven belül, a termesztési rendszerek között, az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és termesztési rendszeren belül, az évek között.

3. táblázat. Konténerben nevelt (5 liter) *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' díszcserje taxonok levél paramétereinek alakulása 2015-ben és 2016-ban.

	Egyedi levélméret (mm ²)			
	'Sibirica'		'Novita'	
2015				
CAG	2334	aA	2682	aB
PIP	2615	aB	2372	aA
2016				
CAG	1780	aA	1842	aA
PIP	1925	aA	2081	aB
	Teljes levélfelület (m ²)			
	'Sibirica'		'Novita'	
2015				
CAG	0,69	aB	0,49	aA
PIP	0,72	aB	0,4	aA
2016				
CAG	0,56	aA	0,33	aA
PIP	0,57	aB	0,32	aA

Megjegyzés: az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és éven belül, a termesztési rendszerek között, az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott éven és termesztési rendszeren belül a fajták között. A vastagon szedett betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és termesztési rendszeren belül, az évek között.

A levelek egyedi méretére az évjárat erős hatást gyakorolt, míg a teljes levélfelület a növényfajára jellemzően alakult. Mindkét fajta kisebb levélméretet és teljes lombfelületet fejlesztett 2016-ban, mint a megelőző

évben. Így tehát elmondható, hogy a két különböző fajta statisztikai szempontból azonos levélmérettel rendelkezik, azonban a teljes levélfelületet tekintve a *C. alba* 'Sibirica' 67 %-kal nagyobb levélfelületet fejleszt a vegetációs idő alatt, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' (3. táblázat).

Az egyes növényi részek friss - és száraz tömegében már jól kirajzolódik a termesztési rendszer hatása is – az évjárat hatás mellett – mely jellemzően a gyökértömeg és a teljes biomassza esetében jelentős, ez utóbbinál mindkét fajnál azonos mértékben.

A levél friss - és száraz tömegét kivéve, minden egyes jellemző, a hajtás -, gyökér - valamint a teljes friss - és száraz tömeg minden esetben szignifikánsan magasabb a PIP rendszerben nevelt *C. alba* 'Sibirica' taxonon, míg ugyanez a különbség igaz a hagyományos CAG rendszerben nevelt *P. laurocerasus* 'Novita' taxonokra (4. táblázat).

4. táblázat. Különböző termesztési rendszerben (CAG és PIP) nevelt *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' növényi részek friss és száraz tömege 2015-ben és 2016-ban.

	Friss tömeg g növény ⁻¹				Száraz tömeg g növény ⁻¹			
	levél							
	'Sibirica'		'Novita'		'Sibirica'		'Novita'	
CAG	93	a	156	a	35,2	a	56	a
PIP	112	a	131	a	42,5	a	48	a
2015	115	a	158	a	42	a	54	a
2016	77	a	131	a	29,7	a	50	a
	hajtás							
CAG	137	a	140	b	65	a	57,0	b
PIP	176	b	112	a	86	b	47	a
2015	146	a	141	b	68	a	54	a
2016	151	a	115	a	73	b	50	a
	gyökér							
CAG	643	a	662	b	171	a	183	b
PIP	861	b	465	a	357	b	134	a
2015	641	a	329	a	143	a	92	a
2016	739	b	911	b	227	b	255	b
	teljes növény							
CAG	873	a	959	b	271	a	297	b
PIP	115	b	709	a	485	b	228	a
2015	902	a	628	b	253	a	201	a
2016	968	b	1157	a	330	b	355	b

Megjegyzés: az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán belül a termesztési rendszerek között és az évek között.

Gravimetrikus vízfogyasztás mérések

A vízfogyasztás mérés paraméterei a konténer reggeli tömege (IWC), a konténer napi vízfogyasztása (DWU) és a konténer relatív vízfogyasztása (RWU). A méréseket *C. alba* 'Sibirica' és *P. laurocerasus* 'Novita' díszcserjéken végeztük el.

A fajták IWC értéke mindkét évben szignifikánsan különbözött, jellemzően a *P. laurocerasus* 'Novita' konténertömege volt nehezebb. A mérési napok konténertömege adott fajtán és éven belül jól elkülönült. A termesztési rendszer hatása erősen érvényesül a *P. laurocerasus* 'Novita' esetében, az IWC minden mérési napon szignifikáns a PIP rendszerben. A *C. alba* 'Sibirica' tendenciáiban mindkét évben magasabb a PIP rendszerben, mint a CAG rendszerben, statisztikailag azonban csak 2016-ban szignifikáns.

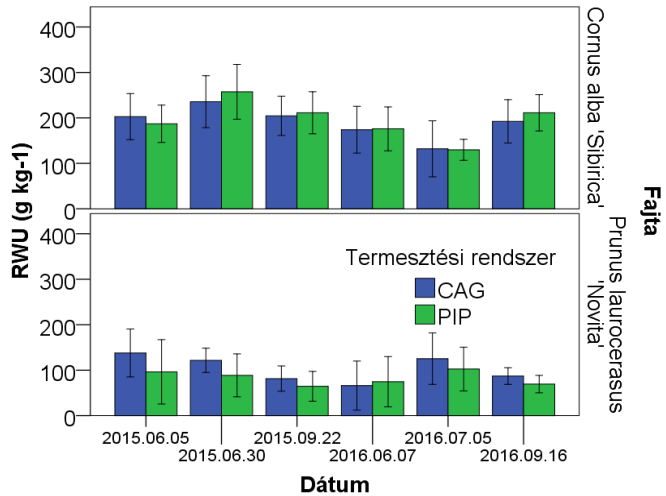
A fajták átlagos vízfelhasználása a két évre tekintve 290 és 503 g nap⁻¹ volt. A *C. alba* 'Sibirica' mindkét évben, a mérési napok nagy részében, szignifikánsan magasabb vízfelhasználást mutatott, mint a *P. laurocerasus* 'Novita'. A mintavételi napok jellemzően két statisztikai csoportra oszlanak, több esetben is ellentétesen viselkednek a taxonok. A termesztési rendszer hatását a *C. alba* 'Sibirica' esetében találtuk szignifikánsnak, melyet a 2016-os adatok egyértelműen jeleznek. Ekkor a PIP rendszer vízfelhasználása magasabb volt a CAG termesztési rendszerhez képest (5. táblázat).

5. táblázat. A napi vízfogyasztás (DWU g nap⁻¹) változása a fajták, a mintavételi napok és a termesztési rendszer (CAG és PIP) tekintetében 2015-ben és 2016-ban.

Napi vízfogyasztás DWU (g nap ⁻¹)							
<i>C. alba</i> 'Sibirica'							
Dátum	15/06/05		15/06/30		15/09/22		
CAG	444	aA	707	bB	674	bB	608
PIP	464	bA	788	bB	681	bB	644
Átlag	454		747		678		626
Dátum	16/06/07		16/07/05		16/09/16		
CAG	384	bB	183	aA	433	bB	333
PIP	534	bB	229	aA	516	bB	426
Átlag	459		206		474		380
ÁTLAG							503
<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'							
Dátum	15/06/05		15/06/30		15/09/22		
CAG	425	aB	415	aB	271	aA	370
PIP	355	aB	340	aAB	239	aB	311
Átlag	390		377		255		341
Dátum	16/06/07		16/07/05		16/09/16		
CAG	183	aA	271	bB	241	aAB	232
PIP	256	aA	277	aA	212	aA	248
Átlag	219		274		226		240
ÁTLAG							290

Megjegyzés: az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott termesztési rendszeren és éven belül, a fajták között, az eltérő nagybetűk szignifikáns különbséget (*Tukey*, $p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és termesztési rendszeren belül, adott év mérési napjai között. A vastagon szedett betűk adott fajtánál a mérési napon a termesztési rendszer hatását jelölik ($p < 0,05$).

A konténeres növények reggel mért össztömegéhez (IWC) viszonyítva a napi vízfogyasztást (DWU), kaptuk meg a relatív vízfogyasztást (RWU) (2. ábra).

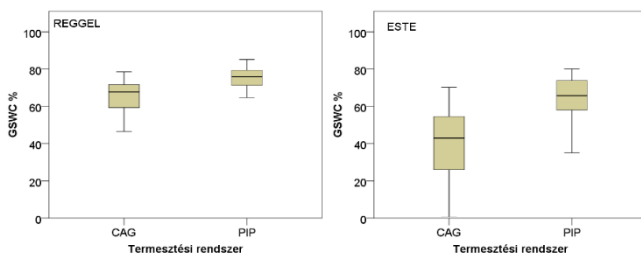


2. ábra. Konténeres díszcserje taxonok relatív vízfogyasztása (RWU g kg⁻¹)

A mérési napok tekintetében, a termesztési rendszer hatása nem számottevő, a fajták között jelentkező különbségek egy napot kivéve (2016.07.05) minden esetben szignifikánsan magasabbnak bizonyultak a *C. alba* 'Sibirica' taxon esetében.

Termesztőközeg nedvességtartalmi mérések

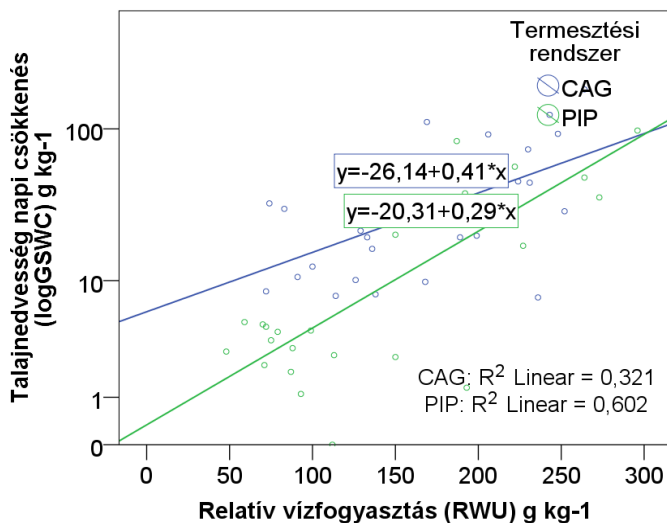
A közeg nedvességtartalma sem a reggeli, sem az esti órákban nem volt szignifikáns a fajtára nézve, tehát a termesztett taxon nem befolyásolta a közeg nedvességtartalmát. Ezzel szemben, a termesztési rendszer erősen szignifikáns volt, mind a reggeli, mind az esti órákban. Ennek alapján megállapítható, hogy a PIP rendszer nagyobb nedvességtartalommal rendelkezik, már a reggeli órákban is – mintegy előző napi tartalék –, mint a CAG rendszer. Továbbá az esti mérések jól mutatják, hogy a nap folyamán is kisebb veszteséggel bír a PIP, mint a CAG, mert este is magasabb a közegének nedvességtartalma (3. ábra).



3. ábra. Különböző termesztési rendszerek (CAG; PIP) (5 liter) termesztőközeg nedvességtartalmának (GSWC) összehasonlítása a reggeli és esti napszakokban.

A GSWC és az RWU kapcsolatával arra szeretnénk rávilágítani, hogy mely konkrét értékskálán mozog a különböző termesztési rendszerek napi vízigényének az a hányada, amelyet a termesztőközeg veszít el nedvességtartalmából.

Megállapítottuk, hogy a GSWC és az RWU között függvényyszerű kapcsolat áll fenn. Az egyenleteket megoldva a napi átlag RWU értékekre azt kapjuk, hogy CAG: 12,4-53,4 g kg⁻¹, míg PIP: 6,95-35,95 g kg⁻¹ nedvességtömeget veszít csak a termesztőközezből a nap folyamán (4. ábra).

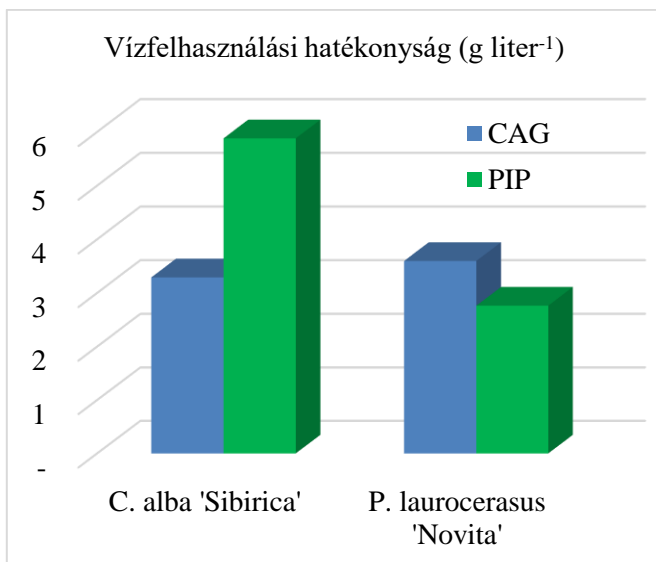


4. ábra. A termesztőközeg nedvességtartalmának (GSWC) és a relatív vízfogyasztásnak (RWU) a kapcsolata

Konténeres díszcserjék vízfelhasználási hatékonysága

A vízfelhasználási hatékonyság eltérően alakult a különböző termesztési rendszerekben nevelt díszcserje taxonoknál. A *C. alba* 'Sibirica' fajta, a hagyományos CAG rendszerben 3,29 g szárazanyagot állított elő 1 liter

vízmenyiség felhasználásával, ezzel szemben 5,88 g-ot a PIP rendszerben. A *P. laurocerasus* 'Novita' fajta 3,60 g szárazanyag produktumot állított elő a CAG rendszerben és 2,76 grammot a PIP rendszerben 1 liter víz felhasználásával, a teljes tenyészidőszakot figyelembe véve (5. ábra).



5. ábra. Díszcserje taxonok vízfelhasználási hatékonysága a különböző konténeres termesztési rendszerekben.

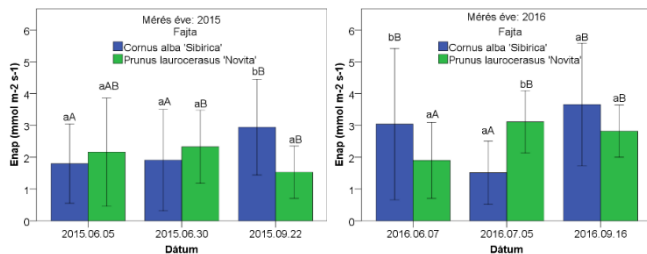
Levél - gázcsere mérések és a transzspirációs ráta

Munkánk során összesen négy-féle transzspirációs paramétert definiáltunk: a transzspirációs ráta napi átlagát (E_{nap}), a transzspirációs ráta napszaki

átlagát (E_{napszak}) és a transzspiráció napi összegét ($E_{\text{összeg}}$) valamint a teljes mérési időszakra vonatkozó transzspirációs rátát (E_{total}).

A transzspirációs ráta napi átlaga (E_{nap})

Az E_{nap} -ra szignifikáns hatással volt a fajta és a mérési nap. A *C. alba* 'Sibirica' nyáron alacsonyabb E_{nap} értékeket produkált, mint ősszel (2016.06.07-et kivéve), tehát a hűvösebb napokon fokozottabb volt a növény transzspirációja. A *P. laurocerasus* 'Novita' esetében ilyen jellegű tendenciát nem figyeltünk meg, azonban a két fajta ellentétes viselkedése megfigyelhető (6. ábra).



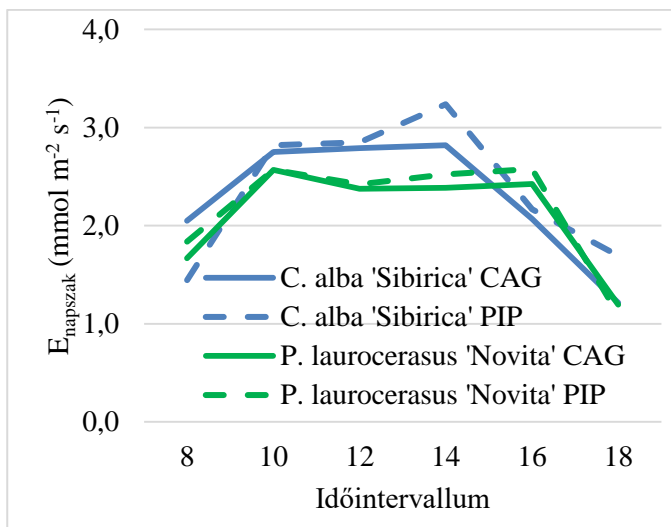
Megjegyzés: az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jelölnek a fajták között adott mérési napon, az eltérő nagybetűk (*Tukey*, $p < 0,05$) szignifikáns különbséget jelölnek a mérési napok között, adott fajtánál.

6. ábra. *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' transzspirációs ráta napi átlagok (E_{nap}) a mérési napokon 2015-ben és 2016-ban.

A transzspirációs ráta napszaki változása (E_{napszak})

A transzspirációs görbe napi alakulása haranggörbe jelleget mutat. A napi csúcsot mindkét taxon

a PIP rendszerben éri el, a *C. alba* 'Sibirica' 14 óra körül, míg a *P. laurocerasus* 'Novita' 16 óra körül (7. ábra). A statisztikai elemzés alapján, az egyes időintervallumok E_{napszak} értékek nagyobb mértékben különböztek egymástól a *C. alba* 'Sibirica' esetében, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' taxonnál.

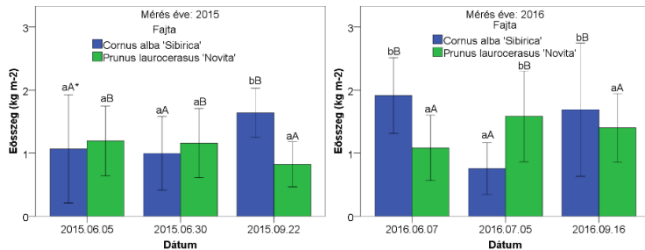


7. ábra. Különböző termesztési rendszerekben nevelt konténeres díszcserjék (5 liter) transzspirációs rátájának napszaki alakulása (E_{napszak})

Egységnyi levélfelület napi transzspirációja ($E_{\text{összeg}}$)

A transzspiráció napi összege 0,76 - 1,91 kg m⁻² között alakult a kísérlet időszakában (8. ábra). A két taxon napi transzspirációja eltérően alakult az egyes mérési napokon. A *C. alba* 'Sibirica' a hűvösebb napokon

magasabb $E_{\text{összeg}}$ -et mutatott, míg a melegebb napokon alacsonyabb értékeket produkált. A *P. laurocerasus* 'Novita' épp az ellenkező módon reagált a mérési napok időjárási körülményeire: a hűvösebb napokon (két őszi és egy nyári) napokon alacsonyabb volt az $E_{\text{összeg}}$, míg a melegebb, tehát nyári napokon magasabb $E_{\text{összeg}}$ -et mutatott (8. ábra).



Megjegyzés: az eltérő kisbetűk szignifikáns különbséget jelölnek a fajták között adott mérési napon, az eltérő nagybetűk (*Tukey*, $p < 0,05$) szignifikáns különbséget jelölnek a mérési napok között, adott fajtánál, a * szignifikáns termesztési rendszer hatást jelöl, adott fajtánál, adott mérési napon.

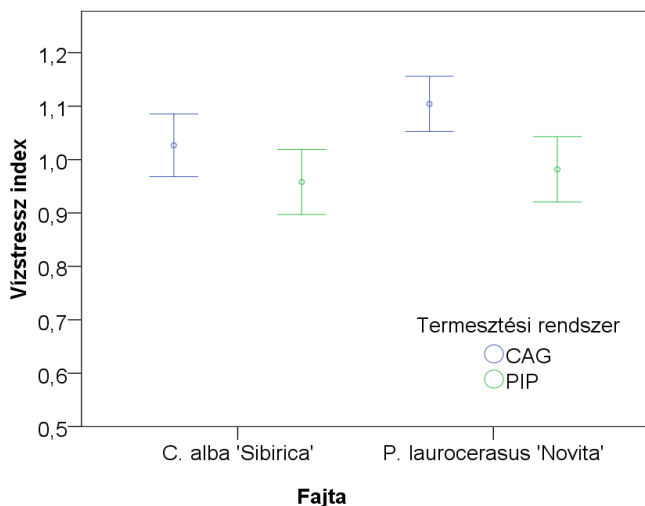
8. ábra. Egységnyi levélfelület transzspirációjának napi mennyisége ($E_{\text{összeg}}$) *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' díszcserje fajtákon.

A transzspiráció (E_{total}) és a vízstressz index kapcsolata

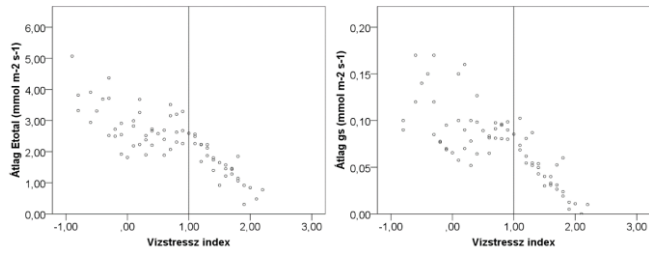
A léghőmérséklet és a növényhőmérséklet különbsége a növény vízellátottságát jellemzi, melyet vízstressz indexnek nevezünk. A vízstressz index értékek -1 és $+2$ között alakultak a kísérleti napokon, értékük

alacsonyabb volt a PIP rendszerben, mint a CAG rendszerben, növényfajától függetlenül (9. ábra).

A vízstressz index növekedésével csökken a transzspirációs ráta (E_{total}), azonban +1 vízstressz index felett látszik egyértelműen az E_{total} lineáris csökkenése. Megállapítható tehát, hogy amennyiben a levélfelszín hőmérséklet legkevesebb egy fokkal magasabb a környező léghőmérsékletnél, az E_{total} lecsökken. Víziány esetén a transzspiráció mérséklődik a sztómák záródásának következtében. A sztómaműködés és a vízstressz index kapcsolata ugyanazt a tendenciát mutatja, mint amit az E_{total} esetében tapasztaltunk; lineárisan csökken az értéke, +1 felett (10. ábra).



9. ábra. Vízstressz index átlagok *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' díszcserje fajtákon.



10. ábra. A transzpirációs ráta (E_{total}) és a vízstressz index, illetve a sztómakonduktancia (g_s) és a vízstressz index kapcsolata.

EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA

A morfológiai paraméterek alakulásának értékelése

A kísérleti növények habitusa, megjelenése, a vegetációs időszak végén, 2015-ben és 2016-ban is a fajra, fajtára jellemzően alakult. Az évjáráthatás ez esetben is szignifikáns volt, a növények 2015-ben magasabbra nőttek, mint 2016-ban, a lombkorona kiterjedése azonban hasonlóan alakult a két évben. A *Thuja occidentalis* 'Smaragd' és a 'Brabant' nyugati tuja fajták, előbbi oszlopos, utóbbi kúpos habitusú, növekedési jellegüket tekintve megfeleltek a szakirodalmi leírásoknak. A növénymagasság és a lombkorona átmérő tekintetében, hasonlóat tapasztaltunk, mint a *C. alba* 'Sibirica' fajtánál; a növények 2015-ben magasabbra nőttek, keskenyebb lombkorona átmérővel, 2016-ban kisebb mértékű volt a magassági növekedés, inkább szélesebbek lettek az előző évhez viszonyítva. Ezért az évjáráthatás ennél a két fajtánál is szignifikáns volt (1. táblázat).

A termesztéstechnológia hatása a morfológiai mutatókra

Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy a PIP termesztési rendszer hatása a növényi tulajdonságokra nem mindig egyértelmű (Miralles et al., 2009, 2012; Ruter, 1993; Schluckebier és Martin, 1997). Saját eredményeink alapján, a PIP rendszerben a *C. alba* 'Sibirica' kiemelkedően kedvezőbb értékeket produkált, a *T. occidentalis* 'Smaragd' és 'Brabant' számára többnyire kedvezőbb a PIP nevelés, vagy nem mutatható ki a hatása,

míg a *P. laurocerasus* 'Novita' a hagyományos CAG termesztési rendszerben fejlődik jobban.

A konténeres kísérleti növények vízfogyasztása

A konténerben termesztett növények reggel mért tömege (IWC) magában foglalja a természetközeg nedvességtartalmát, ezért nagymértékben függ annak mennyiségétől. Az IWC 12,5 %-kal (*C. alba* 'Sibirica') illetve 16,3%-kal (*P. laurocerasus* 'Novita') magasabb volt a PIP rendszerben, mint a CAG rendszerben. Ez azt jelenti, hogy a termesztett fajtától függetlenül, hasonló arányban nagyobb víztömeggel kezdték a napot a PIP termesztésben a konténerek.

A felételezést, mely szerint a PIP konténerek nagyobb nedvességtartalommal kezdték a napot, a közegnedvesség-tartalom mérések is alátámasztják. A termesztési rendszer erősen szignifikáns volt a PIP rendszerre, így elmondható, hogy azonos öntözési ráta mellett a PIP rendszer konténereinek magasabb a vízmegtartó képessége, mint a CAG rendszer konténereinek. Mérési eredményeinket, melyek szerint a PIP konténerek nagyobb vízellátási kapacitást biztosítanak a mintavételi napok reggelén, más szerzők is megerősítik (Ruter, 1998a, 1998b; Schluckebier és Martin, 1997). A nagyobb vízkapacitás forrása az előző napokból visszamaradt nedvesség, az előző napi öntözés és az éjszakán át visszatartott nedvesség.

A konténeres növények napi vízfogyasztását (DWU) erősen befolyásolja a fajtajelleg illetve a konténer mérete. Annak ellenére, hogy mindkét taxon (*C. alba* 'Sibirica' és *P. laurocerasus* 'Novita') közepes vízigénnyel rendelkezik (Tóth, 2012), jelentős mértékben különbözött a mintanapokon mért vízfogyasztásuk. A *C. alba* 'Sibirica' vízfogyasztása a mintanapok átlagában 626 g nap⁻¹ volt, mely 83,5%-kal magasabb, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' ugyanezen a napokon mért vízfogyasztása (341 g nap⁻¹), 2015-ben. A következő évben (2016) ez az arány némileg mérsékeltebb volt, azonban ekkor is 58,3%-kal volt magasabb a DWU a *C. alba* 'Sibirica' taxon esetében, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' esetében. A vízfogyasztási különbségekhez feltehetően a két növény lombfelületének különbségei is hozzájárultak, a *C. alba* 'Sibirica' teljes lombfelülete 2015-ben, 58,4%-kal, 2016-ban pedig 73,8%-kal volt nagyobb, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' lombfelülete. A DWU kevésbé fluktuált a mérési napok között a *P. laurocerasus* 'Novita' fajta esetében, míg a *C. alba* 'Sibirica' nagyobb változékonysággal reagált a mérési napok körülményeire. A DWU és az IWC összefüggése a *C. alba* 'Sibirica' esetében nyilvánvalónak tűnik. A termesztési rendszer a *C. alba* 'Sibirica' esetében határozottan befolyásolta a vízfogyasztást, 2015-ben 5%-kal, a következő évben 27%-kal haladta meg PIP rendszer a hagyományos CAG rendszer DWU értékét. Ez utóbbit a statisztikai elemzés is alátámasztotta. A *P. laurocerasus* 'Novita' ennél ellentmondásosabb eredményeket mutatott. 2015-ben a CAG rendszerben 18%-kal mértünk magasabb DWU-t, míg 2016-ban 4%-kal a PIP rendszer vízfogyasztása volt magasabb. A szakirodalmi adatok

haszonlóan változatos képet festenek az egyes taxonok vízfogyasztásáról (García-Navarro, 2004; Hagen et al., 2014; O'Meara et al., 2013).

Az öntözéstervezésben nyújt segítséget a relatív vízfogyasztás (RWU), mely egységnyi konténertömeg vízfogyasztását jelenti. A fajtaspecifikus vízfelhasználás következtében a *C. alba* 'Sibirica' és *P. laurocerasus* 'Novita' növények relatív 193 g kg^{-1} illetve 93 g kg^{-1} vizet fogyasztanak. A termesztési rendszerekről megállapítható, hogy a közeg nedvességtartalmának napi relatív vesztesége (GSWC) átlagosan 33 g kg^{-1} a hagyományos CAG termesztésben, míg a PIP rendszerben 21 g kg^{-1} értékkel célszerű tervezni (4. ábra). Figyelembe véve a faiskola öntözési gyakorlatát ($400\text{--}600 \text{ g víz növény}^{-1} \text{ nap}^{-1}$) megállapíthatjuk, hogy az öntözőrendszer által kijuttatott vízmennyiség lefedte a *C. alba* 'Sibirica' vízigényét, ellenben meghaladta a *P. laurocerasus* 'Novita' taxon vízigényét. A két taxon különböző öntözőkörön való elhelyezése javasolt.

A transzspirációs ráta alakulása

A transzspirációs ráta nagyobb változatosságot mutatott a fajták között, mint a fotoszintetikus ráta. A *C. alba* 'Sibirica' transzspirációs napi átlagai alacsonyabbak voltak nyáron, mint ősszel. A *P. laurocerasus* 'Novita' épp ellentétesen viselkedett, a nyári időszakban magasabb volt a párolgási intenzitása, mint ősszel (6. ábra).

A transzspiráció napszaki változásában (E_{napszak}) a CAG rendszerben alacsonyabb a transzspirációs ráta, mint a PIP rendszerben. Ez az eredményünk a CAG

konténerek alacsonyabb víztartalmával hozható összefüggésbe (3. ábra).

A napszaki változások rávilágítanak a fajtaspecifikus fiziológiai válaszreakciókra. A lombhullatók szárazságstressz hatására nagyobb mértékben mérséklik a transzspirációt, mint az örökzöldek (Givnish, 2002).

Az egészségnyi levélfelület párologtatása ($E_{\text{összeg}}$) a kísérlet időszakában napi $0,76-1,91 \text{ kg m}^{-2}$ között alakult a *C. alba* 'Sibirica' taxon esetében és $0,82-1,58 \text{ kg m}^{-2}$ volt a *P. laurocerasus* 'Novita' taxonnál (8. ábra). Ezen adatok jelentősége túlmutat azonban a fiziológiai tulajdonságok jellemzésén; hiszen a faiskolai növények adják a különböző céllal létesített zöldfelületek növényanyagát. A biológiailag aktív felületek környezeti haszna (Jószainé Párkányi, 2007; Radó, 2001) a kondicionáló hatást tekintve immár mérhető.

A vízstressz index értékeket a levélfelszín hőmérséklete és a környezet hőmérsékletének különbsége alakítja. Kísérletünkben alacsonyabb vízstressz index értékeket mértünk a PIP rendszerben nevelt növényeken, mint a CAG termesztésben nőtt növényeken (9. ábra). A vízellátottság és a vízstressz index között szoros negatív kapcsolat áll fenn. Ha a levélfelszín hőmérséklete és a léghőmérséklet különbsége 1°C , a transzspirációs ráta (E_{total}) meredeken csökkenni kezd (10. ábra).

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A pot in pot (PIP) több esetben is pozitív hatást gyakorolt a morfológiai mutatókra, a növények magasabbra nőttek. A biomassza és a száraanyag produkció is kedvezőbben alakult, noha a magasság, szélesség, törzsátmérő adatokat mind a négy taxonra vonatkoztatva vizsgáltuk, a beltartalmi értékeket csak a lomblevelűekre vizsgáltuk. Ennek oka volt, hogy a későbbi fiziológiai vizsgálatokhoz a két lomblevelű taxont választottuk ki. E két taxonra azért esett a választásunk, hogy különböző növekedésű és levélszerkezetű növény összehasonlítására nyíljon lehetőség.

A gravimetrikus úton megállapított evapotranszpiráció (DWU), vagyis a konténeres növény napi vízfogyasztása, jó alapja lehet az öntözéstervezésnek, nem igényel speciális számítást. A kísérletünknek helyet adó faiskolában az 5 literes konténeres növények napi vízadagja 400-600 g víz növény⁻¹ nap⁻¹ volt (kétszeri kijuttatással, nyáron háromszori kijuttatással). A napi vízfogyasztási értékekből (DWU) kiszámítottuk a relatív, konténertömegre eső vízfogyasztást is (RWU). A DWU és RWU értékek fajtaspecifikussága megmutatta, hogy két közepes vízigényű növény jelentős különbséget mutathat a vízfogyasztásban. A *C. alba* 'Sibirica' és babérmeggy taxonok azonos mennyiségű öntözővízből relatív 193 g kg⁻¹ illetve 93 g kg⁻¹ vizet fogyasztottak. Megállapítottuk, hogy a vizsgált termesztési rendszerek jelentősen befolyásolják a tőzeg-alapú természetközeg vízállapotát. A pot in pot (PIP) termesztési rendszer

nagyobb vízmegtartó képessége révén napi átlagban 21 g kg⁻¹ nedvességtartalmat veszít a nap folyamán a tömegéből, míg a hagyományos konténeres termesztési rendszer (CAG) átlagosan 33 g kg⁻¹ veszteséget produkál a nap folyamán. A kísérleti taxonok vízfelhasználási hatékonysága megmutatta azonban, hogy a pot in pot rendszer pozitív hatása egyértelműen csak a *C. alba* 'Sibirica' fajta esetében jelenthető ki.

A gravimetrikus adatok gyűjtése során a növények napszaki fiziológiai változásait is megfigyeltük. Adott kísérleti napokon reggel nem kaptak öntözést a növények. Azt tapasztaltuk, hogy már a délelőtti órától kezdve csökkent a fotoszintetikus rátájuk. Kérdéses volt, hogy az előző nap szokásos öntözést kapott növények (napi 2x vagy 3x-szori kijuttatás) a másnap reggel elmaradt öntözésre reagálhattak-e csökkenő fotoszintetikus rátával. Mivel a termesztőközeg nedvességtartalma reggel relatív magas (60-80% között) volt, ezért feltételezzük, hogy a látható fény okozta stressz felelhet az ún. fényleveleken mért fotoszintetikus ráta csökkenésért. A transzspirációs ráta napi lefutása - a nyár közepi mérések kivételével - közel haranggörbe alakú volt. Ez részben alátámasztja azt a feltételezést, hogy nem érte a növényeket nagyfokú szárazságstressz az öntözés egynapos kimaradásakor. A tipikus nyári mérési napokon (2015.06.30. és 2016.07.05.) azonban kimutatható a transzspirációs ráta csökkenése. Összességében a lombhullató *Cornus alba* 'Sibirica' nagyobb fotoszintetikus és transzspirációs változékonysággal reagált a napi és a napszaki változásokra, mint az örökzöld *Prunus laurocerasus* 'Novita'. Az egységnyi levélfelületre eső szén-dioxid

asszimiláció és transzspiráció kiszámítása olyan eredményeink, melyek túlmutatnak a dolgozat központi témáján. A díszcserjék kertészeti növénycsoport zöldfelületi illetve környezeti hasznát fejezik ki.

A vízstressz index kiszámításkor a teljes kísérleti periódus alatt mért levélfelszín- és léghőmérséklet adatokra támaszkodtunk, melyből megállapítottuk, hogy ha a növény hőmérséklete $+1^{\circ}\text{C}$ -kal magasabb, mint a környezete hőmérséklete, a sztómakonduktancia és a transzspirációs ráta is lineárisan csökkenni kezd. A levél-gázcsere mérések és a levélfelszín hőmérséklet alakulása azt is megmutatta, hogy a vizsgált termesztési rendszerek közül a pot in pot alacsonyabb vízstressz index értéket mutat a hagyományos konténeres termesztéshez képest.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A *Cornus alba* 'Sibirica' taxon morfológiai és fiziológiai paraméterei kedvezőbben alakultak a pot in pot faiskolai termesztési rendszerben (PIP) történt nevelés hatására.
2. A *Prunus laurocerasus* 'Novita' taxon morfológiai és fiziológiai paraméterei kedvezőbben alakultak a hagyományos konténeres termesztésben (CAG) történt nevelés hatására.
3. A *Thuja occidentalis* 'Smaragd' és 'Brabant' taxonok számára részben kedvezőbb a pot in pot faiskolai termesztési rendszerben (PIP) történő nevelés a morfológiai paramétereket tekintve.
4. Megállapításra került az öntözéstervezési gyakorlatban alkalmazható relatív vízfogyasztás (RWU) értéke két dísznövény taxonra, mely egységnyi konténertömeg vízfogyasztását jelenti. A fajtaspecifikus vízfelhasználás következtében a vizsgált *Cornus alba* 'Sibirica' és a *Prunus laurocerasus* 'Novita' taxonok 193 g kg⁻¹ illetve 93 g kg⁻¹ vizet fogyasztanak.

5. A tőzeg-alapú közeg nedvességtartalom napi relatív veszteségének (GSWC) mértéke a hagyományos konténeres termesztési rendszerben (CAG) 33 g kg^{-1} , a pot in pot konténeres termesztési rendszerben (PIP) 21 g kg^{-1} .
6. A pot in pot rendszerben (PIP) nevelt növények alacsonyabb vízstressz index értékekkel jellemezhetők, mint a hagyományos konténeres termesztésben (CAG) nőtt növények.
7. Amennyiben a levélfelszín hőmérséklet és léghőmérséklet különbsége (vízstressz index) eléri a $+1^{\circ}\text{C}$ -ot, a transzspirációs ráta és a sztómakonduktancia értéke lineárisan lecsökken.

IRODALOMJEGYZÉK

- Campbell, G. S., és Campbell, C. S. (2013). Water content and potential, measurement. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.05333-1>
- García-Navarro, M. (2004). Estimation of relative water use among ornamental landscape species. *Scientia Horticulturae*, 99(2), 163–174.
[https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(03\)00092-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(03)00092-X)
- Givnish, T. (2002). Adaptive significance of evergreen vs. deciduous leaves: Solving the triple paradox. *Silva Fennica*, 36(3), 703–743.
<https://doi.org/10.14214/sf.535>
- Hagen, E. et al. (2014). Comparing substrate moisture-based daily water use and on-demand irrigation regimes for oakleaf hydrangea grown in two container sizes. *Scientia Horticulturae*, 179, 132–139.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.008>
- Janick, J. (2011). *Horticultural Reviews*. John Wiley és Sons, Inc.
- Jankuné Kürthy Gy., Kozak A., és Radócné Kocsis T. (2010). *A magyar dísznövényágazat helyzete és kilátásai*. Agrárgazdasági Kutató Intézet.
- Jószainé Párkányi I. (2007). *Zöldfelület-gazdálkodás, parkfenntartás*. Mezőgazda Kiadó.
- MDSZ. (2014). *Magyar díszkertészet ágazati stratégia*. Magyar Díszkertészek Szövetsége.

https://www.diszkeresztek.hu/files/MDSZ_strategia.pdf

- Miralles, J. et al. (2012). The „pot-in-pot” system enhances the water stress tolerance compared with above-ground pot. In I. Md. M. Rahman (Szerk.), *Water Stress*. InTech. <https://doi.org/10.5772/30870>
- Miralles, J. et al. (2009). Above-ground and pot-in-pot production systems for *Myrtus communis* L. *Transactions of the ASABE*, 52(1), 93–101. <https://doi.org/10.13031/2013.25950>
- O’Meara, L. et al. (2013). Modeling daily water use of *Hydrangea macrophylla* and *Gardenia jasminoides* as affected by environmental conditions. *HortScience*, 48(8), 1040–1046. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.8.1040>
- Radó D. (2001). *A növényzet szerepe a környezetvédelemben*. Zöld Érdek Alapítvány és Levegő Munkacsoport.
- Ruter, J. M. (1993). Growth and landscape performance of three landscape plants produced in conventional and pot-in-pot production systems. *Journal of Environmental Horticulture*, 11(3), 124–127. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-11.3.124>
- Ruter, J. M. (1998a). Fertilizer rate and pot-in-pot production increase growth of heritage river birch. *Journal of Environmental Horticulture*, 16(3), 135–138. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-16.3.135>
- Ruter, J. M. (1998b). Pot-in-pot production and cyclic irrigation influence growth and irrigation

- efficiency of „Okame” cherries. *Journal of Environmental Horticulture*, 16(3), 159–162.
<https://doi.org/10.24266/0738-2898-16.3.159>
- Schluckebier, J. G., és Martin, C. A. (1997). Effects of above-ground pot-in-pot (PIP) placement and humic acid extract on growth of crape myrtle. *Journal of Environmental Horticulture*, 15(1), 41–44.
<https://doi.org/10.24266/0738-2898-15.1.41>
- Schmidt G., és Tóth I. (Szerk.). (2004). *Díszfaiskola* (2. kiad.). Mezőgazda Kiadó.
- Tóth I. (2012). *Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve*. Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

IMPAKT FAKTOROS FOLYÓIRATCIKKEK

Ónody É., Sütöriné Diószegi M., Hrotkó K.

Water use estimation and growth of container grown tatarian dogwood (*Cornus alba* L. 'Sibirica') and cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L. 'Novita')

NOTULAE BOTANICAE HORTI AGROBOTANICI
CLUJ-NAPOCA 48: 2 pp. 1027-1042., 16 p. (2020) DOI:
<https://doi.org/10.15835/nbha48211856> (IF 2019=1.168)

LEKTORÁLT FOLYÓIRATBAN (MTA LISTÁS) MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

Ónody É., Sütöriné Diószegi M., Hrotkó K.

Új konténertípusok a faiskolai termesztésben

KERTGAZDASÁG: A Kertészeti és Élelmiszeripari
Egyetem a Magyar Kertészeti Tanács és a Magyar
Kertészeti Tudományos Társaság szakfolyóirata 51: 1 pp.
54-64., 11 p. (2019)

Ónody É., Sütöriné Diószegi M., Hrotkó K.

Különböző konténeres termesztési rendszerekben nevelt
dísznövények növekedése és vízfogyasztása
KERTGAZDASÁG: A Kertészeti és Élelmiszeripari
Egyetem a Magyar Kertészeti Tanács és a Magyar
Kertészeti Tudományos Társaság szakfolyóirata 53:1
(2021)

KONFERENCIA KÖZLEMÉNYEK („FULL PAPER”)

Ónody É., Sütöriné Diószegi M., Hrotkó K.

Effect of container type on growth of *Cornus alba* 'Sibirica' and *Prunus laurocerasus* 'Novita' nursery plants. In: Miroslav, Šlosár (szerk.) 5th International Scientific Horticulture Conference 2016: Conference Proceedings Nitra, Szlovákia: University of Agriculture, (2016) pp. 92-97., 6 p.

KONFERENCIA ÖSSZEFOGLALÓK („ABSTRACT”)

Ónody É., Sütöriné Diószegi M., Hrotkó K.

Effect of container type on growth of *Cornus alba* 'Sibirica' and *Prunus laurocerasus* 'Novita' nursery plants (2016). 5th International Scientific Horticulture Conference. Slovak University of Agriculture in Nitra. 21-23 September