

Különböző konténeres termesztési rendszerekben nevelt dísznövények növekedése és vízfogyasztása

ÓNODY ÉVA¹, SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA², HROTKÓ KÁROLY²

¹Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet,
Talajfizikai és Vízgazdálkodási Osztály

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti
Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

E-mail: eva.onody@gmail.com

Összefoglalás

A vizsgálataink két nyugati tuja fajtára (*Thuja occidentalis* 'Smaragd' és 'Brabant') illetve két lomblevelű cserjére, egy lombhullató taxonra (*Cornus alba* 'Sibirica') és egy örökzöld taxonra (*Prunus laurocerasus* 'Novita') irányultak. A hagyományos konténeres termesztést tekintettük kontrollnak, melyhez képest vizsgáltuk a pot in pot termesztési rendszer hatását. A pot in pot több esetben is pozitív hatást gyakorolt a morfológiai mutatókra, a növények magasabbra nőttek. A biomassa és a szárazanyag-produkció is kedvezőbben alakult, noha a magasságot, szélességet, törzsátmérő adatokat mind a négy taxonra vonatkoztatva vizsgáltuk, a beltartalmi értékeket csak a lomblevelűekre vizsgáltuk.

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 200 g víz növény⁻¹ nap⁻¹ volt (2× ill. 3× kijuttatással). A napi DWU értékekből megállapítottunk egy relatív, konténertömegre eső vízfogyasztást (RWU). A DWU és RWU értékek fajspecifikussága megmutatta, hogy két közepes vízigényű növény jelentős különbséget mutathat a vízfogyasztásban. A *C. alba* 'Sibirica' és *P. laurocerasus* 'Novita' taxonok azonos mennyiségű öntözővízből relatív 193 g kg⁻¹ illetve 93 g kg⁻¹ vizet fogyasztottak.

Megfigyeltük azt is, hogy a termesztési rendszerek, úgymint a pot in pot vagy a hagyományos konténeres termesztés, jelentősen befolyásolják a természetközeg vízállapotát. Előbbi nagyobb vízmegtartó képessége révén napi átlagban 21 g kg⁻¹ nedvességtartalmat veszít a nap folyamán a tömegéből, míg a hagyományos konténeres termesztésben átlagosan 33 g kg⁻¹ veszteség jelentkezik a nap folyamán. A kísérleti taxonok vízfelhasználási hatékonysága megmutatta azonban, hogy a pot in pot rendszer pozitív hatása egyértelműen csak a *C. alba* 'Sibirica' esetében jelenthető ki.

Kulcsszavak: pot in pot, konténeres nevelés, napi vízfogyasztás, relatív vízfogyasztás, levélfelület

Bevezetés

A konténerben nevelt faiskolai növények aránya az Egyesült Államokban eléri a 70%-ot (Majsztrik és mtsai 2017), ez az arány Magyarországon is növekszik, eléri az 50%-ot (MDSZ 2014). Az öntözés helyes tervezéséhez nélkülözhetetlen információ a konténerben nevelt növények vízfogyasztásának ismerete. Viszonylag kevés információ áll rendelkezésre az egyes díszcserje taxonok gyakorlati vízfogyasztásának meghatározásához (Beeson 2005, 2006; Beeson és Chen 2018; Majsztrik és mtsai 2017). Az adatok meglehetősen ellentmondásosak, általában a növényállomány vízfogyasztási koefficiensét adják meg, az egyedi konténerre vonatkozó eredmények nélkül (Niu és mtsai 2006), ami a gyakorlatban nehezebben alkalmazható.

Egy növény vízigénye azonos az optimális vízellátottságú növény tényleges vízfelhasználásával. A növény vízigénye az alábbiakból áll: a közeg nedvesség- és levegőtartalma iránti igény, valamint a levegő páratartalmával szemben támasztott igény, melyek együtt a statikai vízigényt adják, illetve a dinamikai vízigény, mely azt a vízmennyiséget jelenti, ami az adott növény zavartalan fejlődéséhez szükséges (Vermees és Hayde 1997). A növényállomány vízfogyasztása a tenyészidőszakban – optimális vízellátottság esetén – azonos a dinamikai vízigénnyel (Juhász és Hrotkó 2014). A konténeres kultúrákra vonatkoztatva a növényélettani sajátosságok és törvényszerűségek (nedváramlás, párolgás) ugyanúgy megjelennek, mint a szabadföldi kultúrák esetében. Lényeges körülmény azonban, hogy a konténeres növények esetében relatíve kis mennyiségű közegben folyik a termesztés. A kis térfogatból adódóan a közeg korlátozott mennyiségű vizet és tápanyagot képes tárolni (Davidson és mtsai 2000). A konténeres közeg nedvességállapota a konténerkapacitással jellemezhető (Kappel 2006), mely analóg a szántóföldi vagy minimális vízkapacitással.

A növény tényleges vízfelhasználása (vízfogyasztása) egyrészt a transzspiráció (párologtatás) másrészt az evaporáció (talajfelszín párolgása). Ezek együttesen az evapotranszspiráció (ET), vagyis a földfelszíni párolgás és a rajta lévő növényállomány együttes vízleadása (Szász 1997). A mezőgazdasági növénytermesztésben a növényi vízvesztés hagyományosan a potenciális evapotranszspiráció ($ET_{potenciális}$) és egy a növényre jellemző koefficiens (k) kombinációja (Huzsvai 2005) vagy közvetlen mérés eredménye adja ($ET_{aktuális}$). A közvetlen mérés gravimetrikusan végezhető.

A növényi koefficiens (k) a növény vízigényére jellemző, annak biológiai tulajdonságaiból adódik. Értéke csak rövid ideig konstans, a növény fejlődése következtében változik (Anda és Kocsis 2010). A konténeres növények nem állományként viselkednek, a napsugárzásból többet fognak fel és nagyobb a hőáramlással szembeni ellenállásuk is. A konténeres növény tenyészterülete, vagyis a lombzat vetülete a földterületre, többszöröse is lehet annak, mint amekkora helyet a gyökérzet a konténerben elfoglal. Az evapotranszspiráció számítása során a konténer felületét is figyelembe kell venni. A konténeres növényt átlagosan két vegetációs időszakon keresztül nevelik, többször is átültetik, míg piacképes méretűvé válik. A különböző konténerméretek és a változatos faj- és fajtaösszetétel következtében minden növény evapotranszspirációját egyedi egyenlettel tudták csak leírni a kutatók (Schuch és Burger 1997). Az egységes, többféle növekedési típusra alkalmazható vízigényszámítási egyenlet Beeson vezette be (2005, 2010, 2012), melynek alapja a vízigény és a lombkorona záródásának kapcsolata. A vízigény megállapításra felírt harmadfokú egyenlet alapú modell azonban kevésbé gyakorlatorientált.

Anyag és módszer

A kísérlet helyszíne és az alkalmazott termesztési rendszerek

A kísérlet helyszíne a Jaroslaw Chabin Díszfaiskola volt Pátyon, Budapesttől 15 km-re (47°31'1" N, 18°48'27" E). Két termesztési rendszert vizsgáltunk. 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 az értékesítéskor. A másik termesztésmód a hagyományos konténeres termesztés, melyet az angol elnevezésből eredően – container above ground – CAG betűkóddal jelölünk.

A kísérleti parcellát (~20 m²) a Jaroslaw Chabin Díszfaiskola egyik termesztésben álló pot in pot telepének közepén jelöltük ki. A pot in pot-ban több ezer Smaragd tuját neveltek, melyből 80 darabot kiemeltek, hogy helyükre kerülhessenek a kísérleti növényeink (1. ábra).

1. ábra. A kijelölt kísérleti parcella a Jaroslaw Chabin Díszfaiskolában, Pátyon (2015)



Figure 1. The experimental plot at the Jaroslaw Chabin Ornamental Tree Nursery in Páty, Hungary (2015)

A díszfaiskola kínálatában szereplő, konténeres növényként is nevelt és forgalmazott fajták közül a következőket vizsgáltuk: *Cornus alba* L. 'Sibirica'; *Prunus laurocerasus* L. 'Novita' (Belgiumból érkezett szaporítóanyagot nevelték tovább); *Thuja occidentalis* L. 'Smaragd'; *Thuja occidentalis* L. 'Brabant'.

A fajtánként 20-20 egyed 5L-es, 23 cm felső átmérőjű és 18 cm magas falú, fekete, műanyag termesztőcserepekbe (konténerekbe) (Interplast Plastic Products, Lengyelország) ültettük (2. ábra). A konténereket fehér tőzeggel töltöttük meg (100%) (Pindstrup Substrate, Lettország), melyet előzetesen, 3,5-4,5 g L⁻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.

Az öntözés csepegtető rendszerű volt, a faiskola saját kútvíz paraméterei a következők: pH 7,1; EC 0,9 mS cm⁻¹. Mindkét termesztési rendszerben (CAG; PIP) azonos mennyiségű (2 l 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 3-szori adagban (8; 12 és 18 óra) juttatott ki 0,2 l vizet, az év többi részében kétszeri adagban (8 és 18 óra) juttatta ki ugyanezt a mennyiséget.

2. ábra. *Prunus laurocerasus* 'Novita' kihelyezése a pot in pot-ba (2015)



Figure 2. *Prunus laurocerasus* 'Novita' placing in the pot in pot production system (2015)

Morfológiai mérések

A kísérleti növények morfológiai paramétereit (növénymagasság; lombkorona-átmérő és törzs-átmérő) mind a négy taxon összes egyedén (összesen 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 vegetációs időszak alatti növekményt elemeztük minden paraméter esetében. A friss és száraz tömeg meghatározását a *Cornus alba* 'Sibirica' és a *Prunus laurocerasus* 'Novita' fajok esetében végeztük el, a kísérlet zárásakor, mindkét évben (2015 és 2016) október utolsó hetében. A méréshez mindkét termesztési rendszerből, fajtánként 5-5 növényt választottunk ki. Az egyes egyedeket

szté bontottuk és a helyszínen megmértük a gyökérzet, a hajtás és a levelek friss tömegét. Az egyes növényi részekből mintát vettünk, majd szárítószekrényben (BINDER ED 53) 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd ismét megmértük. A gyökér, hajtás, levél és a teljes egyed friss illetve száraz tömegét elemeztük. Az egyedi levélméretet *Cornus alba* 'Sibirica' és a *Prunus laurocerasus* 'Novita' fajták esetében levélszkennert (AM350, ADC BioScientific Ltd.) segítségével határoztuk meg. A méréshez fajtánként, a két termesztési rendszerből 5-5 növényről gyűjtöttünk 30 db mintalevelet. A mintaszedést 2015 és 2016 júniusában, illetve a kísérlet zárásakor, 2015 és 2016 októberében végeztük el. A teljes levélfelület megállapítása úgy történt, hogy megszámloltuk a kiválasztott egyedek összes levelét, mellyel szoroztuk az átlagos egyedi levélméretet.

Gravimetrikus vízfogyasztás mérések (IWC; DWU; RWU)

A gravimetrikus vízfogyasztás mérését a lomblevelű *Cornus alba* 'Sibirica' és a *Prunus laurocerasus* 'Novita' fajták esetében, mindkét kísérleti évben (2015 és 2016) 3-3 mintanapon végeztük el. A mintanapok a következők voltak: 2015-ben június 5. és június 30., valamint szeptember 22. 2016-ban június 7., július 5. és szeptember 16. 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 mérés dyras, KSCL-300 típusú konyhai mérleggel történt. A növényeket ezután visszahelyeztük az öntözőrendszerre, a mérési napokon tehát nem kaptak öntözést. A vízfogyasztás meghatározásához három paramétert definiáltunk. Ezek a konténer kezdeti (reggeli) tömege (IWC – initial weight of container), a konténer napi vízfogyasztása (DWU – daily water use) és a konténer relatív vízfogyasztása (RWU – relative water use). A rövidítések az angol nyelvű jelentés rövidítései. A konténer reggel és este mért különbsége adja a DWU-t, míg a DWU aránya az IWC-hez, az RWU-t adja.

Termesztőközeg nedvességtartalmát meghatározó mérések (GSWC)

A termesztőközeg nedvességtartalmát az alábbi egyenlettel határoztuk meg:

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

(Campbell és Campbell 2013),

ahol GSWC (gravimetric soil water content) a gravimetrikusan mért talajminta tömege – esetünkben közegnedvesség tartalom %-ban kifejezve –, az m pedig a közegminta tömege (g).

A méréseket a különböző termesztési rendszerek közegeiből vett mintákon, a lomblevelű fajták (*Cornus alba* 'Sibirica'; *Prunus laurocerasus* 'Novita') esetében végeztük el.

A mintavétel menete szerint reggel és este 5-5 egyed/faj/termesztésmód közegéből vettünk mintát, melyeket a helyszínen megmértünk (Denver Instruments SI-403-típusú precíziós mérleggel). A mintákat a nap végén a Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék Laboratóriumába szállítottuk, majd szárítószekrényben (BINDER ED 53) 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd ismét megmértük.

Konténeres növények vízfelhasználási hatékonyságának számítása

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

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

ahol a vízfelhasználási hatékonyság az 5L-es konténeres növényegyedre vonatkozik, akárcsak a szárazanyag produkció és a vízellátás is. A vízellátásnál a Telki meteorológiai állomásról származó csapadékvíz adatokat átszámítottuk a konténer felületére jutó volumenre és hozzáadtuk a napi öntözési volument. Ezután a napi vízellátást kumuláltuk április 7-től október 18-ig, 2015-ben és 2016-ban is.

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. Az adatokat az önkormányzat bocsátotta rendelkezésünkre, az adatsor a 2015-ös és 2016-os év hőmérsékleti adatait, a szélsébséget, relatív páratartalmat, napsugárzást, valamint a referencia evapotranszpirációt tartalmazza, napi bontásban. A kísérlet értékelésénél felhasznált adatokat alább részletezzük a szövegben.

A helyi meteorológiai állomás által nyújtott adatok alapján az éves csapadékmennyiség 2015-ben 569,20 mm volt, míg az éves referenciapárolgás 679,90 mm volt. Az évi átlaghőmérséklet 11,90 °C volt. A kísérleti periódus alatt (április 1-től október 26-ig) a csapadékösszeg 411,60 mm volt, az ET_0 pedig 586,30 mm. Ebben az időszakban az átlaghőmérséklet 17,77 °C volt. 2016-ban az éves csapadékmennyiség 843,20 mm, az éves referenciapárolgás 651,60 mm az évi átlaghőmérséklet 11,19 °C volt. A kísérleti időszakban (április 7-től október 18-ig) a lehullott csapadék 521,80 mm, az ET_0 pedig 543,20 mm volt. A kísérleti időtartam alatt az átlaghőmérséklet 17,61 °C volt. A mérési napok meteorológiai adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A mérési napok meteorológiai adatai a Telki településen elhelyezett imetos® meteorológiai állomás adatai alapján

Dátum (1)	15-06-05	15-06-30	15-09-22	16-06-07	16-07-05	16-09-16
Min. léghőmérséklet (°C) (2)	12,78	11,49	6,68	11,37	13,03	18,03
Max. léghőmérséklet (°C) (3)	28,20	29,13	22,00	24,88	30,79	28,63
Átlag hőmérséklet (°C) (4)	21,17	20,35	14,67	18,33	22,11	22,31
Napsugárzás (Wm-2) (5)	307,00	294,00	179,00	310,00	264,00	175,00
Relatív páratartalom (%) (6)	50,42	56,29	59,54	47,67	52,94	67,51
Csapadék (mm) (7)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Szélsébség (m s-1) (8)	0,40	0,40	0,30	0,30	0,20	0,40
ET_0 (mm) (9)	4,60	4,30	1,90	4,20	4,00	2,60

Table 1. Weather conditions of the sampling days in 2015 and in 2016 (imetos® meteorological station, Telki, Hungary) (1) Date (2) Min. air temperature (°C) (3) Max. air temperature (°C) (4) Average air temperature (°C) (5) Solar radiation (W m⁻²) (6) Relative humidity (%) (7) Precipitation (mm) (8) Wind speed (m s-1) (9) ET_0 (mm)

Statisztikai elemzések

A statisztikai elemzéseket minden esetben az SPSS (23-as verzió) programcsomag segítségével végeztük. Az értékeléseket az egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) módszerével, illetve regresszioanalízissel végeztük. A statisztikai próbák feltételei közül a szórás-homogenitás egyezésének vizsgálata az összehasonlítható csoportok között a Levene-próbával történt ($p > 0,05$), amennyiben a feltétel sérült, úgy a maximum és minimum variancia aránya > 6 feltétel teljesülését vizsgáltuk. A reziduumok normalitását a Kolmogorov-Smirnov vagy Shapiro-Wilk tesztekkel ($p > 0,05$) vizsgáltuk. Amennyiben a normalitás sérült, úgy a ferdeség és csúcosság $> |1|$ feltétel teljesülését vizsgáltuk. A statisztikai próbákhoz ajánlott mintaelemszámok minden esetben rendelkezésre álltak. Az Eredmények fejezetben mindenütt feltüntettük az alkalmazott statisztikai módszert.

Eredmények

Konténeres dísznövények vegetációs időszaki növekedése

A konténeres növények magassága, illetve a lombkorona/hajtásrendszer legszélesebb ponton mért átmérője együttesen jól mutatja az adott taxonra jellemző habitus fejlettségi mértékét. Az évjáráthatás, illetve a termesztési rendszer hatásának kiszűrését segíti, hogy a vegetációs időszak növekményét elemeztük.

A növénymagasságra elsősorban az évjárat volt hatással, sokkal inkább, mint a termesztési rendszer. Ugyanakkor a PIP-ben 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 (2. táblázat).

A lombkorona (a hajtásrendszer kiterjedése) átmérőjének elemzése azt mutatta, hogy ez esetben is elsősorban az évjárat volt hatással a növekedésre. Megfigyeltük azonban, hogy a *C. alba* 'Sibirica' hajtásrendszerének növekedése 35%-kal erőteljesebb volt a PIP-ben, mint a CAG-ban nevelt növényeknél (3. táblázat). A törzsátmérő értékek alapján nem tapasztaltunk különbséget a mérési évek között, kivéve a *Thuja occidentalis* 'Brabant' esetében. A termesztési rendszer nem volt hatással a dísznövény fajták törzsátmérőjének vegetációs időszaki növekedésére (4. táblázat).

Az egyedi levélméret és a teljes levélfelület alakulása

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. A teljes levélfelületet tekintve a *C. alba* 'Sibirica' 67%-kal nagyobb levélfelületet fejleszt a vegetációs idő alatt, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' fajta (5. táblázat).

2. táblázat. A konténerben (5l) nevelt növények magasságának növekedése 2015-ben és 2016-ban

Magasságnövekedés (cm) (1)									
Termesztési rendszer (2)	<i>C. alba</i> 'Sibirica'		<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'		<i>T. occidentalis</i> 'Smaragd'		<i>T. occidentalis</i> '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. Note: CAG – container above ground; PIP – pot in pot. Different letters following means discriminate within groups for each parameter at a significance level of 0.05; lower case - among the production system within species and year, upper case - among the years within production system and species.

Table 2. Seasonal plant growth of container grown (5l) ornamental plants in 2015 and 2016, respectively (1) Plant height growth (cm) (2) Production system

3. táblázat. A konténerben nevelt (5l) díszcserje taxonok lombkorona átmérőjének vegetációs növekedése 2015-ben és 2016-ban

Lombkorona átmérő (cm) (1)									
Termesztési rendszer (2)	<i>C. alba</i> 'Sibirica'		<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'		<i>T. occidentalis</i> 'Smaragd'		<i>T. occidentalis</i> '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 fajon és termesztési rendszeren belül, az évek között.

Note: CAG – container above ground; PIP – pot in pot. Different letters following means discriminate within groups for each parameter at a significance level of 0.05; lower case - among the production system within species and year, upper case - among the years within production system and species.

Table 3. Seasonal canopy diameter growth of container grown (5l) ornamental taxa in 2015 and 2016, respectively (1) Canopy diameter increment (cm) (2) Production system

4. táblázat. A konténerben nevelt (5l) díszcserje taxonok törzsméretjének vegetációs növekedése 2015-ben és 2016-ban

Termesztési rendszer (2)	Törzsméret növekedés (mm) (1)							
	<i>C. alba</i> 'Sibirica'		<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'		<i>T. occidentalis</i> 'Smaragd'		<i>T. occidentalis</i> 'Brabant'	
2015								
CAG	8,8	aA	9,0	aA	14,3	aA	15,5	aB
PIP	9,9	aA	7,3	aA	14,4	aA	17,0	aB
2016								
CAG	7,3	aA	7,8	aA	12,3	aA	11,8	aA
PIP	9,3	aA	6,4	aA	11,7	aA	13,0	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. Note: CAG – container above ground; PIP – pot in pot. Different letters following means discriminate within groups for each parameter at a significance level of 0.05; lower case - among the production system within species and year, upper case - among the years within production system and species.

Table 4. Seasonal caliper growth of container grown (5l) ornamental taxa in 2015 and 2016, respectively (1) Caliper diameter increment (mm) (2) Production system

5. táblázat. A konténerben (5l) nevelt *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' levél paramétereinek alakulása 2015-ben és 2016-ban

Levél paraméterek (1)	Egyedi levélméret (mm ²) (2)				Teljes levélfelület (m ²) (3)			
Termesztési rendszer (4)	<i>C. alba</i> 'Sibirica'		<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'		<i>T. occidentalis</i> 'Smaragd'		<i>T. occidentalis</i> 'Brabant'	
2015								
CAG	2334	aA	2682	aB	0,69	aB	0,49	aA
PIP	2615	aB	2372	aA	0,72	aB	0,40	aA
2016								
CAG	1780	aA	1842	aA	0,56	aA	0,33	aA
PIP	1925	aA	2081	aB	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, az évek között. A vastagon szedett betűk szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) jelölnek adott fajtán és termesztési rendszeren belül, az évek között. Note: CAG – container above ground; PIP – pot in pot. Different letters following means discriminate within groups for each parameter at a significance level of 0.05; lower case - among the species within the production system and years; upper case - among the years within the species and production system; bold case – production system effect at a significance level of 0.05.

Table 5. Leaf parameters of *Cornus alba* 'Sibirica' and *Prunus laurocerasus* 'Novita' subjected to year, species and production system (1) Leaf parameter (2) Individual leaf area (mm²) (3) Total leaf area (m²) (4) Production system

A növényi részek friss és száraz tömegének összehasonlítása

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

Az átlagértékeket tartalmazó táblázatból (6. táblázat) kiderül, hogy 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' fajtán, míg ugyanez a különbség igaz a hagyományos konténerben nevelt *P. laurocerasus* 'Novita' egyedekre.

6. táblázat. A *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' friss és száraz tömege 2015-ben és 2016-ban

Termesztési rendszer (3)	Friss tömeg g növény ⁻¹ (1)				Száraz tömeg g növény ⁻¹ (2)			
	<i>C. alba</i> 'Sibirica'		<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'		<i>C. alba</i> 'Sibirica'		<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'	
	levél (4)							
CAG	93,2	a	155,8	a	35,2	a	56,3	a
PIP	112,1	a	131,3	a	42,5	a	47,9	a
2015	115,1	a	158,3	a	41,7	a	54,4	a
2016	77,0	a	130,9	a	29,7	a	49,7	a
	hajtás (5)							
CAG	137,2	a	140,4	b	65,3	a	57,0	b
PIP	176,4	b	112,6	a	85,9	b	46,6	a
2015	146,4	a	141,1	b	68,2	a	54,4	a
2016	151,8	a	115,4	a	73,2	b	50,0	a
	gyökér (6)							
CAG	643,0	a	662,6	b	170,8	a	183,3	b
PIP	861,6	b	464,8	a	356,8	b	133,5	a
2015	641,0	a	328,5	a	142,8	a	92,1	a
2016	739,4	b	911,1	b	227,2	b	254,9	b
	teljes növény (7)							
CAG	873,4	a	958,8	b	271,3	a	296,5	b
PIP	1150,1	b	708,6	a	485,2	b	227,9	a
2015	902,5	a	627,9	b	252,7	a	200,9	a
2016	968,2	b	1157,4	a	330,1	b	354,6	b

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

Note: CAG – container above ground; PIP – pot in pot. Different letters following means discriminate within groups for each parameter at a significance level of 0.05.

Table 6. Fresh and dry weight of plant parts of *Cornus alba* 'Sibirica' and *Prunus laurocerasus* 'Novita' in 2015 and 2016 (1) Fresh weight g plant⁻¹ (2) Dry weight g plant⁻¹ (3) Production system (4) leaf (5) shoot (6) root (7) total

Gravimetrikus vízfogyasztás mérés eredményei

A konténeres dísznövények vízfogyasztásának meghatározásánál három paramétert definiáltunk, melyek jól körülírják a vizsgált csoport vízfogyasztási jellemzőit. Ezek a konténer kezdeti (reggeli) tömege (IWC), a konténer napi vízfogyasztása (DWU) és a konténer relatív vízfogyasztása (RWU). A konténer napi vízvesztésén alapuló mérés (DWU) tulajdonképpen a növény és a talaj együttes párolgását/párolgotatását, az evapotranszpirációt adja meg.

A vízfogyasztás méréseket *Cornus alba* 'Sibirica' és *Prunus laurocerasus* 'Novita' díszcserjéken végeztük el. Az IWC elemzése során azt láthatjuk, hogy a növényfajta, a termesztési rendszer és a mérési nap alapvetően meghatározták annak alakulását mindkét évben. Tekintve, hogy a legtöbb faktor és interakció szignifikáns, az egyes fajok, illetve mérési napok adatait érdemes ilyen bontásban megvizsgálni (7. táblázat). Az IWC mindkét évben szignifikánsan különbözött, jellemzően a *P. laurocerasus* 'Novita' konténertömege volt nehezebb. A mérési napok konténertömege adott fajtákon és éven belül jól elkülönül, többnyire két csoportra oszlik. A mérési napok statisztikai csoportosítása nem követ feltétlenül azonos mintát sem a fajtákon belül a termesztési rendszerek között, sem a fajták között. A termesztési rendszer hatása erősen érvényesül a *P. laurocerasus* 'Novita' esetében, minden mérési napon szignifikáns az IWC a PIP-ben. A *C. alba* 'Sibirica' IWC értéke tendenciáiban mindkét évben magasabb a PIP-ben, mint a CAG-ban, statisztikailag azonban csak 2016-ban szignifikáns.

A DWU alakulását, akárcsak az IWC-t, a növényfajta és a mérési nap erősen meghatározta, azonban a termesztési rendszer csak 2016-ban befolyásolta a mért értékeket. Emellett a termesztési rendszer és a mérési nap együttes (interakciós) hatását is megfigyeltük mindkét évben.

A fajok 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 csoportra oszlanak, több esetben is ellentétesen alakulnak a fajták tekintetében. A termesztési rendszer hatását a *C. alba* 'Sibirica' esetében találtuk szignifikánsnak, melyet a 2016-os adatok egyértelműen jeleznek. Ekkor a PIP vízfelhasználása magasabb volt a hagyományos (CAG) konténereknél (8. táblázat).

A konténeres növények reggel mért össztömegéhez (IWC) viszonyítva a napi vízfogyasztást (DWU), kaptuk meg a relatív vízfogyasztást (RWC). A statisztikai elemzés (ANOVA) azt mutatta, hogy a növényfaj és a mérési nap együttes hatása ($F(5,212) = 29,869$ $p = 0,000$) érvényesül, ennek megfelelően ábrázoltuk az adatokat (3. ábra).

Termesztőközeg nedvességtartalmi mérések

A közeg nedvességtartalma sem a reggeli, sem az esti órákban, és ez utóbbi a lényegesebb, nem volt szignifikáns a fajtára nézve, tehát a termesztett növényfajta 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 konténerek termesztőközege nagyobb nedvességtartalommal rendelkezik már a reggeli órákban is – mintegy előző napi tartalék –, mint a CAG konténerek közege. Továbbá az esti mérések jól mutatják, hogy a nap folyamán is kisebb veszteséggel bír a PIP, mint a CAG, mert este is magasabb a közege nedvességtartalma (4. ábra).

7. táblázat. A kezdeti (reggeli) konténer-tömeg (IWC g konténer⁻¹) változása a fajták, a mintavételi napok és a termesztési rendszer (CAG és PIP) tekintetében 2015-ben és 2016-ban

Kezdeti (reggeli) konténer-tömeg IWC (g konténer⁻¹) (1)								
<i>C. alba</i> 'Sibirica'								
Dátum (2)	15/06/05		15/06/30		15/09/22		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	2171	aA	2893	aB	3283	aC		2782
PIP	2397	aA	3084	aB	3366	bB		2949
Faj napi és éves átlag (3)	2284		2988		3325			2866
Dátum (2)	16/06/07		16/07/05		16/09/16		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	2149	aB	1678	aA	2260	bB		2029
PIP	3070	aC	1759	aA	2438	aB		2422
Faj napi és éves átlag (3)	2609		1719		2349			2226
Két év faj átlag (4)								2546
<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'								
Dátum (2)	15/06/05		15/06/30		15/09/22		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	3100	bA	3417	bB	3322	aB		3280
PIP	3697	bA	3827	bA	3665	bA		3729
Faj napi és éves átlag (3)	3398		3622		3494			3504
Dátum (2)	16/06/07		16/07/05		16/09/16		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	2773	bB	2179	bA	2768	bB		2573
PIP	3435	bC	2698	bA	3047	bB		3060
Faj napi és éves átlag (3)	3104		2439		2907			2817
Két év faj átlag (4)								3161

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 fajtán és mérési napon a termesztési rendszer hatását jelölik ($p < 0,05$).

Note: CAG – container above ground; PIP – pot in pot. Different letters following means discriminate within groups for each parameter at a significance level of 0.05; lower case – among the species within the production system and years; upper case – among the days within the species; bold case – production system effect at a significance level of 0.05.

Table 7. Variation in initial container weight (IWC g container⁻¹) subjected to species, sampling day and production system (CAG and PIP) in 2015 and 2016 (1) Initial (morning) weight of container IWC (g container⁻¹) (2) Date (3) Average of day and year (4) Average of species (5) Average of production system

8. 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) (1)								
<i>C. alba</i> 'Sibirica'								
Dátum (2)	15/06/05		15/06/30		15/09/22		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	444	aA	707	bB	674	bB		608
PIP	464	bA	788	bB	681	bB		644
Faj napi és éves átlag (3)	454		747		678			626
Dátum (2)	16/06/07		16/07/05		16/09/16		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	384	bB	183	aA	433	bB		333
PIP	534	bB	229	aA	516	bB		426
Faj napi és éves átlag (3)	459		206		474			380
Két év faj átlag (4)							503	
<i>P. laurocerasus</i> 'Novita'								
Dátum (2)	15/06/05		15/06/30		15/09/22		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	425	aB	415	aB	271	aA		370
PIP	355	aB	340	aAB	239	aB		311
Faj napi és éves átlag (3)	390		377		255			341
Dátum (2)	16/06/07		16/07/05		16/09/16		Termesztési rendszer átlag (5)	
CAG	183	aA	271	bB	241	aAB		232
PIP	256	aA	277	aA	212	aA		248
Faj napi és éves átlag (3)	219		274		226			240
Két év faj átlag (4)							290	

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

Note: CAG – container above ground; PIP – pot in pot. Different letters following means discriminate within groups for each parameter at a significance level of 0.05; lower case - among the species within the production system and years; upper case - among the days within the species; bold case - production system effect at a significance level of 0.05.

Table 8. Variation in daily container water use (DWU g day⁻¹) subjected to species, sampling day and production system (CAG and PIP) in 2015 and 2016 (1) Daily water use (DWU (g day⁻¹)) (2) Date (3) Average of day and year (4) Average of species (5) Average of production system

3. ábra. A relatív napi vízfogyasztás (RWU g kg⁻¹ konténertömeg) alakulása

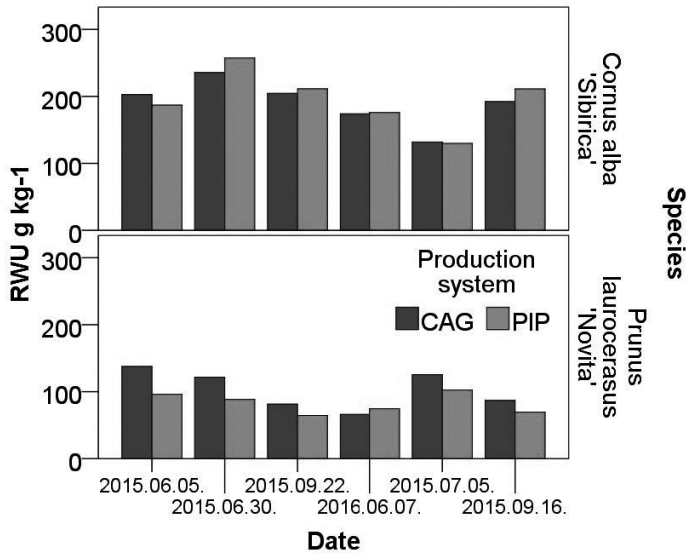


Figure 3. Development of relative water use (RWU g kg⁻¹)

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

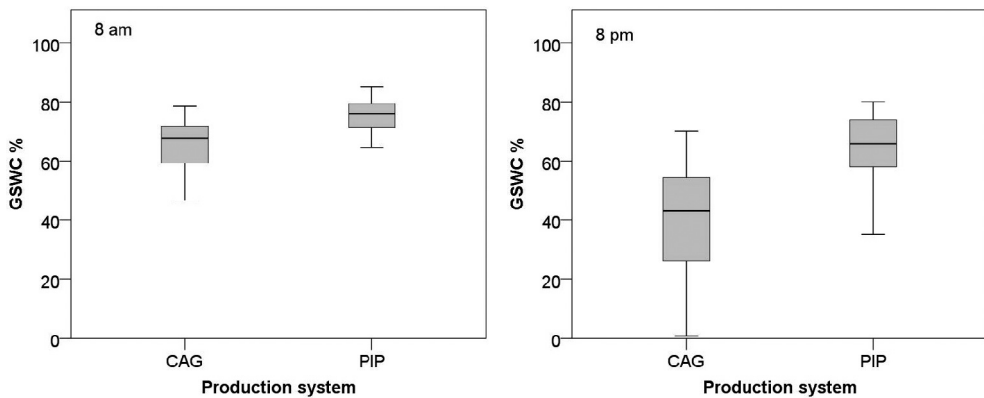


Figure 4. Daily variation in gravimetric soil water content (GSWC) of the different production systems (CAG; PIP) (5l)

A közeg nedvességtartalmának (GSWC) és a relatív vízfogyasztásnak (RWU) a kapcsolata

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 függvényszerű kapcsolat áll fenn (Regresszió analízis). A regresszió szignifikáns volt (CAG: $F(1,26) = 12,14$ $p = 0,002$; PIP: $F(1,24) = 37,046$ $p = 0,002$) a lineáris illesztés eredménye nagyobb mértékben különbözik a két termesztési rendszernél. A GSWC ez esetben a reggeli és az esti értékek különbségét jelöli, mértékegysége a $g\ kg^{-1}$. A lineáris illesztést a GSWC logaritmusára végeztük el (5. ábra). 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.

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

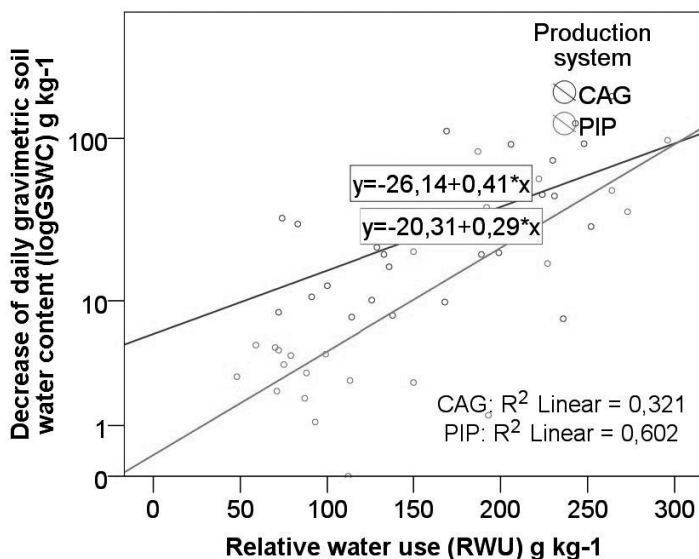


Figure 5. Relationship between gravimetric soil water content (GSWC) and relative water use (RWU)

Konténeres díszcserjék vízfelhasználási hatékonysága

A kijuttatott öntözővíz és a csapadék együttes összegével számolva megállapítottuk, hogy a vízfelhasználási hatékonyság 2016-ban jobbnak bizonyult, a rendelkezésre álló vízmennyiséget jobban hasznosították a növények (6. ábra, felső). A termesztési rendszer tekintetében a PIP konténer vízfelhasználási hatékonysága csak a *C. alba* 'Sibirica' fajta esetében magasabb, mint a hagyományos CAG konténereké (6. ábra, alsó).

6. ábra. Az évek és a termesztési rendszerek vízfelhasználási hatékonysága

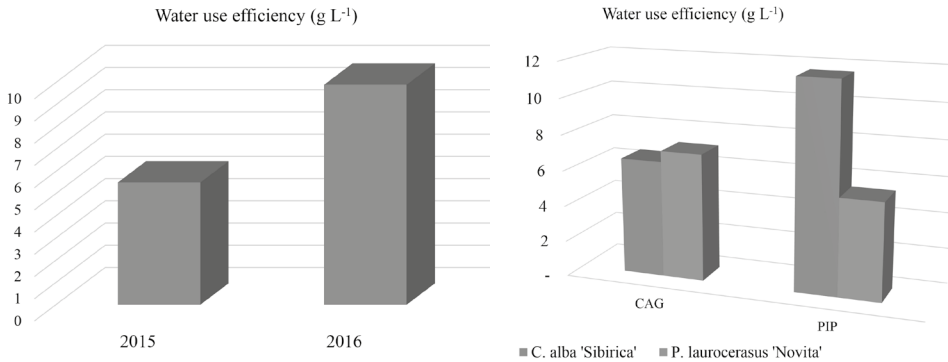


Figure 6. Water use efficiency of the year and the production system

Eredmények értékelése, következtetések

Az évjáráthatás meteorológiai okai

A kísérleti évek között tapasztalt időjárási különbségeknek nagy szerepe volt abban, hogy az egyes növekedési paraméterekben megjelent az évjáráthatás.

A 2016-os év csapadékosabb volt az éves országos átlaghoz képest. Júliusban rekordmennyiségű eső esett, ami a vegetációs időszakban jelentősen, mintegy 100 mm-rel megnövelte a helyi csapadékmennyiséget az előző évhez képest (met.hu 2016). Helyileg az éves csapadékmennyiség, az előző évvel ellentétben, meghaladta a potenciális evapotranszpiráció éves összegét (200 mm-rel). Ez a különbség kiegyenlítődött a vegetációs időszak során, mikor az éves csapadékösszeg és a potenciális evapotranszpiráció hasonlóan alakultak. A 2016-os év nem számított sem extrém melegnek, sem száraznak. Az éves országos átlaghőmérséklet (11,13 °C) alacsonyabb volt, mint 2015-ben, a helyi átlaghőmérséklet (11,19 °C) pedig közelebb volt az országos átlaghoz.

A növekedési jelleg értékelése

A kísérleti növények habitusa, megjelenése a vegetációs időszak végén, 2015-ben és 2016-ban is a fajra, fajtára jellemzően alakult (Tóth 2012). Eredményeink alapján a korona formája a két kísérleti évben különbözött, míg 2015-ben a növények megnyúlt, keskenyebb formát fejlesztettek, addig 2016-ban alacsonyabb növekedésű, de terebélyes lombkoronát fejlesztettek a növények. Számszerű adatok nem állnak rendelkezésünkre, azonban azt feltételezzük a *C. alba* 'Sibirica' fajtához viszonyított alacsony növekedési ráta alapján, hogy a *P. laurocerasus* 'Novita' alulmaradt a fajtára jellemző növekedési jellemzőkben. 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 (3. táblázat).

A termesztési rendszer hatása a morfológiai mutatókra

A PIP rendszerben nevelt növényekről elmondható, hogy a növények éves átlagban magasabbra nőttek, mint a hagyományos konténeres nevelésben. A törzsátmérő vegetációs időszaki növekménye nem mutatott eltérést a nevelési rendszerek között. A hajtásrendszer növekedésében kiemelkedő eredményt tapasztaltunk a *C. alba* 'Sibirica' fajtánál; mindkét évben szignifikánsan terebélyesebb volt a lombkorona a PIP rendszerben nevelt növényeknél (35%-kal), mint a hagyományos termesztési rendszerben. A friss és száraz tömeg mérések élesebben kirajolták a nevelési rendszer hatását. A PIP rendszerben a *C. alba* 'Sibirica' friss és száraz hajtástömege 28,6 és 31,5%-kal, a gyökér friss és száraz tömege 34%, illetve 108%-kal, a teljes növény friss és száraz tömege 31,7% és 78,8%-kal lett nagyobb, mint a hagyományos nevelési rendszerben (CAG). Ezzel szemben a hagyományos termesztésben a *P. laurocerasus* 'Novita' fajta teljesített jobban. A hajtás friss és száraz tömege 24,7% és 22,3%-kal, a gyökér friss és száraz tömege 42,5%, illetve 37,3%-kal, a teljes növény friss és száraz tömege pedig 35,3% és 30%-kal lett nagyobb, mint a PIP rendszerben (6. táblázat). Eredményeink összhangban vannak az eddigi kutatási eredményekkel (Ruter 1993). Egy másik tanulmányban a *Lagerstroemia* 'Muskogee' fajta hajtás és gyökér száraz tömege nagyobb volt a PIP rendszerben, már két hónap nevelés után, mint a CAG nevelésben (Schluckebier és Martin 1997). További tanulmányokban kimutatták, hogy változó hajtásrendszer mellett jelentősen nagyobb lett a gyökér száraz tömege a PIP rendszerben nőtt növényeknél (Miralles és mtsai 2009; Rahman és Hasegawa 2012). Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy a PIP rendszer hatása a növényi tulajdonságokra nem mindig egyértelmű. Saját eredményeink alapján a PIP rendszerben a *C. alba* 'Sibirica' kiemelkedően kedvezőbb értékeket produkál, a tuja 'Smaragd' és 'Brabant' számára többnyire kedvezőbb a PIP nevelés, vagy nem mutatható ki a hatása, míg a *P. laurocerasus* 'Novita' a hagyományos termesztési rendszerben fejlődik jobban.

A konténeres kísérleti növények vízfogyasztása

A konténerben nevelt növények reggel mért tömege (IWC) magában foglalja a termesztőközeg nedvességtartalmát, ezért nagymértékben függ annak mennyiségétől. *C. alba* 'Sibirica' fajta IWC értéke 12,5%-kal, a *P. laurocerasus* 'Novita' fajta pedig 16,3%-kal volt magasabb a PIP rendszerben, mint a hagyományos konténeres rendszerben. Ez azt jelenti, hogy fajtától függetlenül, hasonló arányban nagyobb víztömeggel kezdték a napot a PIP konténerek. A felételezést, mely szerint a PIP konténerek nagyobb nedvességtartalommal kezdték a napot, a közegnedvesség-tartalom mérések is alátámasztják. A nedvességtartalom elemzésekor megvizsgáltuk, hogy mely faktorok vannak hatással annak napi változására. Mivel a faj hatását nem mutatta ki az elemzés, azonban a termesztési rendszerben erősen szignifikáns volt a PIP konténerre, így elmondható, hogy azonos öntözési ráta mellett a PIP konténerek vízmegtartó képessége magasabb mint a CAG konténereké. Mérési eredményeinket, melyek szerint a PIP konténerek nagyobb vízellátási kapacitást biztosítanak a mintavételi napok reggelén, más szerzők is megerősítik (Ruter 1998 a,b; Schluckebier és Martin 1997). A nagyobb vízkapacitás forrása az előző napokból visszamaradt nedvesség, az előző napi öntözés és az éjszakán át visszatartott nedvesség. A *C. alba* 'Sibirica' július 5-én jelentősen alacsonyabb IWC értéke azt jelzi, hogy az előző napok öntözése nem volt elegendő a 2016 július eleji forró időszakban bekövetkezett nagyobb vízvesztesség kompenzálására.

A konténeres növények napi vízfogyasztása (DWU) jelentős különbségeket mutatott (8. táblázat). Eredményeink többnyire alátámasztják a szakirodalmi felvetést, mely szerint a vízfogyasztást erősen befolyásolja a faji jelleg illetve a konténer mérete. Annak ellenére, hogy mindkét fajta (*C. alba* 'Sibirica' és *P. laurocerasus* 'Novita') közepes vízigénnyel rendelkezik (Tóth 2012), jelentős mértékben különbözött a mintanapokon mért vízfogyasztásuk. A *C. alba* 'Sibirica' fajta vízfogyasztása a három mintanap átlagában 626 g nap^{-1} volt, mely 83,5%-kal magasabb, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' fajta ugyanezen a napokon mért vízfogyasztása (341 g nap^{-1}), 2015-ben. A következő évben ez az arány némileg mérséklődött, azonban ekkor is 58,3%-kal volt magasabb a DWU a *C. alba* 'Sibirica' esetében, a *P. laurocerasus* 'Novita' fajtához képest. A vízfogyasztási különbségekhez feltehetően a két növény lombfelületének különbségei is hozzájárultak, a *C. alba* 'Sibirica' teljes lombfelülete 2015-ben 58,4%-kal illetve 2016-ban 73,8%-kal volt nagyobb, mint a *P. laurocerasus* 'Novita' lombfelülete. A *P. laurocerasus* 'Novita' DWU értéke kevésbé fluktuált a mérési napok között, míg a *C. alba* 'Sibirica' nagyobb változékonysággal reagált a mérési napok körülményeire. 2015. június 5-én a *C. alba* 'Sibirica' vízfogyasztása szignifikánsan a legalacsonyabb volt az évben, melyet az alacsony IWC is magyaráz. 2016. július 5-én, mely a legmelegebb mérési nap volt a teljes kísérleti periódus alatt, volt a legalacsonyabb a *C. alba* 'Sibirica' vízfogyasztása, az összes napot figyelembe véve. A DWU és az IWC összefüggése a *C. alba* 'Sibirica' esetében nyilvánvalónak tűnik. A termesztési rendszer a *C. alba* 'Sibirica' esetében határozottan beolyásolta a vízfogyasztást, 2015-ben 5%-kal, a következő évben 27%-kal haladta meg PIP konténer a hagyományos konténer DWU értékét. Ezt a statisztika 2016-ban ki is mutatta, az első és harmadik mérési nap szignifikáns volt a PIP konténerekre. A *P. laurocerasus* 'Novita' ennél ellentmondásosabb eredményeket mutatott, 2015-ben a CAG konténerekben 18%-kal mértünk magasabb DWU-t, míg 2016-ban 4%-kal a PIP konténerek vízfogyasztása volt magasabb. A szakirodalmi adatok hasonlóan változatos képet festenek az egyes fajok vízfogyasztásáról. A 6 literes konténerben nevelt *Hydrangea macrophylla* 'Fasan' és a *Gardenia jasminoides* 'Radicans' fajták DWU értékei 50-200 ml és 50-560 ml növény⁻¹ nap⁻¹ között változtak (O'Meara és mtsai 2013). A tölgylevelű hortenzia (*Hydrangea quercifolia* 'Alice') egyedei 11,4 literes konténerben $521 \text{ ml növény}^{-1} \text{ nap}^{-1}$, illetve 3,8 literes konténerben $350 \text{ ml növény}^{-1} \text{ nap}^{-1}$ vizet fogyasztottak (Hagen és mtsai 2014). García-Navarro (2004) négy konténeres cserje vízfogyasztását vizsgálta. A *Spiraea* × *vanhouttei* $1,5\text{-}4,5 \text{ l nap}^{-1}$, a *Viburnum tinus* $0,5\text{-}2 \text{ l nap}^{-1}$ vizet fogyasztottak (García-Navarro 2004). Adataink az öntözési gyakorlat tervezésében lehetnek hasznosak. A tervezésben nyújt segítséget a relatív vízfogyasztás (RWU), mely egységnyi konténer-tömeg vízfogyasztását jelenti (9. táblázat). A fajspecifikus vízfelhasználás következtében a vizsgált *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 konténerekben, míg a PIP konténerekben 21 g kg^{-1} értékkel célszerű tervezni. Figyelembe véve a faiskola öntözési gyakorlatát ($200 \text{ g víz növény}^{-1} \text{ nap}^{-1}$) megállapíthatjuk, hogy az öntözőrendszer által kijuttatott vízmennyiség elmaradt a *C. alba* 'Sibirica' vízigényétől és kissé alacsony volt a *P. laurocerasus* 'Novita' fajtának.

Irodalomjegyzék

1. Anda A. és Kocsis T. 2010. Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
2. Beeson, R.C. 2005. „Modeling Irrigation Requirements for Landscape Ornamentals”. *HortTechnology*, 15(1): 18-22.
3. Beeson, R.C. 2006. Relationship of Plant Growth and Actual Evapotranspiration to Irrigation Frequency Based on Management Allowed Deficits for Container Nursery Stock. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131(1): 140-48.
4. Beeson, R.C. 2010. Response of evapotranspiration of *Viburnum odoratissimum* to canopy closure and the implications for water conservation during production and in landscapes. *HortScience*, 45(3): 359-64.
5. Beeson, R.C. 2012. Development of a Simple Reference Evapotranspiration Model for Irrigation of Woody Ornamentals. *HortScience*, 47(2): 264-68.
6. Beeson, R.C. and Chen. J. 2018. Quantification of Daily Water Requirements of Container-Grown *Calathea* and *Stromanthe* Produced in a Shaded Greenhouse. *Water*, 10(9): 1194.
7. Campbell, G.S. and Campbell, C.S. 2013. Water Content and Potential, Measurement in Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences.
8. Davidson, H., Mecklenburg, R. and Peterson, C. 2000. *Nursery Management: Administration and Culture*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
9. García-Navarro, M. 2004. Estimation of Relative Water Use among Ornamental Landscape Species. *Scientia Horticulturae*, 99(2): 163-74.
10. Hagen, E., Nambuthiri, S., Fulcher, A. and Geneve, R. 2014. Comparing Substrate Moisture-Based Daily Water Use and on-Demand Irrigation Regimes for Oakleaf Hydrangea Grown in Two Container Sizes. *Scientia Horticulturae*, 179: 132-39.
11. Huzsvai L. 2005. Az agroökológia modellezéstechnikája. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Elérés 2021. január. 06. <https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/agrookologia/index.html>
12. Juhász, Á. and Hrotkó, K. 2014. Comparison of the Transpiration Part of Two Sources Evapotranspiration Model and the Measurements of Sap Flow in the Estimation of the Transpiration of Sweet Cherry Orchards. *Agricultural Water Management*, 143: 142-50.
13. Kappel N. 2006. Zöldésgalánták nevelésére alkalmas földkeverékek legfontosabb fizikai tulajdonságai. Doktori disszertáció. Budapesti Corvinus Egyetem.
14. Majsztrik, J.C., Fernandez, R.T., Fisher, P.R., Hitchcock, D.R., Lea-Cox, J., Owen, J.S., Oki, L.R. and White, S.A. 2017. Water Use and Treatment in Container-Grown Specialty Crop Production: A Review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(4): 151.
15. MDSZ. 2014. Magyar díszkertészet ágazati stratégia. Elérés 2021.január. 06. <https://docplayer.hu/599705-Magyar-dizskerteszet-agazati-strategia.html>
16. met.hu. 2016. „Hatalmas felhőpajzs Kelet-Európa felett - Hírek - met.hu”. Országos Meteorológiai Szolgálat. Elérés 2020. december 6. (http://www.met.hu/omsz/OMSZ_hirek/index.php?id=173).
17. Miralles, J., Nortes-Tortosa, P.A., Sánchez-Blanco, M.J., Martínez-Sánchez, J. and Arias, B. 2009. Above-ground and pot-in-pot production systems for *Myrtus communis* L. Elérés 2019. október 24. (<https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=25950>).
18. Niu, G., Rodriguez, D.S., Cabrera, R., McKenney, C. and Mackay, W. 2006. Determining Water Use and Crop Coefficients of Five Woody Landscape Plants”. *Journal of Environmental Horticulture*, 24(3): 160-65.
19. O'Meara, L., van Iersel, M.W. and Chappell, M.R. 2013. Modeling Daily Water Use of *Hydrangea macrophylla* and *Gardenia jasminoides* as Affected by Environmental Conditions. *HortScience*, 48(8): 1040-46.
20. Rahman, I.M.M. and Hasegawa, H. 2012. *Water Stress*. BoD – Books on Demand.
21. 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): 124-27.

22. Ruter, J.M. 1998a. Fertilizer Rate and Pot-in-Pot Production Increase Growth of Heritage River Birch. *Journal of Environmental Horticulture*, 16(3): 135-38.
23. 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): 159-62.
24. Schluckebier, J.G. and 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.
25. Schuch, U.K. and Burger, D.W. 1997. Water Use and Crop Coefficients of Woody Ornamentals in Containers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(5): 727-34.
26. Szász G. 1997. Meteorológia mezőgazdákknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
27. Tóth I. 2012. Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve. Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Dunaharaszti.
28. Vermes L. és Hayde L. 1997. Vízgazdálkodás: mezőgazdasági, kertész-, tájépítész- és erdőmérnök-hallgatók részére. Mezőgazd. Szaktudás Kiadó, Budapest.

Growth and water use of ornamental shrubs in different production systems

ÓNODY, É.¹, SÜTÖRINÉ, D.M.², HROTKÓ, K.²

¹ Department of Soil Physics and Water Management, Institute of Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Centre for Agricultural Research

² Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Landscape Architecture, Urban Planning and Garden Art, Department of Floriculture and Dendrology

E-mail: eva.onody@gmail.com

Summary

Our experiment was set up for two *Thuja* taxa (*Thuja occidentalis* ‘Smaragd’ and ‘Brabant’), one deciduous (*Cornus alba* ‘Sibirica’) and one evergreen plant (*Prunus laurocerasus* ‘Novita’). The effect of the pot in pot cultivation system was examined, and conventional above ground container production was set as control. Pot in pot had a positive effect on morphological parameters, since the plants grew taller. Biomass and dry matter production were also more favorable for pot in pot grown plants. While plant height, width of the canopy and stem diameter data were collected for all four species, biomass and dry matter values were determined in case of the deciduous tatarian dogwood and the broadleaved evergreen cherry laurel plants. The advantage of selecting these two taxa manifested in the different morphological development of each species as the effect of production system.

Gravimetric evapotranspiration (DWU) based daily water use of container grown plant can be a good basis for irrigation planning, and does not require special calculation. In the nursery, where our experiment we carried out, the total daily water dose for 5-liter container plants was 200 g of water plant⁻¹ day⁻¹ (with 2× and 3× application, respectively). From the daily DWU values, a relative water consumption per container weight (RWU) was determined. The characteristics

of DWU and RWU values highlighted that two plants with medium water demand may show a significant difference in water use. The tatarian dogwood and cherry laurel consumed relatively 193 g kg⁻¹ and 93 g kg⁻¹ water, respectively, from the same amount of water as they were irrigated.

We also observed the significant effect of the production system on the water status of the growing medium. Due to the greater water retention capacity, the container in pot in pot system lost 21 g kg⁻¹ weight of moisture during the day, while the conventional container type, on average, lost 33 g kg⁻¹ during the day. However, the positive water use efficiency of the pot in pot system can be clearly stated in the case of tatarian dogwood.

Keywords: pot in pot, container production, daily water use, relative water use, leaf area

Szerzők

Ónody Éva (kapcsolattartó szerző), – tudományos segédmunkatárs, Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet, Talajfizikai és Vízgazdálkodási Osztály 1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

Sütöriné Diószegi Magdolna – PhD, egyetemi adjunktus, MATE, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Hrotkó Károly – DSc, ny. egyetemi tanár, MATE, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.