

KERTGAZDASÁG HORTICULTURE

53. évfolyam 1. szám – 2021. MÁRCIUS



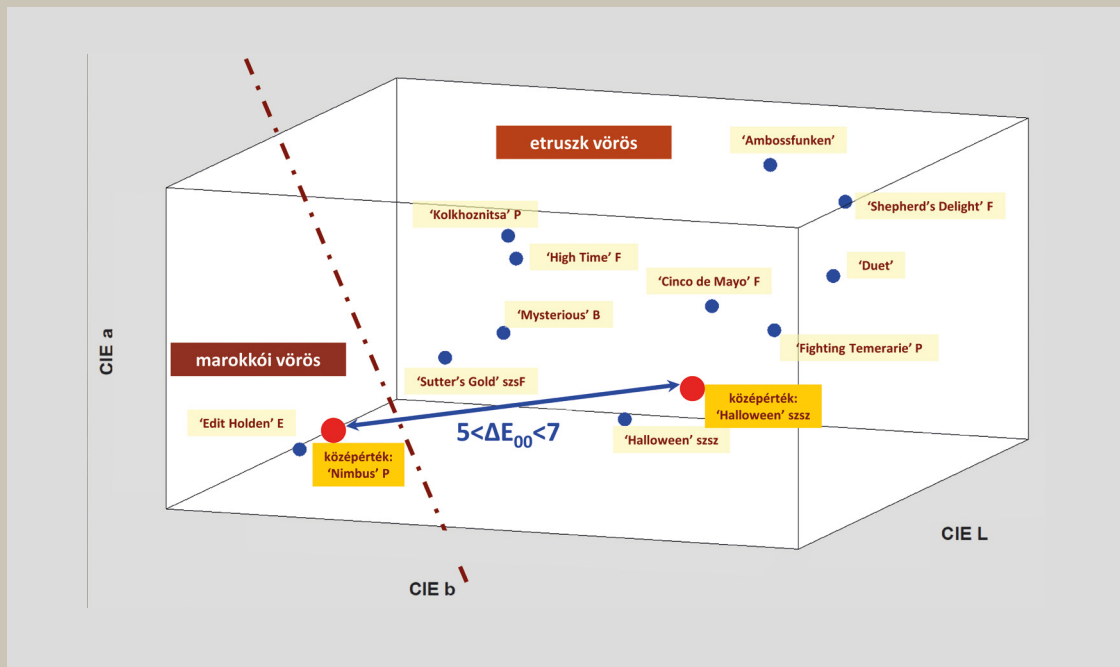
› Mandulafajták virág-
rügyeinek és virágainak
fagyűrűzése szabadföldön

› Aeroszol részecskék
kiülepedése és nehézfém-
tartalma három fajta
levelein Budapesten

› Különböző konténeres
termesztési rendszerekben
nevelt dísznövények növe-
kedése és vízfogyasztása

› Kolorimetrikus feltétel-
rendszeren és műszeres
mérésen alapuló, szabad-
földi használatra is alkalmas
rózsaszírom-színrendszer

„VÖRÖS” RÓZSAFAJTÁK SZIROMSZÍNÉNEK NAGY VARIABILITÁSA



1. **ÁBRA:** CIE L*a*b* 3 dimenziós térben látható a marokkói-vörös és az etruszk-vörös színkategória, azok középtértéke és az ide sorolt sziromszínek.



2. **ÁBRA:** A rózsza sziromszíneikben páratlanul gazdag, miközben a hivatalosan elérhető fajtaregisztrációkban ezek leírása többnyire „vörös”

Kertgazdaság

Horticulture

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus
és az Agrárminisztérium tudományos folyóirata
Scientific Quarterly of Hungarian University of Agricultural
and Life Science, Buda Campus and Ministry of Agriculture,
Budapest, Hungary

Megjelenik negyedévenként
ISSN száma: 1419-2713



Főszerkesztő (Editor-in-chief)

HROTÓ KÁROLY

Technikai szerkesztő:

FICZEK GITTA

Rovatvezetők

HAJDU EDIT (szőlő-bor), PLUHÁR ZSUZSANNA (gyógynövény), SZALAY LÁSZLÓ (gyümölcs), TERBE ISTVÁN (zöldség), TILLYNÉ MÁNDY ANDREA (dísznövény),

Szerkesztőbizottság (Editorial board)

A szerkesztőbizottság elnöke: BERNÁTH JENŐ

APÁTI FERENC, BÁLO BORBÁLA, BARANEC TIBOR, DEÁK TAMÁS, FAZAKAS CSABA, FÁRI MIKLÓS GÁBOR, HEGEDŰS ATTILA, HELYES LAJOS, HESZKY LÁSZLÓ, HONFI PÉTER, LAKATOS TAMÁS, LÉVAI PÉTER, NEMESKÉRI ESZTER, NÉMETH ÉVA, NYÉKI JÓZSEF, NYITRAINÉ SÁRDY DIÁNA, OMBÓDI ATTILA, PÉNZES BÉLA, TÓTH MAGDOLNA, a HERMAN OTTÓ INTÉZET NONPROFIT KFT. KÉPVISELETÉBEN BOZZAY PÉTER és DZSUDZSÁK SZILVIA

Angol nyelvi lektor: SZABÓ ANNA

KIADÓ

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., 1223 Budapest, Park utca 2.

Felelős kiadó: BOZZAY PÉTER

Tel.: 06-1-362-8100

A folyóiratra előfizethet az ország bármely postáján, valamint a kiadványokat kézbesítőknél,

E-mail: hirlapelofigetes@posta.hu Előfizetési díj: 6600 Ft, egyes szám ára: 1650 Ft

További információ: 06-80-444-444.

Előfizetés és hirdetésfelvétel a Kiadónál: 06-1-362-8141

E-mail: info@agrarlapok.hu

www.agrarlapok.hu

Minden jog fenntartva! A lapból értesítéseket átvenni csak a Kertgazdaságra való hivatkozással szabad

SZERKESZTŐSÉG

Magyar Agrár- és Élettudományi Egylet, Budai Campus

1118 Budapest, Villányi út 29-43. K épület földszint 15.

Telefon: +36 – 1- 3057460 (Hrotó Károly)

E-mail: kertgazdasag@uni-mate.hu

<https://kertk.szie.hu/kutatas/kertgazdasag-0>

Nyomja: OOK-Press Nyomda

8200 Veszprém, Pápai út 37/A.

Csak hiánytalan kéziratokat tudunk elfogadni! Kéziratot nem őrzünk meg és nem küldünk vissza!

A folyóirat az Agrárminisztérium támogatásával jelenik meg (Sponsored by Ministry of Agriculture).

Alapítva 1968

Mandulafajták virágrügyeinek és virágainak fagyűrése szabadföldön

SZALAY LÁSZLÓ¹, BELAY TEWELDEMEDHIN KELETA^{1,2}, BÉKEFI ZSUZSANNA²

¹Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék

²Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont

E-mail: szalay.laszlo@uni-mate.hu

Összefoglalás

A mandula a hazánkban termesztett gyümölcsfajok közül az egyik legfagyérzékenyebb. A termesztés eredményessége tehát, sok más tényező mellett, nagyban függ a telepített fajták fagyűrő képességétől. A mandulafajták fagyűréséről szóló szakirodalmi adatok nagyon hiányosak. A MATE és jogelődjeinek Gyümölcsstermesztési Tanszékén 2008-ban elkezdtük a hazai termesztésben legjelentősebb hat mandulafajta fagyűrő képességének vizsgálatát. A kutatási program során elvégzett szabadföldi fagykár felvételezések eredményeit dolgoztuk föl, és közöljük jelen cikkünkben. A vizsgálati időszak során 10 alkalommal volt olyan mértékű lehülés, amely jelentős fagykárt okozott a mandulafajtákban. Két alkalommal teljes fagykár volt, ezekben az időpontokban nem lehetett kimutatni a fajták közötti különbségeket, ezért ezeket kihagytuk az elemzésből. A részletesen elemzett nyolc vizsgálati időpont közül öt a virágrügyfejlődés kényszernyugalmi időszakára, három pedig a virágzási időszakra esett. A fajták közötti különbségek azokban az időpontokban jelentkeztek markánsabban, amikor kisebb volt a lehülés erőssége, illetve amikor a fák korábbi fejlődési fázisában érkezett a fagy. A fajták sorrendje fagyűrésük szempontjából nagyon hasonló volt, függetlenül a lehülés bekövetkeztének időpontjától. A virágzási időszakban is azok a fajták károsodtak kevésbé, amelyek a kényszernyugalmi időszakban jobb fagyűrést mutattak. A vizsgált fajták közül a 'Tétényi keményhájú' volt a legfagyűrőbb a természetes fagykárok felvételezése alapján. A 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' bizonyult ebben a fajtakörben a legfagyérzékenyebbeknek, közel azonos fagykárosodási értékekkel. A 'Budatétényi 1', a 'Tétényi kedvenc', valamint a 'Budatétényi 70' fajták fagykárosodási értékei ezen fajták értékei között helyezkedtek el.

Kulcsszavak: mandula (*Prunus dulcis* Mill.), virágrügy fagykár, virág fagykár, hazai fajták

Bevezetés és szakirodalmi összefoglalás

A termesztett mandula elsődleges géncentruma Kis-Ázsia területén található, többnyire száraz, szubtrópusi éghajlatú területeken. Innen sokfelé elterjedt, és régóta foglalkoznak a termesztésével a mérsékelt égövben is. Származásából adódóan azonban ezeken a vidékeken rendszeresen számolnunk kell téli és tavaszi fagykárokkal, amik a termésbiztonságát nagyban veszélyeztetik. Hazánkban is a mandula az egyik legkorábban virágzó, leginkább fagyérzékeny termesztett gyümölcsfaj. Ha gazdaságosan működő ültetvényt szeretnénk mandulából létesíteni, akkor a termőhelyet és a fajtákat nagyon körültekintően kell kiválasztani (Mohácsy és Porpáczy 1951; Pejovics 1976; Brózik et al. 2003; Kállayné 2014; Di Lena et al. 2017).

Már korai szakirodalmi források felhívják a figyelmet a mandula, valamint közeli rokonai, az őszibarack és a kajszi fagyérzékenységre (Lippay 1667; Bereczki 1882; Mohácsy és Magyar 1936; Wood 1947; Childers 1949; Pejovics 1968). Az mandulafajták vegetatív és generatív szerveinek fagyállóságát többen is vizsgálták különböző módszerekkel a téli nyugalmi időszak és a virágzás során különböző termőhelyeken. A fajták között jelentős különbségeket mutattak ki (Büyükiymaz és Kester 1976; Szalay és Fonai 2002, Brózik et al. 2003; Kodad és Socias i Company 2004; Kodad et al. 2010; Afshari et al. 2011; Imani és Mahamadhani 2011; Imani et al. 2012; Moheb et al. 2018). A mandula közeli rokona az őszibarack. Az őszibarackfajták fagyérzékenységét is sokan vizsgálták, és a fajták között jelentős különbségeket találtak (Hatch és Walker 1969; Szabó 1992; Miranda et al. 2005; Szymajda és Zurawicz 2016; Weaver 1966; Szabó 2002; Childers 1975; Childers és Sherman 1988; Okie 1998; Layne és Bassi 2008; Szabó és Nyéki 1988, 1991; Szabó 1992, 2002; Szabó et al. 1998, Timon 2000; Szalay 2001). Megkezdődtek a kutatások a mandula fagyállóságáért felelős gének kimutatása terén is, így egyre többet tudunk az egyes fajták fagytüréseinek genetikai hátteréről (Mousavi et al. 2014; Alisoltani et al. 2015, 2016).

A MATE és jogelődjeinek Gyümölcsstermesztési Tanszékén 2008-ban elkezdtük a hazai termesztésben legjelentősebb hat mandulafajta fagytüró képességének vizsgálatát. A kutatási program során elvégzett szabadföldi fagykár felvételezések eredményeit dolgoztuk föl, és közöljük jelen cikkünkben.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat a MATE jogelődjeinek Soroksáron lévő kísérleti ültetvényeiben végeztük 2008 és 2020 között. A kísérleti munkához felhasznált mandulafák a Gyümölcsstermesztési Ágazat és a Faiskolai Ágazat területén találhatóak, azok a 2000 és 2003 közötti években lettek telepítve. Fajtánként 3-5 db fa állt rendelkezésre a vizsgálatokhoz. A fák keserű mandula magonc alanyon állnak, 5 x 3 méteres sor- és tőtávolsággal, szabad orsó faalakkal. A füvesített sorközü ültetvényben integrált termesztéstechnológia folyik, rendszeres tápanyagpótlással és évenkénti metszéssel.

A vizsgált fajták a következők voltak: 'Tétényi bőtermő', 'Tétényi kedvenc', 'Tétényi rekord', 'Budatétényi 70' (a Faiskolai Ágazat területén), 'Tétényi keményhjúú', 'Budatétényi 1' (a Gyümölcsstermesztési Ágazat területén).

A téli nyugalmi időszakban és virágzaskor minden olyan alkalommal elvégeztük a generatív szervek fagykárosodásának felmérését, amikor súlyos fagykárt okozó lehűlések voltak. A felvételezések módszere: A nyugalmi időszakban jelentős fagykárt okozó lehűlések után néhány nappal a fák 1,5 és 3,5 m közötti magassági zónájából fajtánként 10 db vesszőt szedtünk. A termőrészeket műanyag zsákban

egy napig szobahőmérsékleten tartottuk. Ezután a virágrügyek fagykárosodását, azok függőleges elmetésése után, a belső szöveteik elszíneződése alapján határoztuk meg. A virágzási időszakban virágokat gyűjtöttünk a fákról és azok szerveinek, főként a termőjüknek az elszíneződése alapján határoztuk meg a fagykárosodás mértékét. Fajtánként 150-200 virágrügyet, illetve virágot vizsgáltunk minden alkalommal, a statisztikai elemzés elvégzéséhez azokat véletlenszerűen 4 csoportra osztottuk. A hőmérsékleti adatokat a helyi automata meteorológiai állomás szolgáltatta. A vizsgálati eredményekből átlag és szórás értékeket számoltunk, majd varianciaanalízissel határoztunk meg a homogén csoportokat. A statisztikai elemzés a Microsoft Excel 365 programmal készült.

Eredmények

A vizsgálati időszakban, 2008 és 2020 között 10 alkalommal volt olyan alacsony hőmérséklet, ami a mandulafák generatív szerveiben jelentős fagykárt okozott (1. táblázat). 2009. december 21-én, a mélynyugalmi időszak végén, a $-22,7$ °C-os lehülés szinte teljes mértékben károsította a mandulafák virágrügyeit. 2020 tavaszán két hullámban érkezett a fagy. Sajnos a második hullámban érkezett lehülés során 2020. április 2-án -9 °C volt, ami teljes fagykárt okozott. Mivel ebben a két időpontban a fajták közötti különbségek nem voltak megállapíthatók, ezeket kihagytuk az elemzésből. Szerencsére a többi alkalommal nem okozott teljes fagykárt a lehülés. Elemzésünkben így nyolc időpont fagykár felvételezési adatai szerepelnek. A nyolc vizsgálati időpont közül öt a virágrügyek kényszernyugalmi időszakára esett, három pedig a virágzási időszakra. Ezeket külön elemezzük.

1. táblázat. A mandula virágrügyek és virágok szabadföldi fagykár felvételezését megelőző legalacsonyabb hőmérsékletek, és azok időpontjai Soroksáron 2008 és 2020 között

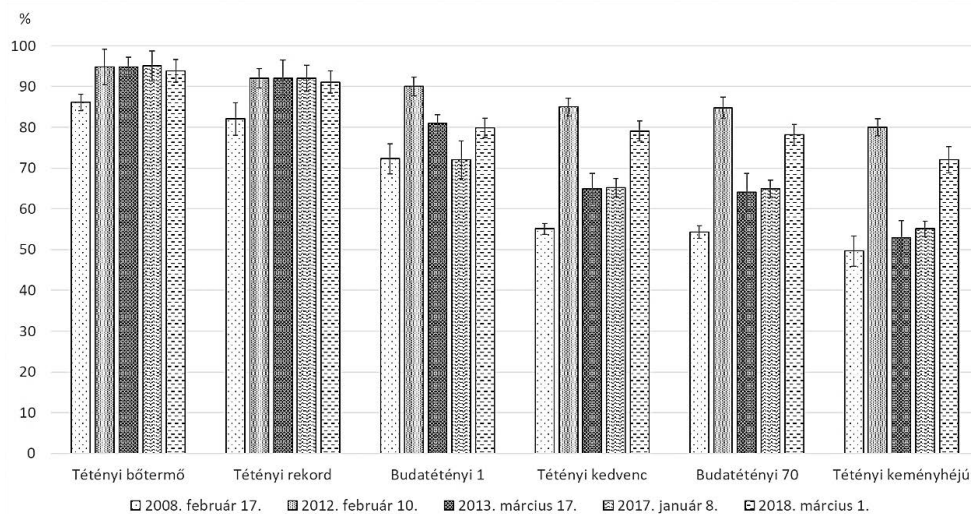
időpont/ day	hőmérséklet (°C)/ temperature (°C)	megjegyzés/ note
1 2008. február 17.	-15,5	kényszernyugalom
2 2009. december 21.	-22,7	mélynyugalom vége (teljes fagykár)
3 2012. február 10.	-18,7	kényszernyugalom
4 2013. március 17.	-10,5	kényszernyugalom
5 2014. március 14.	-3,4	virágzási időszak
6 2017. január 8.	-21	kényszernyugalom
7 2018. március 1.	-12	kényszernyugalom
8 2019. március 21.	-5	virágzási időszak
9 2020. március 16.	-6	virágzási időszak
10 2020. április 2.	-9	virágzási időszak vége (teljes fagykár)

Note: kényszernyugalom = ecodormancy; mélynyugalom vége = end of endodormancy; virágzási időszak = flowering period (blooming time); teljes fagykár = total frost damage

Table 1. Minimum temperatures before the onset of frost damage to almond flower buds and flowers and their dates in Soroksár between 2008 and 2020

Az 1. ábrán tüntettük fel a virágrügyek kényszernyugalmi időszakában végzett vizsgálatok eredményeit. 2008. február 17-én $-15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 50% és 86% közötti fagykárosodást okozott a vizsgált fajták virágrügyeiben. A 2012-ben, szintén februárban, 10-én érkezett lehűlés erősebb volt, $-18,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot mért az automata mérőállomás. Ez 80% és 95% közötti fagykárt okozott. 2013-ban március 17-én volt komoly fagy, a virágzás kezdete előtt három héttel, $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os legalacsonyabb hőmérséklettel. Ennek hatására a fagykárosodás értéke 53% és 95% között volt. A 2017. január 8-án mért $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ a virágrügyekben 55% és 95% közötti fagykárt okozott. 2018-ban március 1-én csökkent a hőmérséklet $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra, közel egy hónappal a mandulafajták virágzásának kezdete előtt. Ekkor 72% és 94% közötti fagykárt állapítottunk meg. A fajták közötti különbségek azokban az időpontokban jelentkeztek markánsabban, amikor a lehűlés kevésbé volt erőteljes, illetve amikor korábban, kevésbé fejlett rügyfejlődési állapotban érkezett.

1. ábra. Mandulafajták virágrügyeinek fagykárosodása a különböző időpontokban végezett szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak pedig a szórást mutatják

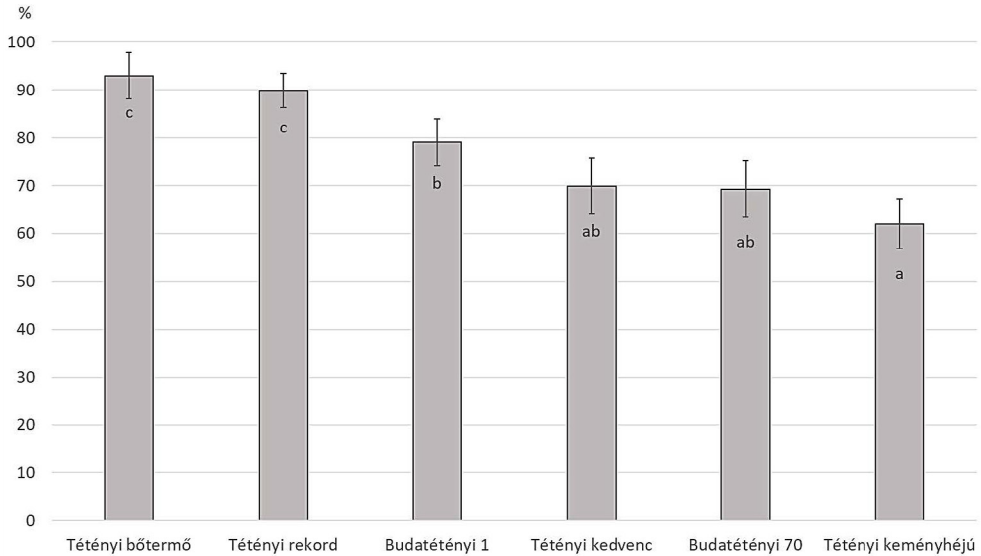
Note: The column heights are the mean values and the lines are the standard deviation

Figure 1. Frost damage to flower buds of almond cultivars based on the results of field surveys carried out at different times (Soroksár, 2008-2020)

A továbbiakban a virágrügyfejlődés kényszernyugalmi időszakában történt szabadföldi fagykár felvételezések átlag értékei alapján, a 2. ábrán feltüntetett értékek figyelembevételével értékeljük a fajták közötti különbségeket. A statisztikai elemzés a vizsgált fajtákat három homogén csoportba sorolta. A 'Tétényi keményhéjú' volt a legfagyűrőbb, a 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' pedig a legfagyérzékenyebbek. A 'Budatétényi 1' fajta közepes fagyűrűst

mutatott. A 'Budatétényi 70' és a 'Tétényi kedvenc' pedig átmenetet képviselt a fagyűrő és a közepes fagyűrűsű csoport között.

2. ábra. Mandulafajták virágrügy fagykárainak átlagos értékei a kényszernyugalmi időszakokban végzett szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



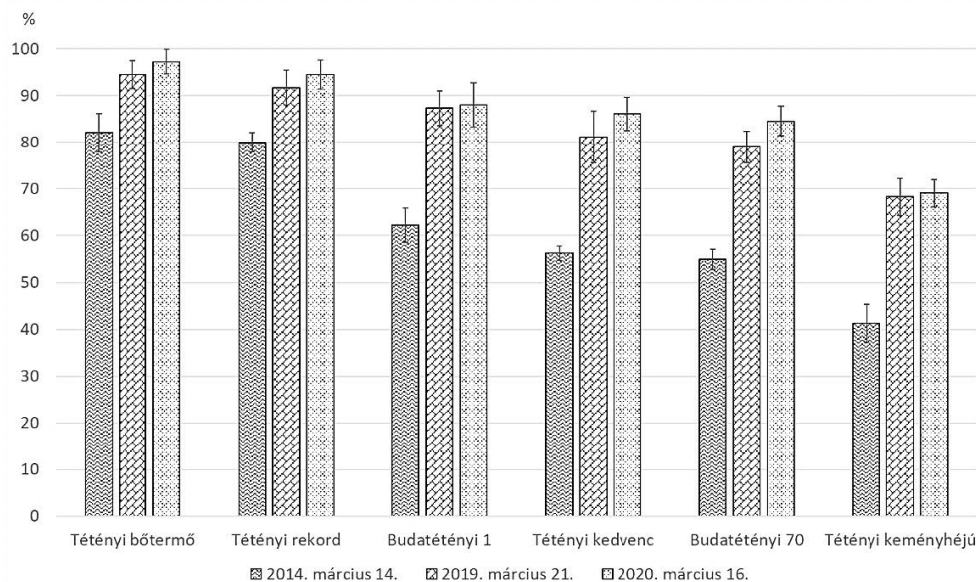
Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak a szórást, a betűjelek pedig a homogén csoportokat mutatják, az eltérő betűk az egymástól szignifikánsan ($P \leq 0,01$) különböző értékeket jelölik

Note: The height of the columns shows the mean values, the lines the standard deviation and the letters the homogeneous groups

Figure 2. Average values of flower bud frosts of almond cultivars based on the results of field surveys during periods of ecodormancy (Soroksár, 2008-2020)

A különböző években a mandulafajták virágzási időszakában bekövetkezett erőteljes lehűlések hatására a virágokban bekövetkezett fagykárok értékeit a 3. ábrán tüntettük föl. 2014. március 14-én, a virágnylás kezdetén $-3,4$ °C volt, ez 41% és 82% közötti fagykárosodást okozott a vizsgált mandulafajták virágaiban. 2019. március 21-én a virágzási időszak közepén érte a mandulafákat a -5 °C-os fagy. Ennek hatására 68% és 94% közötti mértékben fagytak el a virágok. 2020. március 16-án a mandulafák virágnylásának kezdetén volt -6 °C-os hőmérséklet a kísérleti ültetvényben, amely 69% és 97% közötti fagykárt okozott. 2020-ban a fent említettek szerint sajnos volt egy későbbi, még erőteljesebb lehűlés, amely teljes fagykárt okozott. A virágzási időszakok során bekövetkezett fagykár felvételezések eredményei alapján a fajták közötti különbségek mind a három elemzésünkben szereplő alkalommal megfigyelhetők voltak. Ezek a különbségek akkor rajzolódtak ki határozottabban, amikor a fagy kevésbé volt erőteljes, illetve amikor korábbi virágzásfenológiai stádiumban érkezett.

3. ábra. Mandulafajták virágainak fagykárosodása a szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak pedig a szórást mutatják

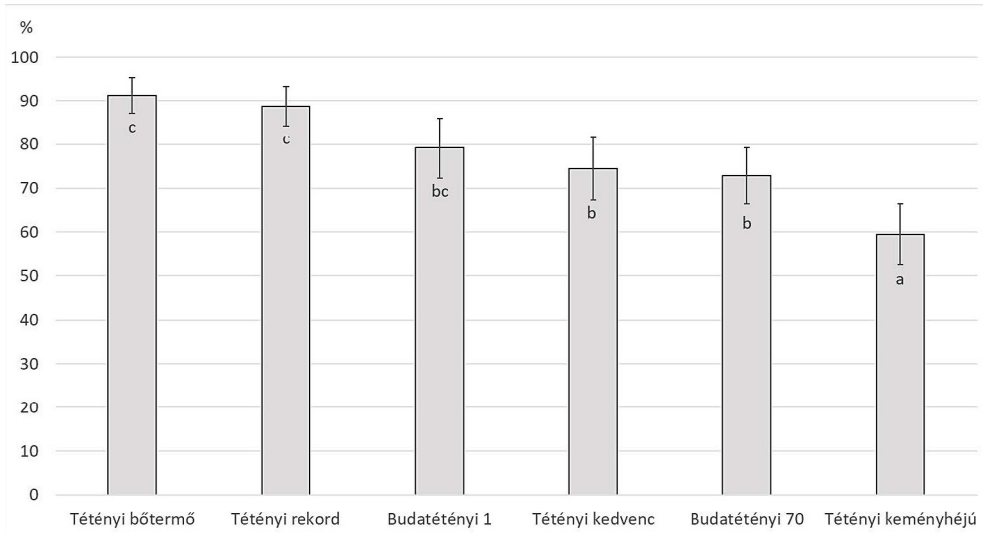
Note: The column heights are the mean values and the lines are the standard deviation

Figure 3. Frost damages to almond flowers based on the results of field surveys (Soroksár, 2008-2020)

A virágzási időszakokban végzett vizsgálatok átlag értékei alapján is értékeltük a fajták közötti különbségeket, ennek adatai a 4. ábrán láthatók. A statisztikai elemzés a vizsgált fajtákat három homogén csoportba sorolta, ebben a fajtakörben tehát nevezhetjük ezt a három csoportot a fagyűrők, a közepes fagyűrűsűek és a fagyérzékenyek csoportjának. A 'Tétényi keményhéjú' volt a legfagyűrűsebb. A 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' fajták a fagyérzékeny csoportba sorolódtak. A 'Tétényi kedvenc' és a 'Budatétényi 70' fajta fagyűrűse közepes volt. A 'Budatétényi 1' fajta átmenetet képviselt a fagyérzékeny és a közepes fagyűrűsű fajták között.

A virágügyek kényszernyugalmi állapotában és a virágzási időszakokban elvégzett vizsgálatok átlag értékeit és a fajták homogén csoportokba sorolását a 2. táblázatban tüntettük föl. Megállapítható, hogy mindkét időszakban azonos sorrend alakult ki a fajták között generatív szerveik fagyűrűző képessége szempontjából. A kényszernyugalmi időszakban nagyobb fagyérzékenységet mutató fajták virágai a virágnylási időszakban is nagyobb mértékben fagytak el, és fordítva.

4. ábra. Mandulafajták virágainak fagykárosodása, átlagos értékek a virágzási időszakokban végzett szabadföldi felvételezések eredményei alapján (Soroksár, 2008-2020)



Megjegyzés: Az oszlopok magassága az átlag értékeket, a vonalak a szórást, a betűjelek pedig a homogén csoportokat mutatják, az eltérő betűk az egymástól szignifikánsan ($P \leq 0,01$) különböző értékeket jelölik

Note: The height of the columns shows the mean values, the lines the standard deviation and the letters the homogeneous groups.

Figure 4. Frost damage to flowers of almond varieties, average values based on the results of field surveys carried out during the flowering periods (Soroksár, 2008-2020)

2. táblázat. Mandulafajták virágrügyeinek és virágainak fagykárosodása a szabadföldi felvételezések átlagai alapján (Soroksár, 2008-2020)

fajta/ cultivar	kényszernyugalmi időszak/ ecodormancy		virágzási időszak/ blooming time	
	átlag/ average	homogén csoportok/ homogeneous groups	átlag/ average	homogén csoportok/ homogeneous groups
Tétényi bőtermő	92,95	c	91,26	c
Tétényi rekord	89,86	c	88,72	c
Budatétényi 1	79,04	b	79,17	bc
Tétényi kedvenc	69,87	ab	74,48	b
Budatétényi 70	69,25	ab	72,84	b
Tétényi keményhjú	61,94	a	59,51	a

Table 2. Frost damage to flower buds and flowers of almond cultivars based on the averages of field recordings (Soroksár, 2008-2020)

Megvitatás

A mandulatermesztés eredményességét nagymértékben befolyásolja a fajták fagyűrő képessége. Ennek meghatározása több éves kutatómunkát igényel. A különböző áttelelő szervek és a virágok fagyűrését többféle módszerrel vizsgálhatjuk.

Közvetett, laboratóriumi módszerekkel következtetni lehet a genotípusok fagyűrésének alakulására. Ionkiáramlás mérésével, klorofill fluoreszcencia vizsgálattal, valamint a növényi szervek antioxidáns kapacitásának meghatározásával nagy számú minta vizsgálatát lehet elvégezni, ez a nemesítők számára ad hasznos információkat a szelekció során (Kodad et al. 2010; Afshari et al. 2011; Moheb et al. 2018).

A szabadföldi fagykár felvételezésekkel jól kimutathatók a fajták közötti különbségek, a mesterséges fagyasztásos kísérletekkel pedig az egyes fajták fagyállóságának változásait tudjuk nyomon követni. Annak ellenére, hogy fagyérzékeny fajról van szó, a hazai és a nemzetközi szakirodalomban kevés adatot találunk az egyes mandulafajták tényleges fagyűréséről. A hazai fajtaleírások sajnálatos módon nem foglalkoznak a fagyállóság kérdésével (Brózik 1998; Tóth 2001; Brózik et al. 2003; Apostol 2013). A különböző genotípusok fagyállóságáról gyűjtött információk nagyon hasznosak tudományos és gyakorlati szempontból is (Büyükyılmaz és Kester 1976; Szalay és Fonai 2002, Imani és Mahamadkhani 2011; Imani et al. 2012). A mandula nemesítése során fontos szelekciós szempont a fagyűrés (Moheb et al. 2018). A mandulafajták fagyállóságának élettani és genetikai feltárása területén is megkezdődtek a kutatások, és egyre több a gyakorlat számára is hasznosítható eredmény (Barros et al. 2012; Mousavi et al. 2014; Alisoltani et al. 2015, 2016).

Az elmúlt évek során a MATE jogelődjeinek Soroksáron lévő kísérleti ültetvényeiben hat mandulafajta virágrügyeinek és virágainak fagyűrő képességét vizsgáltuk az erőteljes lehűlések utáni fagykár felvételezésekkel. A fajták között jelentős különbségeket mutattunk ki. Megállapítottuk, hogy a virágzási időszakban is azok a fajták szenvedtek nagyobb fagykárosodást, amelyek a virágrügyfejlődés kényszernyugalmi időszakában nagyobb fagyérzékenységet mutattak. A vizsgálati eredményeink összevont értékelése alapján a hat hazai fajta közül a 'Tétényi keményhéjú' generatív szervei voltak a legfagyűrőbbek. A legfagyűrősebbnek, közel azonos értékekkel a 'Tétényi bőtermő' és a 'Tétényi rekord' bizonyult. A másik három fajta fagyűrése ezen szélső értékek között volt, a szabadföldi fagykár felvételezések eredményei alapján.

Vizsgálati eredményeinket fontosnak tartjuk, hiszen a pomológiai szakkönyvekben, fajtaleírásokban az általunk vizsgált fajták fagyűrő képességét vagy egyáltalán nem említik, vagy csak nagyon hiányos adatokat találhatunk róluk. A fajták pontos leírásához a fagyűrő képességük meghatározása nagyon fontos, különösen egy olyan problémás faj esetében, mint a mandula. Ennek tudományos és gyakorlati szempontból is nagy jelentősége van. A fajták fagyűrését több éves kutatómunkával tudjuk meghatározni. Megkezdtük a fajták fagyűrésének vizsgálatát mesterséges fagyasztásos kísérletekkel is. A szabadföldi fagykár felvételezések és a mesterséges fagyasztásos kísérletek együttesen biztosítanak megfelelő eredményeket.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a „VP4- 10.2.2-15. Ritka és veszélyeztetett növényfajták genetikai erőforrásainak és mikroorganizmusok *ex situ* megőrzése (1774007912)”, valamint a „TMF/955/2018 Dísnövények, gyógynövények, gyümölcsstermő növények és szőlő génmegőrzése” pályázatok támogatták.

Irodalomjegyzék

1. Afshari, H., Parvaneh, T., Ebadi, A.G., Abbaspor, H. and Arab, H.A. 2011. Studying cold resistance of three commercial cultivars of Iranian almond via ion leakage parameter at different times after chilling. *J. Food. Agr. Envir. Sci.* 9: 449–454.
2. Alisoltani, A., Shirana, B., Fallahi, H. and Ebrahimie, E. 2015. Gene regulatory network in almond (*Prunus dulcis* Mill.) in response to frost stress. *Tree Genet. Genomes*, 11(100): 2-15.
3. Alisoltani, A., Ebrahimia, S., Azariana, S., Hematyara, M., Shirana, B., Jahanbazie, H. et al. 2016. Parallel consideration of SSRs and differentially expressed genes under abiotic stress for targeted development of functional markers in almond and related *Prunus* species. *Sci. Hort.* 189: 462-472.
4. Apostol J. 2013. Mandula. In: Soltész M. (szerk.) *Magyar gyümölcsfajták*. 394–402. o. Nemzeti Agrár-gazdasági Kamara, Budapest.
5. Barros, P.M., Goncalves, N., Saibo, N.J.M. and Oliveira, M.M. 2012. Functional characterization of two almond C-repeat-binding factors involved in cold response. *Tree Physiol.* 32: 1113-1128.
6. Bereczki M. 1882. *Gyümölcsészeti vázlatok*. Réthy és Gyulai. Arad.
7. Brózik S. 1998. Mandula. In: Soltész M. (szerk.) *Gyümölcsfajta-ismeret és -használat*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 330-335.
8. Brózik S., Kállay T.-né és Apostol J. 2003. *Mandula*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 140. o.
9. Büyükyilmaz, M. and Kester, D.E. 1976. Comparative hardiness of flower buds and blossoms of some almond genotypes in relation to time of bloom and leafing. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 344-347.
10. Childers, N.F. 1949. *Fruit Science*. J.B. Lippincott Company Press, USA. 630. p.
11. Childers, N.F. 1975. *The peach*. Horticultural Publications. New Jersey, USA. 659. p.
12. Childers, N.F. and Sherman, W.B. 1988. *The peach*. Somerset Press. Somerville. New Jersey. Hort Public Gainesville, Florida, USA.
13. Di Lena, B., Farinelli, D., Palliotti, A., Poni, S., Theodore, M., DeJong, T.M. and Tombesi, S. 2017. Impact of climate change on the possible expansion of almond cultivation area pole-ward: a case study of Abruzzo, Italy. *J. Hortic. Sc.i Biotechnol.* 93(2): 209-215.
14. Hatch, A.H. and Walker, D.R. 1969. Rest intensity of dormant peach and apricot leaf buds as influenced by temperature, cold hardiness and respiration. *J. Am. Soc. Hort Sci.* 94(3): 304-307.
15. Imani, A. and Mahamadkhani, Y. 2011. Characteristics of Almond Selections in Relation to Late Frost Spring. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 2(2): 31-34.
16. Imani, A., Ezaddost, M., Asgari, F., Masoumi, S.H. and Raeisi, I. 2012. Evaluation the Resistance of Almond to Frost in Controlled and Field Conditions. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 3(1): 29-36.
17. Kállay T.-né (szerk.) 2014. *Gyümölcsösök termőhelye*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 248 o.
18. Kodad, O. and Socias i Company, R. 2004. Differential flower and fruit damages by spring frosts in almond. *Nucis-Newsletter*, 12: 5-7.
19. Kodad, O., Socias i Company, R. and Morales, F. 2010. Evaluation of almond flower tolerance to frosts by chlorophyll fluorescence. *XIV GREMPA Meeting on Pistachios and Almonds Proceedings*, 141-145.
20. Layne, D.R. and Bassi, D. 2008. *The peach, botany, production and uses*. CABI UK. 615 p.
21. Lippay J. 1667. *Posoni kert*. Nagyszombat-Bécs.

22. Miranda, C., Santesteban, L.G. and Royo, J.B. 2005. Variability in the relationship between frost temperature and injury level for some cultivated *Prunus* species. *HortScience*, 40(2): 357-361.
23. Mohácsy M. és Magyar Gy. 1936. Dió-, mandula-, mogyoró- és gesztenyetermesztés. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt. Budapest.
24. Mohácsy M. és Porpáczy A. 1951. Dió-, mogyoró-, mandula-, gesztenye termesztés és nemesítés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 318 o.
25. Moheb, M.B., Imani, A. and Shamili, M. 2018. The evaluation of almond progenies of cold-susceptible and cold tolerant parents (Filippo-Ceo XShahrood-12). *Scientia Horticulturae*, 234: 176-183.
26. Mousavi, S., Alisoltani, S., Shiran, B., Fallahi, H., Ebrahimie, E., Imani, A. and Houshmand, S. 2014. De Novo transcriptome assembly and comparative analysis of differentially expressed genes in *Prunus dulcis* Mill. in response to freezing stress. *Plos One*, 9(8): 1-13.
27. Okie, W.R. 1998. Handbook of Peach and Nectarine Varieties. United States Department of Agriculture, Washington, USA. 808 p.
28. Pejovics B. 1968. A mandula néhány biológiai sajátossága és termesztési sajátosságai. MTA. Kandidátusi értekezés. Budapest.
29. Pejovics B. 1976. Dió, mandula, mogyoró, gesztenye. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
30. Szabó Z. 2002. Csonthéjas gyümölcsűek terméshibáinak egyes tényezői. Akadémiai doktori értekezés. MTA Budapest.
31. Szabó Z. és Nyéki J. 1988. Őszibarackfajták fagykárosodása. *Gyümölcs-Inform*, 10: 15-19.
32. Szabó Z. és Nyéki J. 1991. Csonthéjas gyümölcsfajok fagykárosodása. *Kertgazdaság*, 23(2): 9-19.
33. Szabó, Z. 1992. Evaluation of cold hardiness of peach cultivars based on freezing injury to twigs. *Acta Hort.* 315: 219-227.
34. Szabó, Z., Nyéki, J., Szél, I., Pedryc, A. and Szalay, L. 1998. Low temperature injury in peach and nectarine cultivars. *Acta Hort.* 465: 399-404.
35. Szalay L. 2001. Kajszi- és őszibarackfajták fagy- és téltűrése. PhD Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Budapest.
36. Szalay L. és Fonai L. 2002. Előzetes közlemény a mandulafajták téli virágrügyfejlődésének vizsgálatáról. *Kertgazdaság*, 34(3): 21-25.
37. Szymajda M. and Zurawicz E. 2016. Tolerance of peach flower buds to low sub-zero temperatures in winter. *Hort. Sci. (Prague)*, 43(3): 126-133.
38. Timon B. 2000. Őszibarack. Negyedik, átdolgozott kiadás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 270 p.
39. Tóth M. 2001. Mandula. In: Tóth M. (szerk.) *Gyümölcsészet*. 307-315. Primom Kiadó, Nyíregyháza.
40. Weaver, G.M. 1966. Response of peach varieties to blossom frost. *Fruit Varieties and Horticultural Digest*, 20: 66-68.
41. Wood, M.N. 1947. Almond culture in California. *Calif. Agr. Exp. Sta. Cir.* 103 p.

Frost tolerance of flower buds and flowers of almond cultivars on the field

SZALAY, L.¹, BELAY TEWELDEMEDHIN KELETA^{1,2}, BÉKEFI, ZS.²

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture, Department of Fruit Growing

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticulture, Fruit Research Centre

E-mail: szalay.laszlo@uni-mate.hu

Summary

Almond is one of the most frost-sensitive fruit species grown in Hungary. Thus, the success of cultivation, among many other factors, depends on the frost tolerance of cultivars. The frost tolerance database of almond cultivars is incomplete in the scientific literature. The study of the frost tolerance of six important Hungarian almond cultivars was started in 2008 at the SZIU Department of Pomology. The results of field frost damage observations are reported in this article. There were 10 different days with extremely low temperature during the study period that caused significant frost damage in the almond cultivars. Twice of them caused complete frost damage, no differences between cultivars could be detected at these times, so these data were omitted from the analysis. Of the eight study dates analysed in detail, five were in the dormant period of flower bud development, and three were in the flowering period. Differences between cultivars were more pronounced at times when the intensity of cooling was lower, or frost arrived at an earlier developmental stage of the trees. The order of the cultivars in terms of their frost tolerance was very similar, regardless of the time of cooling. Cultivars that showed better frost tolerance during the dormant period also had less damages during the flowering period. Of the cultivars examined, 'Tétényi keményhjú' was the most frost tolerant, based on the observation of natural frost damages. The 'Tétényi bőtermő' and the 'Tétényi rekord' proved to be the most frost-sensitive in this cultivar range, with almost identical frost damage values. The frost damage values of the 'Budatétényi 1', 'Tétényi kedvenc' and 'Budatétényi 70' cultivars were among the values of these cultivars.

Keywords: almond (*Prunus dulcis* Mill.), flower bud frost damage, flower frost damage, domestic cultivars

Szerzők

Szalay László (kapcsolattartó szerző) – PhD, egyetemi docens, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 - Budapest, Villányi út 29-43.

Belay Tewelmedhin Keleta – PhD hallgató, MATE, Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 - Budapest, Villányi út 29-43.

Békefi Zsuzsanna – PhD, tudományos főmunkatárs, MATE Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, 1223 - Budapest, Park u. 2.

Aeroszol részecskék kiülepedése és nehézfém-tartalma három fajaj fajtáinak levelein Budapesten

HROTÓ KÁROLY¹, GYEVIKI MÁRTA¹, SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA¹,
MAGYAR LAJOS¹, SZABÓ VERONIKA¹, HONFI PÉTER¹, MÉSZÁROS RÓBERT² és
KARDOS LEVENTE³

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet

² Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék

³ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet

E-mail: hrotko.karoly@uni-mate.hu

Összefoglalás

A városi fák levelei jelentős szerepet játszanak a légköri por kiülepedésében, s ezáltal hozzájárulnak a levegőtisztaság javulásához. Kutatómunkánk célja volt, hogy három gyakran telepített díszfa taxon (*Acer platanoides* 'Globosum', *Tilia tomentosa*, *Fraxinus excelsior* 'Westhof's Glorie') levelein kiülepedett por és a benne lévő nehézfémek mérésével kapjunk képet a különböző fajajok, -fajták légszennyezés-csökkentő képességéről. Eltérő környezeti kitettségű helyekről származó levélmintákat vizsgáltunk, forgalmas budapesti utak menti fasorokból, illetve kontrollként a MATE Budai Arborétumából gyűjtöttük be a mintákat. Mintavételre három kísérleti periódusban került sor: 2015 tavaszán, 2015 őszén, valamint 2016 őszén. Hetente egyszer, mindegyik taxon 5 kijelölt fájáról 6-6 levelet gyűjtöttünk a fák lombkoronájának alsó részéről, 2-3 méter magasságban.

A levélmintákról a kiülepedett port desztillált vízben áztatással, majd ultrahangos rázással választottuk le és lemértük. A lemosott port kiszáritás után koncentrált salétromsav – hidrogén-peroxid elegyében tártuk fel, és az így kapott kivonatból 5 fémet (Pb, Fe, Ni, Cu, Zn) határoztunk meg az AURORA AI 1200 AAS készülék segítségével, a nehézfém kiülepedés mértékét egységnyi (m²) levélfelületre vetítve határoztuk meg. A lerakódott szennyeződés eltávolítása után a mintaleveleket súlyállandóságig szárítottuk, majd az ICP AS készülékkel (ICP Thermo Jarrell Ash ICAP 61E) meghatároztuk a levelek ólom-, vas-, nikkel-, cink- és réztartalmát.

A 2015. évi mérések során a tavaszi és az őszi hónapok között a kiülepedett por mértéke mintegy háromszorosára növekedett a taxontól függően. Eredményeink alapján a legnagyobb porkiülepedést az ezüst hárs levelein mértünk, a korai juhar és a magas kőris fajták levelein a porkiülepedés szignifikánsan kisebb volt. A vizsgált taxonok fajtáinak levelein kiülepedett porban a nehézfémek mennyisége szignifikánsan különbözött. A legalacsonyabb nehézfém-kiülepedést

a kőrisfajta lombozatán mértük, ennél magasabb értékeket kaptunk a gömbjuhar, és mintegy kétszeres mennyiséget az ezüst hárs levelein. A nehézfém lerakódás mértéke nemcsak taxononként, hanem évszakonként is eltérően alakult. A vas és az ólom a vegetációs időszak végére közel tízszeresére halmozódhat fel a leveleken lerakódott porban, míg a nikkell, a cink és a réz mennyisége csökkent a tavaszi és az őszi méréseink között. Eredményeinkből arra következtethetünk, hogy a városi parkokban lévő fák környezeti haszna közel azonos mértékű a forgalmas utak mellett lévő fákéival, mivel a nehézfém szennyeződés megkötésére vonatkozó méréseink mindkét helyszínen hasonló eredményeket mutatnak.

Kulcsszavak: ezüst hárs, évszakos különbségek, légszennyezés, porkiülepedés, levelek pormegkötő képessége, korai juhar, magas kőris, térbeli különbségek

Bevezetés

Napjainkban megkülönböztetett figyelem irányul a városi levegő minőségére, mivel a légszennyezés mértéke olyan méreteket öltött, amely már súlyos egészségügyi és környezeti problémákhoz vezetett világszerte. A légszennyező anyagok számos forrásból kerülhetnek a városi levegőbe, de a legnagyobb mértékben az ipar, a fosszilis tüzelőanyagok elégetése, a közlekedés és az energia előállítás rontják a levegő minőségét. A városi légszennyezést leginkább befolyásoló légszennyezési forrás a városi gépjármű közlekedés, amely szén-dioxid (CO_2), különböző nitrogén-oxidok (NO_x), szén-monoxid (CO), és egyéb gáznemű vegyületek, illetve por, korom részecskék kijuttatása által okoz súlyos károsodást a városi épületeken, a zöldfelületen és a lakosság egészségi állapotában (Hosker és Lindbergh 1982; Davidson et al. 2005; Yang et al. 2005; Kampa és Kastanas 2008; Apeagyei et al. 2010; Lu et al. 2010; Zupancic et al. 2015). A járművek kerekeinek súrlódása és a fékezések során keletkező szennyeződésben a következő nehézfémek találhatók meg legnagyobb mennyiségben: ólom, cink, nikkell, vas és réz (Al-Khalifat és Al-Khashman 2007; Christoforidis és Stamatidis 2009; Apeagyei et al. 2010; Lu et al. 2010). Minél nagyobb a városi forgalom, annál nagyobb az aeroszol részecskék légköri mennyisége, ami majdnem minden esetben megnövekedett nehézfém szennyezéssel is jár (Hosker és Lindbergh 1982; Apeagyei et al. 2010; Lu et al. 2010; Simon et al. 2011). A növények levelein kiülepedett porban számos alkotóelemet lehet kimutatni, mint például különböző méretű részecskéket (PM, particulate matter), nem gáznemű alkotóelemeket, szénvegyületeket, különböző fémeket, pollent és talajrészecskéket. A por és a benne lévő részecskék a levegővel belélegezve és az emberi szervezetbe bejutva súlyos légúti és érrendszeri megbetegedést okoznak (Davidson et al. 2005). A közlekedésből származó szennyezőanyagokkal együtt a természetes és az antropogén forrásokból származó légszennyeződésekben Hoodaji et al. (2012) az alábbi legfontosabb nehézfémeket találták: Fe, Al, Pb, Zn, Ti, Mn, Cu, V, Ni, Cr.

Napjainkban széles körben alkalmazzák a növényeket a környezeti állapot figyelésére (bio-monitoring). A növényminták kémiai analízise hasznos és egyszerű módja a városi levegőminőség felmérésének (Jensen et al. 1992; Jim és Chen 2008; Petkovšek et al. 2008; Balasooriya et al. 2009; Sæbø et al. 2012; Simon et al. 2011, 2014; Badamasi 2017). Ezekben a vizsgálatokban a fák kiemelt szereppel bírnak, hiszen hosszú élettartamuk miatt a mintavétel ismétlésére is lehetőséget biztosítanak. A lágyszárú növényzethez viszonyított nagy levélfelületüknek köszönhetően képesek

jelentősen hozzájárulni a légszennyezés csökkentéséhez (Jo és McPherson 1995; Yang et al. 2005; Jim és Chen 2008). A fák rendkívül hatékonyak az apró méretű részecskék megkötésében, ezáltal javítva a városi levegő minőségét (Beckett et al. 2000a,b). Számos kutatás irányult arra, hogy összehasonlítsa különböző fajokok levegőminőség javító képességét. Beckett et al. (2000b) arra a következtetésre jutottak, hogy a fenyőfélék leveleinek finom, komplex szerkezete a magyarázat arra, hogy a *Pinus nigra* és a \times *Cupressocyparis leylandii* számottevően több szennyezőanyagot kötött meg a levelein, mint a lombhullató fák. A lombhullató fák közül Simon et al. (2011) eredményei alapján az *Acer platanoides* és a *Populus alba*, Aksoy és Demirezen (2006) ajánlása alapján pedig a *Fraxinus excelsior* lehetnek alkalmasak bio-indikátor növénynek. A levélen kiülepedett nehézfémek mennyiségét az adott időjárási viszonyokon (szél és csapadék mennyisége) és az aeroszol részecskék méretén kívül nagymértékben befolyásolja a növényzet morfológiai sajátossága is (Beckett et al. 2000b; Yuan et al. 2009; Sæbø et al. 2012; Mori et al. 2015, Chaudhary és Rathore 2018). Meghatározó lehet a levél felépítése, formája, felszíne, a levél szőrözöttségének mértéke, a sztómák mérete és sűrűsége (Tomašević és Aničić 2010; Simon et al. 2014; Mori et al. 2015). Beckett (2000a), Mori et al. (2015) és Simon et al. (2014) arra az eredményre jutottak, hogy a szőrözöttebb levelű növények, így például a *Elaeagnus* \times *ebbingei*, a *Celtis occidentalis* jelentősen több port és szennyeződést kötnek meg a levelek felszínén, mint a sima levélfelülettel rendelkező *Padus serotina* (syn. *Prunus serotina*) és *Quercus robur*. A levelek vizsgálata során az is kiderült, hogy a nagyon finom, antropogén eredetű szennyeződésekkel származó részecskék a sztómák körül sűrűbben rakódnak le (Sæbø et al. 2012; Simon et al. 2014). Tomašević és Aničić (2010) kimutatták, hogy a növények levelein kiülepedett nagyon apró (<2 μm), és nagyobb méretű (50 μm <) szennyező részecskék egyaránt felelősek a levelek megnövekedett hőmérsékletéért, a gyenge fényelnyelésért és ezáltal a fotoszintetikus kapacitásuk romlásáért.

Városainkban a legnagyobb lombfelülettel a sorfák és parkfák rendelkeznek (Jo és McPherson 1995; Yang et al. 2005). Ahhoz, hogy ennek a lombfelületnek a légtisztító kapacitását felbecsülhessük, minél több városi faj és -fajta *in situ* és laboratóriumi vizsgálatára van szükség, hogy a fajonként és fajtánként eltérő egyedi levélméretek, levélfelszíni sajátosságok, sztóma-szerkezet megismerésével pontosabb képet alkothassunk ezen taxonok városi levegőt tisztító hatásáról (Beckett et al. 1998, 2000b; Yang et al. 2005; Nowak et al. 2006; Jim és Chen 2008). Kutatómunkánk során azt a célt tűztük ki, hogy megvizsgáljuk három gyakori faját, a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.), a korai juhar (*Acer platanoides* L.) és az ezüst hárs (*Tilia tomentosa* Moench) fajtáinak por- és nehézfém megkötő képességét Budapest különböző területein.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat Budapesten végeztük, ahol az átlagos évi középhőmérséklet 11,8 °C, a napsütéses órák száma 2010, az évi átlagos csapadék mennyisége 516 mm, melynek nagy része május-június hónapokban és ősszel esik (www.met.hu). A vizsgált fákat négy helyszínről választottuk ki a pesti és budai oldalról egyaránt, törekedve arra, hogy a mintavétel reprezentatív legyen.

Az első mintavételi helyszínt a MATE Budai Arborétumában jelöltük ki. Az arborétum jellemzően alacsony városi forgalommal terhelt környezet, ahol egyes fák kora eléri a 120 évet is. Az arborétumból mindhárom taxon kijelölt egyedeiről gyűjtöttünk levelet, és ezeket a mintákat kontrollként kezeltük (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgált minták elnevezése helyszínenként és taxonok szerint, valamint a legközelebbi levegőminőség ellenőrző állomás megnevezése

Fafaj	Mintavételi helyszín			
	Budai Arboretum	Krisztina körút	Andrássy út	Karolina út
<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Acer</i>	<i>Acer</i>		
'Globosum'	Arbor	Krisztina		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Fraxinus</i>		<i>Fraxinus</i>	
'Westhof's Glorie'	Arbor		Andrássy	
<i>Tilia tomentosa</i>	<i>Tilia</i>			<i>Tilia</i>
Moench.	Arbor			Karolina
Legközelebbi levegőminőség vizsgáló állomás (OLM)	PM (Buda1) Kosztolányi	PM (Buda 2) Széna tér	PM (Pest) Erzsébet	PM (Buda1) Kosztolányi

Table 1. Studied tree species by sampling locations, and the nearest reference stations of Hungarian Air Quality Network (HAQN)

A második helyszín Budán, a Krisztina körút közelében volt, ahol korai juharról (*Acer platanoides* L. 'Globosum') szedtünk mintát. A közeli körút forgalma miatt ez a helyszín erősen szennyezettnek minősül. A harmadik helyszín a város pesti oldalán, a nagy forgalomnak kitett Andrássy út mentén helyezkedik el, ahonnan magas kőrös (*Fraxinus excelsior* L. 'Westhof's Glorie') fákról gyűjtöttük a mintáinkat. A negyedik mintavételi helyszín Budán, a szintén nagy forgalmú Karolina út mellett volt, ahol ezüst hárs (*Tilia tomentosa* Moench) leveleket szedtünk.

A helyszínek közül három nagy forgalmú út mellett található, míg a negyedik vizsgálati helyszínnek a viszonylag védett Budai Arboretumot választottuk. Mivel a vizsgálatok során a levegőminőségre vonatkozó adatokat az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) adatbázisa szolgáltatta (www.levegominoseg.hu), így a levélgyűjtésre kijelölt helyszíneket úgy terveztük meg, hogy 2 kilométeres távolságon belül legyenek a legközelebbi mérőállomástól (1. táblázat). A vizsgálatokhoz olyan taxonokat választottunk, amelyek nemcsak Budapesten, de Közép-Kelet-Európa egyéb nagyvárosaiban is gyakran telepített városi fafajok, illetve fajták (Szaller et al. 2014).

A mintavételt csapadékmentes napon végeztük, mindegyik helyszínről azonos időpontban, három periódusban gyűjtöttük a mintákat. Az első mintavételi periódusban, a 2015. május 6. és június 17. közötti időszakban hetente egyszer gyűjtöttünk levélmintákat (19. - 25. hét). A második mintavételi időszak 2015. október 30-tól november 12-ig tartott (44. - 46. hétig). A vizsgálataink harmadik szakaszában 2016. október 5. és október 19. között gyűjtöttük hetente a leveleket (40. héttől a 42. hétig). A levélmintákat egységesen a fák koronájának alsó részéről, körülbelül 3 méteres magasságból szedtük. Minden vizsgált taxon esetében helyszínenként öt, nagyjából azonos korú fáról gyűjtöttünk, fánként hat darab levélmintát a korona minden oldaláról. A leszedett leveleket papírtasakokba helyeztük, és azonnal az egyetem vizsgálati laboratóriumába szállítottuk. Mindhárom taxon esetében meghatároztuk a levélfelületek nagyságát ADC BioScientific Ltd Area Meter AM350

készülékkel, valamint mértük a levelek felületére kiülepedett por mennyiségét. A levélmintákat 250 cm^3 mennyiségű desztillált vízzel lemostuk, majd 20 órán át áztattuk és 10 perc ultrahangos rázásnak tettük ki. A mintákat leszűrtük és elvégeztük a szűrletek kémiai analízisét (Braun et al. 2007, Margitai és Braun 2005a, b; Margitai et al. 2005). Ezt követően a szűrleteket bepároltuk és a visszamaradt anyagot koncentrált salétromsav- és hidrogén-peroxid elegyében tártuk fel, az így kapott kivonatból 5 fémet (Pb, Fe, Ni, Cu, Zn) határoztunk meg AURORA AI 1200 AAS készülékkel (Braun et al. 2007; Margitai és Braun 2005a, b; Margitai et al. 2005). A lemosást követően a leveleket szárítószekrényben súlyállandóságig szárítottuk, majd a levelek örleményét $105\text{ }^\circ\text{C}$ -on 10 ml salétromsavban (HNO_3) és 4 ml 30% -os hidrogén-peroxid-oldatban feltártuk és az oldatból határoztuk meg az egyes fémek mennyiségét ICP atom-abszorpciós készülékkel (ICP Thermo Jarrell Ash ICAP 61E).

Mivel a kiülepedett por Hofman (2014) szerint 90%-ban, Baidourela és Zhayimu (2015) szerint 93-97%-ban a PM10 frakcióba tartozik, ezért a különböző vizsgálati időszakokban a por mennyiségének összehasonlításához és az adatok elemzéséhez az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) állomásain az adott időszakban mért PM10 aeroszol mennyiségeket használtuk (3. ábra). A légszennyezettségi adatokat a tervezett mintavételi napokat megelőzően négy hétre visszamenőleg elemeztük és tüntettük fel. A levélzetre kiülepedett por mennyiségét a csapadék adatokkal is összevetettük, ahol az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján, a mintavételi napokat megelőző hét nap csapadékösszegét adtuk meg (4. és 5. ábra).

A levelekről lemosott port és a benne lévő nehézfém szennyeződés mennyiségét egy négyzetméter levélfelületre vonatkoztatva határoztuk meg (mg m^{-2}), a számításokhoz az átlagos egyedi levélfelületeket vettük alapul. A levélminták lemosás utáni nehézfém tartalmát a minták szárazanyagtartalmához viszonyítva adtuk meg (mg kg^{-1}).

A különböző taxonok és mintavételi helyszínek összehasonlíthatóságának érdekében a mintavételi napjait ismétlésnek tekintettük. Az adatokat az SPSS program ANOVA tesztjének segítségével elemeztük ki. A táblázatokban feltüntetett, egymástól szignifikánsan eltérő ($p=0,05$) értékeket eltérő betűvel jelöltük. A 2015 tavaszi időszak (19-25. hét) porkiülepedési eredményeit heti bontásban grafikusán is ábrázoltuk (2. ábra).

Eredmények és értékelésük

A fák lombozatán kiülepedett por mennyisége a vizsgálati időszakokban

A statisztikai analízis a három mintavételi időszak szignifikáns hatását igazolta a levelekre ülepedett por mennyiségére. A három díszfa taxon átlagában a 2015. tavasz és 2016. őszi időszakban $86,30 - 86,47\text{ mg m}^{-2}$ porlerakódást mértünk, míg a 2015. őszi időszakban több, mint háromszoros ($270,21\text{ mg m}^{-2}$) volt a leveleken lerakódott por (1. ábra). Az eredményeket összehasonlítva a különböző helyszíneken a levegőben az adott időszakban mért PM10 ($10\text{ }\mu\text{m}$ -nél kisebb aeroszol részecskék) koncentrációval (2. ábra), szembetűnő, hogy a 2015. őszi nagy porlerakódási adatok jól tükrözik a légkörben mért extrém magas PM10 koncentrációt.

1. ábra. A levelekről lemosott por mennyisége a három vizsgálati időszakban (mg m^{-2})
(az átlagokat Tukey-teszt segítségével hasonlítottuk össze)

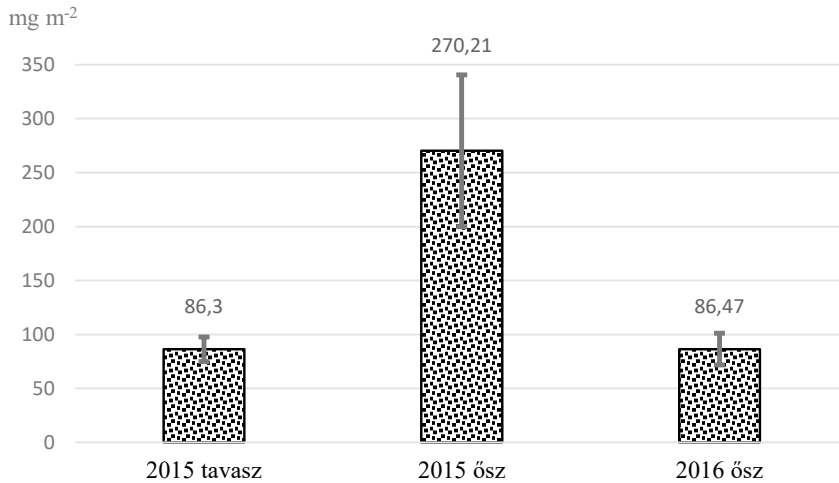


Figure 1. Dust deposition washed off from leaves in Budapest (mg m^{-2}): average of all samples
(means are separated by Tukey's test)

2. ábra. A PM10 aeroszol heti átlagos koncentrációja a vizsgálati időszakokban
az OLM budapesti mérőállomásainak adatai alapján

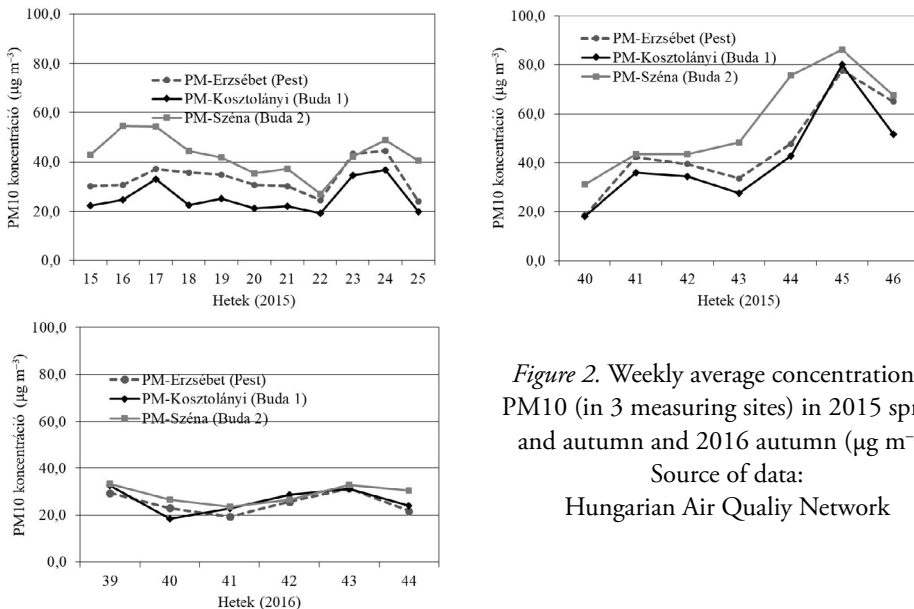


Figure 2. Weekly average concentration of PM10 (in 3 measuring sites) in 2015 spring and autumn and 2016 autumn ($\mu\text{g m}^{-3}$).

Source of data:
Hungarian Air Quality Network

A 2015. tavaszi időszakban a PM10 koncentráció a légkörben $19 - 54 \mu\text{g m}^{-3}$ volt, 2016 őszén az értékek $18 - 33 \mu\text{g m}^{-3}$ között alakultak, míg 2015 őszén a 44 – 45. héten a riasztási értékhez közeli (volt a PM10 koncentráció (2. ábra)). Ebben valószínűleg a hosszabb hideg időszak miatt megindított fűtési szezon is közrejátszott. Habár a porkiülepedés a PM10-nél kisebb és nagyobb méretű részecskéket is tartalmazhat, úgy véljük, hogy összehasonlítva a légköri PM10 koncentrációjával, eredményeink megerősítik Beckett et al. (2000b), Mori et al. (2015), Sæbø et al. (2012) és Simon et al. (2014) véleményét, miszerint a porkiülepedés jól jelzi a légköri PM10 aeroszol koncentrációját.

A csapadék mennyisége is befolyásolhatja a leveleken kiülepedő por mennyiségét, ahogy ezt Nowak et al. (2006) és Mori et al. (2015) vizsgálatai kimutatták. A mintavételi időszakok havi csapadékmennyiségének összehasonításában nem találtunk jelentős különbséget, viszont a mintavételi heteket megelőző heti csapadékösszegekben már figyelemre méltó tendenciát találtunk. A 2015. őszén a mintavételi heteket (44-46. hét) megelőző hetek szinte csapadékmentesek voltak (1,1 mm csapadék 3 hét alatt, 3. ábra), amelyhez egy magas légköri PM10 koncentráció társult (2. ábra), befolyásolva az extrém magas pormennyiség kiülepedését. Ezzel szemben a 2016. októberi havi csapadékösszeg átlagos volt, és a PM10 koncentráció is alacsonyabb volt (2. ábra), így átlagos porkiülepedés mutatkozott.

3. ábra. A mintavételt megelőző hetek csapadékmennyisége 2015 őszén
(forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat)

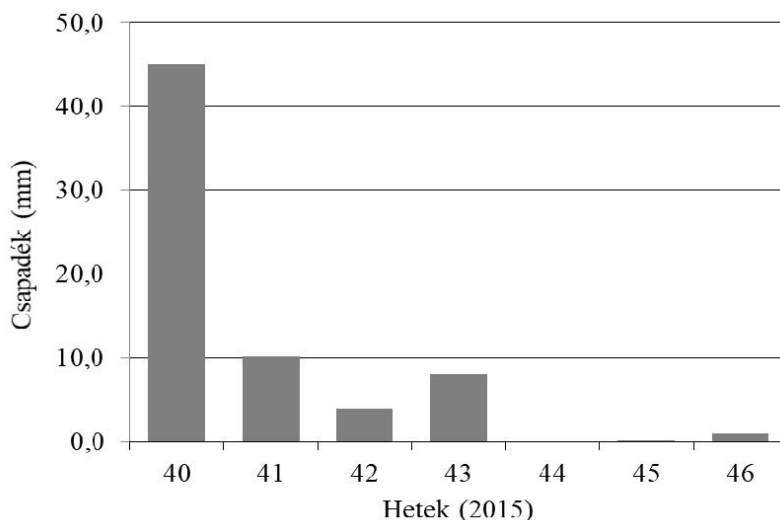


Figure 3. Weekly precipitation in autumn sampling weeks of 2015.
Source of data: Hungarian Meteorological Service

A levélzetre kiülepedett por mennyiségének alakulása a 2015 tavaszi mintavételi időszakban

A 4. ábrán bemutatjuk a 2015. május 5. és június 17. közötti héthetes mintavételi időszakban (az év 19. és 25. hete) a fajok levelén kiülepedett por heti adatait. Az értékek három párhuzamos mérésből származó eredményeket képviselnek, a heti adatokból statisztikai elemzést nem végeztünk. A kiülepedett por mértéke sajátos tendenciát mutatott (4. ábra). Az ezüst hárs levelein mért por mennyisége a 21. hétig emelkedett, majd a 24. hétig folyamatosan csökkent, mígnem elérte a 21 héten mért por mennyiségének megközelítőleg a felét. A korai juhar és a magas kőris fajták levelein mért por mennyisége a 20. hétig emelkedett, majd mindkét taxon esetében csökkenni kezdett a 24. héten mért közel 1/3 mértékig. A mintavételi időszak utolsó hetétől kezdve mindhárom vizsgált taxon esetében növekedő tendencia figyelhető meg a levélzetre kiülepedett por mennyiségében.

4. ábra. A budapesti városi fák levelein lerakódott por mennyiségének alakulása 2015. év 19. és 25. hete között (mg m^{-2})

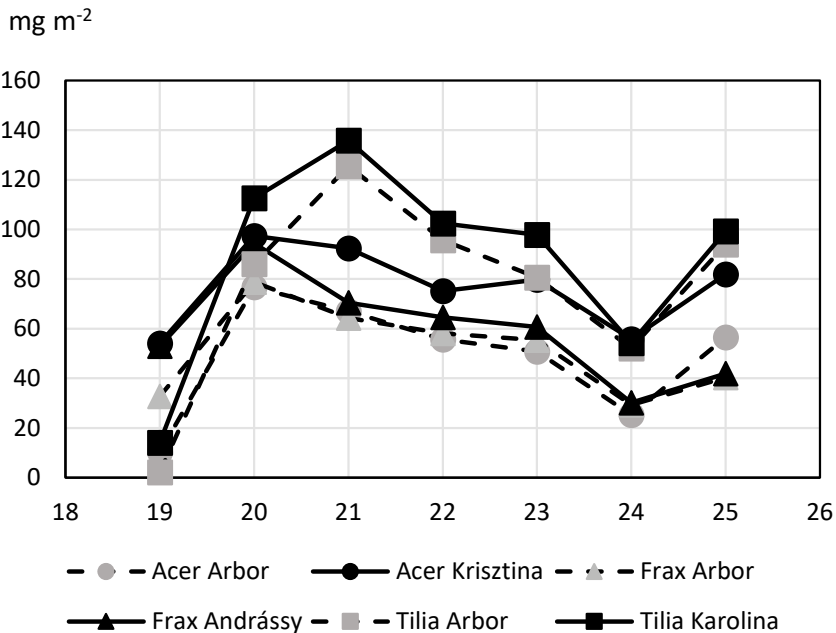


Figure 4. Course of dust deposition on leaves of urban trees in Budapest from 19th to 25th week of 2015 (mg m^{-2})

Összevetve a 4. ábrán bemutatott heti porkiülepedési eredményeket az 5. ábra heti csapadékösszegeivel, jól látható, hogy a 21. és 24. mintavételi heteket megelőző heti csapadékmennyiség kiugróan magas volt, ami okozhatta azt, hogy a 21. és 24. hét közötti porkiülepedés a felére, harmadára csökkent.

5. ábra. A mintavételt megelőző hetek csapadékmennyisége 2015. tavaszán
(forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat)

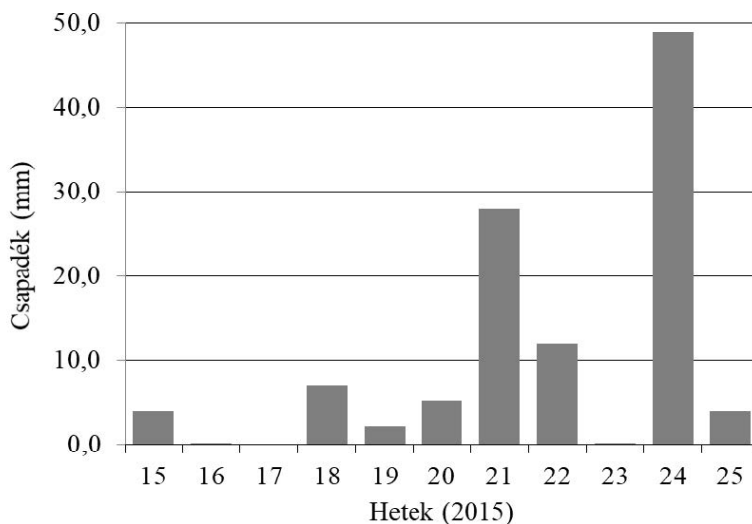


Figure 5. Weekly precipitation in spring sampling weeks of 2015.
Source of data: Hungarian Meteorological Service

Ez a jelentős ingadozás azt is mutatja, hogy a por kiülepedése folyamatos az év folyamán, de dinamikusan változó a mérhető mennyiség. A leveleken levő por egy része a csapadékkal lemosva a csatornákbá, valamint a talajra, illetve a talajba kerül. Az őszi levelek viszont a talajban lebontva vagy komposztálva a port a talajba juttatják, ahonnan a pornak egy része a felszínről a széllel ismét a légkörbe kerül.

A fajok, illetve fajták szerepe a por kiülepedésében

A három vizsgálati időszak összes mintájában a taxonok között nem mutatkozott szignifikáns különbség, mivel a 2015. őszi nagy porlerakódás elfedte a fajok hatását, ezért a fajok fajtáinak különböző helyszínen mért eredményeit a két átlagos porlerakódású időszak (2015. tavasz és 2016. ősz) adataival külön elemeztük (2. táblázat).

A 2015. tavaszi és nyári, valamint a 2016. őszi mintavételi időszakból származó levélmintákról lemosott összes szennyezőanyag mennyiségében szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk a különböző taxonoknál (2. táblázat). A legmagasabb értékeket a nagy forgalmú Karolina út melletti ezüst hársakról begyűjtött levélmintákon mértük, míg legkevesebb por a Budai Arborétumban lévő korai juhar és magas kóris fajták levelein rakódott le. E két utóbbi fajta különböző vizsgálati helyszínekről származó levélmintáin kiülepedett por mennyisége között nem volt szignifikáns eltérés. A 2015 őszi (44. héttől a 46. hétig magas PM10 koncentráció) levélmintákon viszont 224 és 381 mg m⁻² porkiülepedést mértünk, sem a helyszínek, sem a fajok között nem volt szignifikáns különbség.

2. táblázat. A levelekről lemosott por mennyisége taxonként és vizsgálati helyszínenként a 2015 tavaszi és a 2016 őszi időszakban (mg m^{-2})

Mintavétel	<i>Acer</i> Arbor		<i>Acer</i> Krisztina		<i>Fraxinus</i> Arbor		<i>Fraxinus</i> Andrássy		<i>Tilia</i> Arbor		<i>Tilia</i> Karolina		Átlag
Tavaszi 2015	66,5	ab	88,3	abc	67,1	ab	76,5	ab	102,5	bcd	116,9	bcd	86,3
Ősz 2016	81,8	ab	81,3	ab	58,6	a	72,6	ab	94,5	abc	130,0	d	86,5
Átlag	74,2	a	84,8	ab	62,8	a	74,6	a	98,5	bc	123,5	c	

Megjegyzés: az átlagokat Tukey teszttel hasonlítottuk össze, az azonos betűkkel jelölt értékek szignifikánsan nem különböznek ($p=0,5$).

Table 2. Dust deposition washed off from leaves of different species in Budapest (mg m^{-2}): average of samples from spring 2015 and autumn 2016. (column 1 – Sampling season, 2015 spring, 2016 autumn)

A levelekre kiülepedett por mennyiségében nem találtunk szignifikáns különbséget a kertvárosi környezetben lévő Budai Arborétum fái és a gépjárműforgalommal erősen terhelt utak sorfái között. Simon et al. (2014) szintén nem mért eltérő porkiülepedést városi és falusi környezetben levő fákön. Ebből arra lehet következtetni, hogy a gépjárműforgalomtól távolabbi parkok, zöldterületek fái hasonló képességgel járulnak hozzá a városi légtér tisztításához, mint a forgalomhoz közeli sorfák.

Eredményeink megerősítik azokat a szakirodalmi adatokat, melyek szerint a fafajok levelein kiülepedő por mennyiségében jelentősek a különbségek (Beckett et al. 2000a, b; Kretinin és Selyanina 2006; Yuan et al. 2009; Sæbø et al. 2012; Simon et al. 2014; Mori et al. 2015; Chen et al. 2016). A 2015. őszén mért igen magas porkiülepedés mellett a taxonok között nem találtunk szignifikáns különbségeket, amit arra vezetünk vissza, hogy a levelek porfelfogó képessége egy bizonyos szint után telítődik. Sæbø et al. (2012) a korai júhar levelén kisebb mennyiséget (100 mg m^{-2}), a magas kőris levelén pedig $80 - 130 \text{ mg m}^{-2}$ mennyiséget mértek, mindkét faját kevésbé hatékonyak minősítve a pormegkötés tekintetében. Ezzel szemben Kretinin és Selyanina (2006) a pormegkötő képesség tekintetében a korai júhart gyengének, a magas kőrist közepes pormegkötő képességűnek minősítették, noha az általuk mért értékek (7 mg m^{-2} és $41,5 \text{ mg m}^{-2}$) alacsonyabbak az általunk mértékhez viszonyítva. Simon et al. (2014) 20 és 150 mg m^{-2} pormennyiséget mértek a sima levélfelületű kései meggy, a mezei júhar és a kocsányos tölgy fajoknál, míg az erősen szőrözött levelű nyugati ostorfa levelén 400 mg m^{-2} porkiülepedést találtak, megközelítőleg hasonlóan a mi adatainkhoz. Az ezüst hárs levelén mért nagyobb porkiülepedés feltehetően összefüggésben van a fafajra, illetve fajtáira jellemző molyhosan szőrös levélfelülettel. Habár az ezüst hárs leveleinek pormegkötő képességét más szerzők még nem vizsgálták, Kretinin és Selyanina (2006) szintén nagy pormegkötő képességről számolt be az európai hárs és a nagylevelű hárs esetén, $464,6 \text{ mg m}^{-2}$ és $313,6 \text{ mg m}^{-2}$ mennyiséget mértek. Hasonlóan magas (224 és 381 mg m^{-2}) értékeket mértünk mi is 2015. őszén, amikor a PM10 koncentrációja kiemelkedően magas volt Budapesten. Az ezüst hárs esetében eredményeink jelentik az első mért adatot a faj kiemelkedő pormegkötő képességéről, ami feltehetően a molyhosan szőrös levélfelületnek köszönhető, de további vizsgálatokat tartunk szükségesnek a levelek gázcsereváltásainak szerepével kapcsolatban, amelyre Mori et al. (2015) hívták fel a figyelmet. Ez a fajfa szárazság- és hőterhelésének (Tóth et al. 2015) köszönhetően hasznos lehet a településfásításban.

A budapesti városi fák levelein lerakódott porban lévő nehézfémek mennyisége

A vizsgált nehézfémek mennyisége a három mintavételi időszakban szignifikáns különbségekkel sajátos tendenciát mutatott (3. táblázat). Az ólom és a vas esetében az őszi időszakokból származó mintákban volt szignifikánsan nagyobb mennyiség, míg a legnagyobb nikkel, cink és réz kiülepedést a tavaszi mintákban mértünk. A statisztikai elemzés a vizsgált mintákban a taxonok és a különböző helyszínek szignifikáns hatását igazolta.

3. táblázat. A nehézfémek mennyisége a budapesti fák leveléről lemosott porban (mg m^{-2}) a három mintavételi időszakban (2015. tavasz, 2015. ősz és 2016. ősz)

Időszak	Pb	Fe	Ni	Zn	Cu
2015 tavasz	1,14 a	0,40 a	9,44 c	3,49 b	1,54 b
2015 ősz	7,23 b	6,30 c	2,14 a	2,71 b	0,58 a
2016 ősz	5,29 b	4,71 b	6,63 b	1,68 a	0,31 a

Table 3. HM deposition washed off from leaves in Budapest (mg m^{-2}) in three sampling seasons (spring 2015, autumn 2015 and 2016). (column 1 – Sampling season, 2015 spring, 2015 autumn, 2016 autumn)

Eredményeink arra utalnak, hogy a nehézfémek mennyisége a lerakódott porban időben különbözhet, amire tekintettel kell lennünk, ha a szálló por nehézfémtartalmának követésére (Hoodaji et al. 2012) szeretnénk használni a leveleken lerakódott port. A nehézfémek változó mennyiségének másik oka lehet, hogy ezen elemek, illetve vegyületeik az esővízzel könnyebben kimosódnak, vagy a szél elviszi ezeket (Mori et al. 2015). Ezzel szemben az ólom és a vas mennyisége az őszi levélmintákról lemosott porban volt mindig nagyobb, amiből arra következtetünk, hogy ezek az elemek könnyebben felhalmozódnak a levelekre kiülepedett porban. Összehasonlítva a 2015. tavaszi, valamint az őszi levélminták eredményeit (3. táblázat), szembeötlő, hogy a tavaszi mintákhoz viszonyítva a vas és ólom mennyisége mindkét őszen 5-15-szörös volt, míg a cink, nikkel és réz mennyisége csökkent. Ezek az adatok egyértelműen jelzik, hogy az ólom és a vas felhalmozódott a kiülepedett porban. Mivel ezt a jelenséget az ólom és a vas koncentrációjának az őszi porban jelentkező különbsége is okozhatja, illetve a levélfelszín és a nehézfémek között kialakuló, egyelőre ismeretlen kölcsönhatás is szerepet játszhat, ebben a vonatkozásban további vizsgálatokat tartunk szükségesnek.

A legnagyobb mennyiségű nehézfémet a Karolina útról származó ezüst hárs levélmintákon kiülepedett porban mértünk, ezt követték szignifikáns különbség nélkül a Budai Arborétumban gyűjtött ezüst hárs levélminták (4. táblázat). Legkevesebb nehézfémet mutattunk ki a korai juhar és a magas kőris Budai Arborétumban gyűjtött levélmintáin kiülepedett porban, míg ugyanezen taxonoknak a forgalommal terhelt helyszínről (Karolina út) származó levélmintáin a vas, ólom és réz mennyisége átmeneti értékeket mutatott szignifikáns különbség nélkül. Megállapíthatjuk, hogy a nehézfémek adszorbeálásában leghatékonyabb az ezüst hárs volt, amelyet a korai juhar és a magas kőris követett mindegyik mintavételi időszakban (4. táblázat).

4. táblázat. A lemosott por nehézfém-tartalmának alakulása díszfák különböző helyszínekről származó levélmintáin a mintavételi időpontok átlagában (mg m^{-2})

Fafaj/helyszín	Acer Arbor		Acer Krisztina		Fraxinus Arbor		Fraxinus Andrássy		Tilia Arbor		Tilia Karolina	
Pb	3,33	a	4,34	ab	3,21	a	3,20	a	6,45	ab	6,79	b
Fe	2,15	a	4,17	ab	2,37	a	3,54	ab	4,50	ab	6,10	b
Ni	4,11	a	5,60	a	3,59	a	3,67	a	9,4	b	10,16	b
Zn	1,68	a	2,44	a	1,56	a	1,8	a	3,75	b	4,54	b
Cu	0,55	a	0,82	ab	0,40	a	0,50	a	1,22	b	1,36	b

Megjegyzés: az átlagokat Tukey-tesztel hasonlítottuk össze, az egyes sorokban azonos betűvel jelölt értékek szignifikánsan nem különböznek ($p=0,5$)

Table 4. HM deposition washed off from leaves (mg m^{-2}) of different species sampled in different locations in Budapest

Eredményeink megerősítik Nowak et al. (2006), Simon et al. (2011, 2014) és Mori et al. (2015) véleményét, akik szintén jelentős fafajok közötti különbségekről számoltak be, másrészt megerősítik Yuan et al. (2009) álláspontját, akik úgy vélik, hogy a fák levélzetének por- és nehézfém megkötő képessége számottevően hozzájárul az egészséges települési környezethez. Az ólom mennyisége a magas kőris leveleken 2015. tavaszán hasonló volt az Aksoy és Demirezen (2006) által Törökországban mért értékekhez, viszont az őszi levélmintákon mindkét évben jóval nagyobb mennyiséget mértünk. A korai juhar és az ezüst hárs levelein való nehézfém-kiülepedésre nem találtunk adatot a szakirodalomban, így vizsgálatainkat és eredményeinket (4. táblázat) az első, módszeresen mért vizsgálati eredménynek tekinthetjük.

A budapesti fák leveleiben mért nehézfémek mennyisége

A különböző fafajtaokról és eltérő gyűjtési helyszínekről származó levélmintákban a por lemosása után a levélszövet nehézfém-tartalma elemenként sajátosan alakult (5. táblázat). Mivel az eltérő gyűjtési helyszínekről származó levélminták nehézfém-tartalma között nem volt szignifikáns különbség, a helyszínek adatait átlagolva csak az őszi és a tavaszi mintavételből származó minták eredményeit mutatjuk be. Szembetűnő, hogy a vas és az ólom mennyisége lényegesen nagyobb az őszi levélmintákban a tavasziakhoz viszonyítva. A fafajokat összehasonlítva az ezüst hárs kivételével nem találtunk eltérést az egy időben gyűjtött levelek vas és ólom tartalma között. Ezzel szemben a kőris levelek nikkeltartalma tavasszal magasabb volt a többi mintához viszonyítva, míg a cink tartalom a magas kőris tavaszi, illetve a korai juhar mindkét mintájában mutatott a többihez viszonyítva magasabb értékeket.

5. táblázat. A fajták levelének nehézfém-tartalma a kiüledett por lemosása után 2015. őszén és tavaszán (mg kg^{-1})

Fafaj	<i>Acer platanoides</i> 'Globosum'		<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhof's Glorie'		<i>Tilia tomentosa</i>	
	tavasz	ősz	tavasz	ősz	tavasz	ősz
Pb	0,80 a	1,69 b	0,89 a	1,54 b	0,88 a	2,11 c
Fe	147,00 ab	248,00 c	112,00 a	218,00 bc	127,00 a	285,00 c
Ni	1,17 a	0,92 a	1,97 b	1,06 a	1,30 ab	1,30 ab
Zn	32,60 b	32,30 b	30,60 b	22,70 a	19,30 a	20,85 a
Cu	13,03 a	14,70 a	11,56 a	12,90 a	26,10 a	15,40 a

Megjegyzés: az átlagokat Tukey-tesztel hasonlítottuk össze, az egyes sorokban azonos betűvel jelölt értékek szignifikánsan nem különböznek ($p=0,5$)

Table 5. Leaf tissue HM content (mg kg^{-1}) of urban trees in Budapest in spring 2015 and autumn 2015

A korai juhar leveleiben Uhrin és Supuka (2018) Nyitrán hasonló mennyiségű vasat talált tavaszszal, az őszi mintáinkban viszont több vas mutatkozott. Az ólomtartalom mindkét időszakban alacsonyabb volt Budapesten, míg a cink és a réz mennyisége csaknem kétszeres volt. Hrotkó et al. (2014) cseresznyefák levelében a májusi eredményeinkhez hasonló mennyiségű vasat mért, míg az őszi levélmintáink vastartalma jelentősen magasabb volt. Eredményeink (a nikkelt kivételével) összhangban vannak Guha és Mitchell (1966), Kim és Fergusson (1994), Tomašević és Aničić (2010), valamint Popović et al. (2010) eredményeivel, akik úgy találták, hogy az év folyamán a levelek öregedésével májustól őszig a vas, nikkelt és az ólom mennyisége folyamatosan növekszik, míg a cink és réz koncentrációja fokozatosan csökken. Az általunk vizsgált korai juhar levelekben a vas mennyisége őszre 60%-kal, míg az ezüst hárs levelében csaknem kétszeresére nőtt. Hasonlóképpen az ólom mennyisége mindhárom taxon levélmintáiban közel kétszeresére nőtt. A két nehézfém, a vas és az ólom megnövekedett mennyisége a levélmintákban megerősíti Hoodaji et al. (2012) álláspontját, miszerint a kiüledett vas és ólom egy részét a levelek felveszik, míg a cink- és rézvegyületek kioldódva a csapadékvízzel a felszínre, illetve a talajba kerülnek.

Tomašević és Aničić (2010), valamint Popović et al. (2010) is úgy találták, hogy a vegetáció folyamán az ólom felhalmozódása a levelekben rendszeres és szabályos volt. Aznar et al. (2009) feltételezték, hogy az ólom, mint a növényekben jelen levő nem esszenciális elem részben méregtelenítő folyamatok eredménye. Hovmand et al. (2009) a lucfenő, míg Tomašević és Aničić (2010) vadgesztenye levelében vizsgálták az ólom eredetét és úgy találták, hogy kevesebb, mint 2%-át veszik fel a gyökerek, s mintegy 98% légköri eredetű. Ezek az adatok is alátámasztják azt a véleményünket, hogy az őszi levelekben talált magasabb ólom- és vastartalom zömmel a leveleken kiüledett szálló porból származik, noha a kis mennyiségben gyökéren történő felvétel (Piczak et al. 2003) sem zárható ki.

Eredményeink megerősítik Popović et al. (2010) és Tomašević et al. (2011) véleményét, miszerint a levélminták vizsgálata alkalmas eszköz lehet a légkör ólomszennyezettségének monitorozására, de hangsúlyozni kell, hogy erre elsősorban az őszi levélminták alkalmasak. Másrészt viszont

a légköri nikkel-, cink- és rézszenyezetttség követésére a levélminták használatát nem javasoljuk. Eredményeink alapján a vizsgált taxonok közül a korai juhar és az ezüst hárs levélminták vizsgálata javasolható a légköri ólom- és vasszenyezetttség követésére, Aksoy és Demirezen (2006) véleményével szemben a magas kőris erre kevésbé alkalmas.

Összegzés: Összefoglalva megállapítható, hogy az aeroszol részecskék kiülepedésével és nehézfém tartalmával kapcsolatos eredményeink új megvilágításba helyezik a városi fák környezeti szolgáltatóképességével kapcsolatos eddigi ismereteinket. A kiülepedett por mennyisége a PM10 aeroszol részecskék légköri koncentrációjával, valamint a csapadékviszonyok függvényében változik az év folyamán. A vizsgált fafajok levelei különböző adszorbeáló képességgel rendelkeznek a por tekintetében, habár az extrém magas PM10 koncentráció esetén a fafajok közötti különbségek csökkennek. Vizsgálataink elsőként szolgáltatnak módszeresen mért adatokat az ezüst hárs por- és nehézfém adszorbeáló képességéről, a faj mindkét vonatkozásban a legeredményesebbnek bizonyult. Eredményeink más szerzőket megerősítve igazolták, hogy a vas és az ólom mennyisége a leveleken kiülepedett porban felhalmozódik, míg a többi (cink, nikkel és réz) elemnél ez nem jelentkezett. A nehézfémeknek ezt a sajátosságát figyelembe kell venni, ha a kiülepedett por vizsgálatát a légkör nehézfém-szenyezettségének követésére kívánjuk felhasználni. Az őszi levélmintákban a lemosott levélszövet megemelkedett vas- és ólomtartalma nagy valószínűséggel a kiülepedett porból származik, így ez a paraméter jól használható a légkör ólom- és vasszenyezetttségének követésére.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a kutatómunka támogatásáért a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal OTKA 109109 és 10936 projektjeinek, valamint az Emberi Erőforrások Minisztériuma által adott Felsőoktatási Kiválósági Program (NKFIH-1159-6/2019) ösztöndíjának a Szent István Egyetemen folyó növényi nemesítés és növényvédelmi kutatások támogatásért.

Felhasznált irodalom

1. Aksoy, A. and Demirezen, D. 2006. Fraxinus excelsior as a Biomonitor of Heavy Metal Pollution. Polish Journal of Environmental Studies, 15(1): 27-33.
2. Apegyei, E., Bank, M.S. and Spengler, J.D. 2010. Distribution of heavy metals in road dust along an urban-rural gradient in Massachusetts. Atmospheric Environment, 45(13): 2310-2323.
3. Aznar, J.C., Richer-Lafèche, M., Bégin, C. and Bégin, Y. 2009. Lead Exclusion and Copper Translocation in Black Spruce Needles, Water Air and Soil Pollution, 203(1-3): 139-145.
4. Badamasi, H. 2017. Biomonitoring of Air Pollution Using Plants. MAYFEB Journal of Environmental Science, 2: 27-39.
5. Baidourela, A. and Zhayimu, K. 2015. Patterns of Dust Retention by Urban Trees in Oasis Cities. Nature Environment and Pollution Technology, 14(1): 53-57.
6. Balasooriya, W.K., Samson, R., Mbikwa, F., Vitharana, U.W.A., Boeckx, P. and Van Meirvenne, M. 2009. Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical and chemical leaf characteristics. Environmental and Experimental Botany, 65: 386-394.
7. Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H. and Taylor, G. 2000b. Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. Global Change Biology, 6: 995-1003.

8. Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H. and Taylor, G. 1998. Urban woodlands: their role in reducing the effects of particulate pollution. *Environmental Pollution*, 99(3): 347-360.
9. Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H. and Taylor, G. 2000a. Effective tree species for local air quality management. *Journal of Arboriculture*, 26: 12-19.
10. Braun M., Margitai Z., Leermakers M. és Finsy R. 2007. Néhány erdélyi település környezeti állapotának jellemzése a falevelekre lerakódott por vizsgálata alapján. *Anyagvizsgálatok Lapja*, 17(1): 27-35.
11. Chaudhary, I.J. and Rathore, D. 2018. Phytomonitoring of dust load and its effect on foliar micromorphological characteristics of urban trees. *Plantica – Journal of Plant Science*, 2(3): 170 –179.
12. Chen, L., Liu, C., Zou, R., Yang, M. and Zhang, Z. 2016. Experimental examination of effectiveness of vegetation as bio-filter of particulate matters in the urban environment. *Environmental Pollution*, 208: 198-208.
13. Christoforidis, A. and Stamatis, N. 2009. Heavy metal contamination in street dust and roadside soil along the major national road in Kavala's region, Greece. *Geoderma*, 151(3-4): 257-263.
14. Davidson, C.I., Phalen, R.F. and Solomon, P.A. 2005. Airborne Particulate Matter and Human Health: A Review, *Aerosol Science and Technology*, 39(8): 737-749.
15. Guha, M.M. and Mitchell, R.L. 1966. The trace and major element composition of the leaves of some deciduous trees, *Plant and Soil*, 24(1): 90-112.
16. Hofman, J., Bartholomeus, H., Calders, K., Van Wittenberghe, S., Wuyts, K. and Samson, R. 2014. On the relation between tree crown morphology and particulate matter deposition on urban tree leaves: A ground-based LiDAR approach. *Atmospheric Environment*, 99: 130-139.
17. Hoodaji, M., Ataabadi, M. and Najafi, P. 2012. Biomonitoring of airborne heavy metal contamination. In Khare, M. (Ed.) *Air Pollution-Monitoring, Modelling, Health and Control*. InTech. 97-122.
18. Hosker, R.P.Jr. and Lindbergh, S.E. 1982. Review: Atmospheric deposition and plant assimilation of gases and particles. *Atmospheric Environment*, 16(5): 889-910.
19. Hovmand, M.F., Nielsen, S.P. and Johnsen, I. 2009. Root uptake of lead by Norway spruce grown on 210Pb spiked soils, *Environmental Pollution*, 157(2): 404-409.
20. Hrotkó, K., Magyar, L., Borsos, G. and Gyeviki, M. 2014. Rootstock Effect on Nutrient Concentration of Sweet Cherry Leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 37(9): 1395-1409.
21. Jensen, S., Eriksson, G., Kylin, H. and Strachan, W.M.J. 1992. Atmospheric pollution by persistent organic compounds: monitoring with pine needles. *Chemosphere*, 24: 229-245.
22. Jim, C.Y. and Chen, W.Y. 2008. Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China). *Journal of Environmental Management*, 88(4): 665-676.
23. Jo, H.K. and McPherson, E.G. 1995. Carbon Storage and Flux in Urban Residential Greenspace. *Journal of Environmental Management*, 45: 109-133.
24. Kampa, M. and Castanas, E. 2008. Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2): 362-367.
25. Kim, N.D. and Fergusson, J.E. 1994. Seasonal variations in the concentrations of cadmium, copper, lead and zinc in leaves of the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). *Environmental Pollution*. 86(1): 89-97.
26. Kretinin, V.M. and Selyanina, Z.M. 2006. Dust Retention by Tree and Shrub Leaves and Its Accumulation in Light Chestnut Soils under Forest Shelterbelts. *Eurasian Soil Science*, 39(3): 334-338.
27. Lu, X., Wang, L., Li, L., Lei, Y.K., Huang, L. and Kang, D. 2010. Multivariate statistical analysis of heavy metals in street dust of Baoji in NW China. *Journal of Hazardous Materials*, 173: 744-749.
28. Margitai Z. és Braun M. 2005a. Falevelekre rakódott por mennyiségének meghatározása turbidimetriás módszerrel. *Műszeres Analitika*, 4: 127-128.
29. Margitai Z. és Braun M. 2005b. Nyolc európai város légszennyezettségének vizsgálata falevelekről gyűjtött por elemösszetételének diszkriminancia analízisével. *Magyar Kémiai Folyóirat*, 111(1): 38-41.
30. Margitai Z., Braun M. és Posta J. 2005. Légszennyezettség jellemzése a falevelekre ülepedett por szervesetlen komponenseinek elemzése alapján. *Műszeres Analitika*, 2: 61-64.

31. Mori, J., Sæbø, A., Hanslin, H.M., Teani, A., Ferrini, F., Fini, A. and Burchi, G. 2015. Deposition of traffic-related air pollutants on leaves of six evergreen shrub species during a Mediterranean summer season. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(2): 264-273.
32. Nowak, D.J., Crane, D.E. and Stevens, J.C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban forestry & urban greening*, 4(3): 115-123.
33. Petkovšek, S.A.S., Batič, F. and Lasnik, C.R. 2008. Norway spruce needles as bioindicator of air pollution in the area of influence of the Šoštanj Thermal Power Plant, Slovenia. *Environmental Pollution*, 151 (2): 287-291.
34. Piczak, K., Leśniewicz, A. and Żyrnicki, W. 2003. Metal concentrations in deciduous tree leaves from urban areas in Poland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 86(3): 273-287.
35. Popović, D., Todorović, D., Aničić, M., Tomašević, M., Nikolić, J. and Ajtić, J. 2010. Trace elements and radionuclides in urban air monitored by moss and tree leaves. in *Urban Air Monitored by Moss and Tree Leaves, Air Quality*, Ashok Kumar (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/9755. Available from: <https://www.intechopen.com/books/air-quality/biomonitoring-of-trace-elements-and-radionuclides-in-urban-air>
36. Sæbø, A., Popek, R., Nawrot, B., Hanslin, H.M., Gawronska, H. and Gawronski, S.W. 2012. Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Science of the Total Environment*, 427: 347-354.
37. Simon, E., Braun, M., Vidic, A., Bogyó, D., Fábíán, I. and Tótmérés, B. 2011. Air pollution assessment based on elemental concentration of leaves tissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna. *Environmental Pollution*, 159(5): 1229-1233.
38. Simon, E., Baranyai, E., Braun, M., Cserhádi, C., Fábíán, I. and Tóthmérés, B. 2014. Elemental concentrations in deposited dust on leaves along an urbanization gradient. *Science of the Total Environment*, 490: 514-520.
39. Szaller, V., Szabó, V., Sütöriné D.M., Magyar, L. and Hrotkó, K. 2014. *Urban Alley Trees in Budapest. Plants in Urban Areas and Landscape*, Slovak Agricultural University, Nitra, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture, 27-30.
40. Tomašević, M. and Aničić, M. 2010. Trace element content in Urban tree leaves and SEM-EDAX characterisation of deposited particles. *Facta Universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology*, 8(1): 1-13.
41. Tomašević, M., Aničić, M., Jovanović, L.J., Perić-Grujić, A. and Ristić, M. 2011. Deciduous tree leaves in trace elements biomonitoring: A contribution to methodology. *Ecological indicators*, 11: 1689-1695.
42. Tóth, E.GY., Juhász, Á., Sütöriné, D.M., Steiner, M. and Hrotkó, K. 2015. Leaf gas exchange characteristics of drought stressed linden trees. *Applied Ecology and Environmental Research*, 13(4): 1109-1120.
43. Uhrin, P. and Supuka, J. 2018. Adaptability assessment of Norway maple (*Acer platanoides* L.) on urban environment in Nitra town. *Plants in Urban Areas and Landscape Conference*, Nitra Agricultural University, 8-9 November 2017. (in press)
44. Yang, J., McBride, J., Zhou, J. and Sun, Z. 2005. The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. *Urban Forestry & Urban Greening*, 3: 65-78.
45. Yuan, Q., Dongsheng, G., Weiwei, S. and Kangyou, H. 2009. Capture of heavy metals and sulfur by foliar dust in urban Huizhou, Guangdong Province, China. *Chemosphere*, 75: 447-452.
46. Zupancic, T., Westmacott, C. and Bulthuis, M.S. 2015. The impact of green space on heat and air pollution in urban communities: a meta-narrative systematic review. *Publication of David Suzuki Foundation*, Vancouver, BC, Canada. 67.
47. www.levegominoseg.hu
48. www.met.hu

Foliar dust and heavy metal deposit on leaves of urban trees in Budapest (Hungary)

HROTKÓ, K.^{1*}, GYEVIKI, M.¹, SÜTÖRINÉ, D.M.¹, MAGYAR, L.¹, SZABÓ, V.¹, MÉ-
SZÁROS, R.², HONFI, P.¹ and KARDOS, L.³

¹Institute of Landscape Architecture, Urban Planning and Ornamental Horticulture,
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

²Department of Meteorology, Eötvös Loránd University

³Institute of Environmental Science, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

E-mail: hrotko.karoly@uni-mate.hu

Summary

This work aims to study dust deposition and the heavy metal (HM) content on leaves of urban trees (*Acer platanoides* L. 'Globosum', *Fraxinus excelsior* L. 'Westhof's Glorie' and *Tilia tomentosa* Moench.) in order to estimate the capacity of the trees to remove dust and HM from the air. Leaves were collected from the Buda Arboretum and from different streets with heavy traffic in Budapest, Hungary during 2015 and 2016. On each site 6 leaves from the total of five trees were collected from the height of 2 to 3 meters. Dust deposits on the leaves were removed by soaking the fresh foliage in distilled water for 20 hours then washed with ultrasound shaking. Afterwards, the leaves were dried to constant weight, then digested in nitric acid – hydrogen peroxide treatment. The Pb, Fe, Ni, Zn and Cu content was measured by using an inductively coupled plasma (ICP AS) spectrometer. The removed dust deposit was dried and after a similar digestion treatment the Pb, Fe, Ni, Zn and Cu content was measured using an AURORA AI 1200 AAS appliance. The HM deposit was calculated in mg m⁻² leaf surface area. In 2015 the amount of foliar dust deposit from spring to autumn increased from 86.3 to 270.2 mg m⁻². The most efficient tree species in trapping dust on their leaves was the silver linden (98.5-123.5 mg m⁻²), followed by the Norway maple (74.2-84.8 mg m⁻²) and the common ash (62.8-74.6 mg m⁻²). The deposit of HM elements showed seasonal differences: the quantity of Fe and Pb deposit on autumnal leaves increased five to ten-fold, while other heavy metals did not show accumulation. The silver linden with its pubescent (hairy) leaf surface proved to be most efficient in trapping and retaining dust and heavy metals. The 60 to 100 % higher Pb and Fe content of autumnal leaves indicate that, over the season, leaves may absorb Fe and Pb from the foliar dust. Our results confirmed that foliar dust is a potential indicator for monitoring the HM content in the air. We also show that foliar dust deposits should be considered when estimating the capacity of urban trees to clean the air.

Keywords: *Acer platanoides*, air pollution, *Fraxinus excelsior*, heavy metal content of leaves, *Tilia tomentosa*, urban trees

Szerzők:

Hrotkó Károly (kapcsolattartó szerző) – DSc, ny. egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Gyevíki Márta – PhD, egyetemi adjunktus, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

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

Magyar Lajos – tanszéki mérnök, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Szabó Veronika – PhD, egyetemi adjunktus, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Honfi Péter – PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Mészáros Róbert – PhD, egyetemi docens, ELTE, Meteorológiai Tanszék, 1117, Budapest, Pázmány Péter sétány, 1/A.

Kardos Levente – PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

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 természetcserepekbe (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 törzsmérvőjének vegetációs növekedése 2015-ben és 2016-ban

Termesztési rendszer (2)	Törzsmérvő 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 találtak 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 (RWU). 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

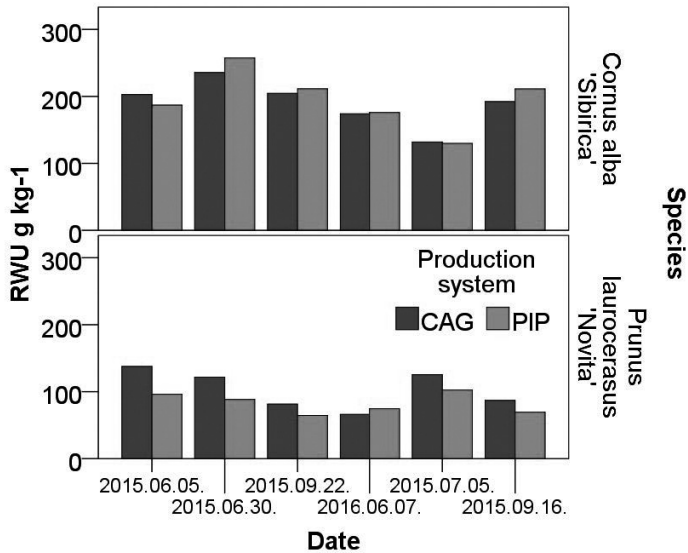


Figure 3. Development of relative water use (RWU g kg⁻¹)

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

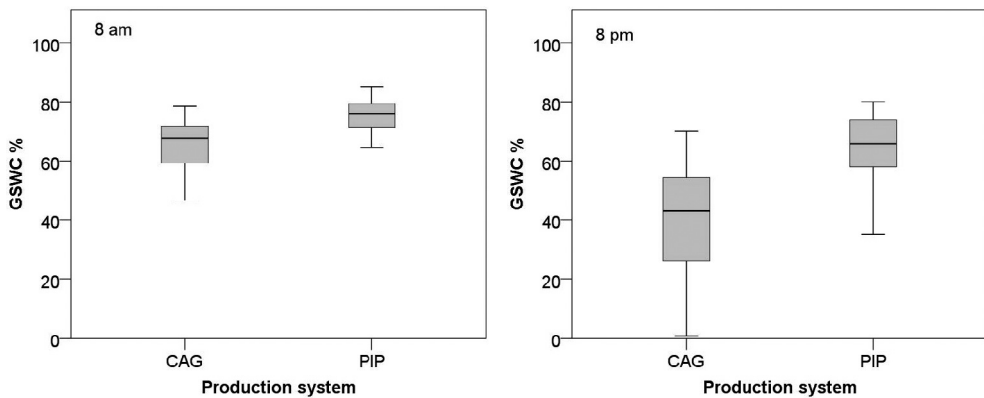


Figure 4. Daily variation in gravimetric soil water content (GSWC) of the different production systems (CAG; PIP) (5l)

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

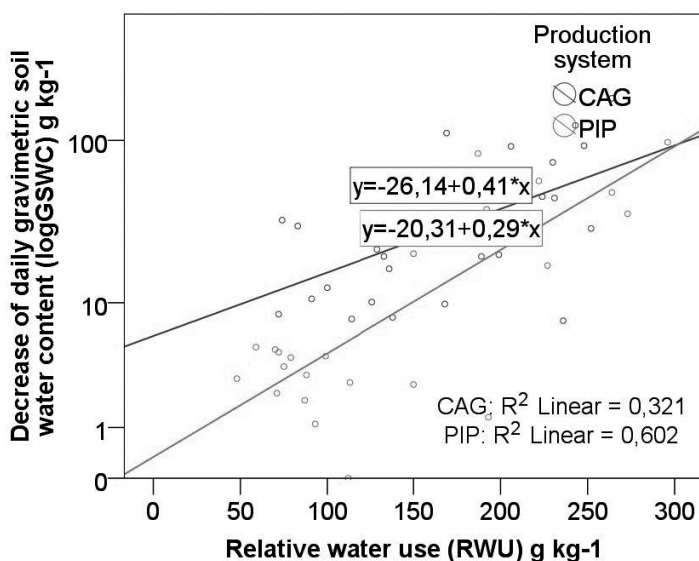


Figure 5. Relationship between gravimetric soil water content (GSWC) and relative water use (RWU)

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

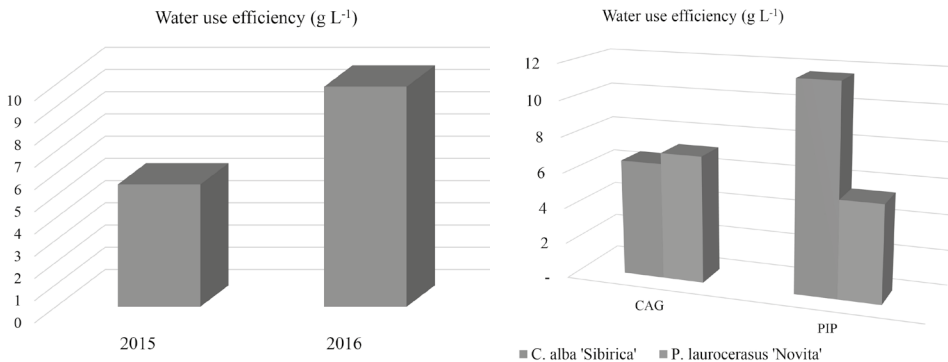


Figure 6. Water use efficiency of the year and the production system

Eredmények értékelése, következtetések

Az évjárathatás meteorológiai okai

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

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 évjárathatás 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 fajsík 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 mezőgazdáknek, 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.

Kolorimetrikus feltételrendszeren és műszeres mérésen alapuló, szabadföldi használatra is alkalmas rózsaszírom-színrendszer

BORONKAY GÁBOR

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Budatétényi Rózsakert

E-mail: boronkay.gabor@fruitresearch.naik.hu

Összefoglalás

A szabadföldi rózsza (*Rosa* × *hybrida* hort.) fajták virágszínének tipizálására egy új, szintani mérésen és számításon alapuló színrendszert dolgoztunk ki. A jelenleg létező szín szabványokkal szemben (ARS/WFRS, UPOV) ez kolorimetrikusan kiegyensúlyozott, alkalmas számításon alapuló automatizált színbeazonosításra, de gyakorlatias is: a fajták virágszínét műszer nélkül, szabadföldön is ellenőrizni lehet. Összesen 131 színosztályra volt szükség az összes felmerülő szíromszín leírásához, ez 1054 tétel 8072 színén és 79 660 mérésen alapul. A színrendszer a következő általunk definiált kromatikus feltételeknek tesz eleget: 1) Minden színkategóriát egy rózsaszíromon mért és átlagolt szín jellemez CIE L*a*b* szintérben. 2) A szomszédos színkategóriák közötti CIEDE₂₀₀₀ szabványú színtávolság limitált ($5 < \Delta E_{00} < 7$); 3) A színkategóriáknak ki kell tölteniük a lehetséges szíromszínek által meghatározott színteret, nem fordulhat elő üres térrész. Ez ellenőrizhető, tekintve, hogy a színkategóriák elméleti maximális mérete (az ide sorolt színek közötti legnagyobb kromatikus differencia) számítható, értéke $\Delta E_{00} = 12,12$ (a=7 oldalú hexaéder testátlója alapján); 4) Egy új színkategória kialakításának a feltétele, hogy a mért, új rózsaszírom-szín messzebb álljon, mint $\Delta E_{00} = 6$ a hozzá legközelebb álló színkategóriától. Felesleges viszont egy kategória, ha nem található hozzá egyetlen olyan mért szín sem, mely csak ehhez a kategóriához áll közel ($\Delta E_{00} < 6$); 5) Mintavételezési bizonytalanság miatt előfordul a rendszerből éppen csak kimaradó színkategória, ezért egy kalkulált toleranciaértékkel (szíromszíneken belüli átlagos ΔE_{00} 10%-a) $\Delta E_{00} = 5,8$ -ra csökkenthető a 4) pont limitértéke. A kialakított osztályok a következő paraméterekkel jellemezhetőek: szabványosított színnév, az osztály középértékét jellemző kolorimetrikus paraméterek, színcsoportok, RHS színkártyáknak megfelelő kódolás, referencifajták.

Kulcsszavak: szabadföldi rózsza, virágszín, CIEDE2000, színtávolság, osztályozás

Bevezetés

Dísznövény fajtagyűjteményeknél a fajtaazonosság biztosítása - különösen tömeges felszaporítás esetén - kulcskérdés. Ebből a szempontból az egyik legtöbb problémát a termesztett vagy kerti róza (*Rosa × hybrida* hort.) jelenti, mivel ennek a kertészeti csoportnak a fenológiai variabilitása kiemelkedően nagy. Ez annak köszönhető, hogy a fajták többszörösen hibridizálódott allopoloid fajok kombinációi (Fougère-Danezan et al. 2015) és több mint ötezer év nemesítése áll a fajták mögött. A fajták bizonyos esetekben alig különböznek egymástól, máskor a különbség olyan nagy mérvű, hogy jócskán túlmutat a faj kategóriáján is, ami nehezé teszi az összehasonlítást.

A fajtabeazonosítás nem képzelhető el szabadföldön, terepen is jól használható fajtaleírások nélkül. Ez róza esetén kiemelkedően igaz a szíromszínre. Munkánk során azonban úgy találtuk, hogy erre a fajtaregisztrációban szereplő nemesítői leírások (American 2014) eltérő kidolgozottságuk miatt alkalmatlanok. A színleírást szabványosítani kívánó ARS (American Rose Society), illetve WFRS (World Federation of Rose Societies) színszabványa azonban (Young és Schorr 2007) alig 18 osztályt tartalmaz, ez nem elegendő a fajták megkülönböztetéshez, míg az UPOV (Union Internationale Pour la Protection des Obtentions Végétales) leíró szabvány (UPOV 2010) színekkel foglalkozó pontjai a Royal Horticulture Society (RHS) színkártya gyűjteményén (Royal 2015) alapulnak, mely matematikailag nem szisztematikus, kolorimetrikusan nem definiált, számtalan nagy színteltségű szín hiányzik belőle, élőnyelvi elnevezés helyett pedig sematizált kódokat használ. Mivel a szíromszínek és a kártyaszínek szinte soha nem egyeznek tökéletesen, a helyes leíráshoz az RHS kártyaszínek kolorimetrikus paramétereinek inter- és extrapolálására lenne szükség, ami azonban nem lehetséges, mivel a színkártyáknak nincsenek hivatalosan megadott színparaméterei.

Ezt a problémát felismerve kezdtük meg a rózsavirágok tipizálását egy gyakorlati célú virágmorfológiai osztályzás részeként. A már korábban publikált hasonló rendszer (Boronkay 2016), még nem közvetlen műszeres mérésen alapult, és a kolorimetrikus feltételrendszere is lazább volt, de alapvető vázát képezi az itt publikált színosztályozásnak.

Célkitűzés

Olyan matematikailag megalapozott rózsavirág-színrendszert kívántunk kidolgozni, mely mért szín-adatok alapján automatizálható besorolásra is alkalmas, de terepen, műszer nélkül is értelmezhető. A színrendszertől elvárt tulajdonságok a következők: 1) objektív: a színosztályok kolorimetrikusan definiáltak és referencifajtákkal jellemezhetőek; 2) vizuálisan kiegyenlített: a színosztályok számát és azok középértékét kolorimetrikus szabályok határozzák meg; 3) gyakorlat-orientált: a rendszer limitált részletgazdagsága biztosítja a színek terepi elkülöníthetőségét; 4) nyelviileg definiált: az egyes színosztályokhoz logikus, szabványokon alapuló nyelvi elnevezések tartoznak.

Irodalmi áttekintés

A téma nemzetközi irodalma meglehetősen szegényes, hiszen tudományos alapokon nyugvó színrendszert dísznövényre - tudomásunk szerint - eddig még senki sem készített. A rózsatermesztésben is csupán két szabvány létezik melyet a nemesítők és az American Rose Society (ARS), mint nemzet-

közi fajtaregisztráló szervezet használ, az egyik az 1938–41-ben kiadott, a kor nyomdatechnikájának csúcspontján álló kertészeti színsvábvány (British 1938–41) melyet már csak informálisan használnak, és a társaság saját hivatalos 18 kategóriás színrendszere (Young és Schorr 2007).

Számtalan publikáció található azonban a plasztiszok és a festékpigmentek biokémiai tulajdonságairól, de ezeknek nincsenek a gyakorlati fajta-identifikációban hasznosítható eredményei. Brubaker (2001) a rózsán előforduló színekről közölt laikusok számára is érthető áttekintést, de matematikai háttér és innovatív tartalom nélkül. De Vries et al. (1974) a karotenoidok, antocianidok és flavonoidok, főként pedig a pelargonidin öröklődésmentével és nemesítési szerepével foglalkozott. Későbbi publikációjában (De Vries et al. 1980) pedig a pigmentek genetikai háttérét vizsgálta. A festékpigmentek kialakulásának biokémiáját és genetikáját Ogata et al. (2005) tanulmányozta. Uddin et al. (2001) - bár nem rózsán, hanem *Eustoma grandiflora* virágán - a virágpigmentek génextpressziójában a fény és a cukor szerepét vizsgálta. Gonnet (1998) a szirmok antocián tartalma, a társpigmentek és a CIE színsvábványok közötti összefüggést értékelte, Mol et al. (1998) pedig általánosságban vizsgálta a pigmenteket. Ferrante et al. (2010) a virágszín és a szírom-öregedés mintázatát nézte, míg Eugster és Fischer (1991) a pigmentek kémiai háttérét publikálta. Különösen sokat foglalkoztak a transzgenikus kék rózsá előállításához szükséges pigmentekkel, és azok genetikájával, például lásd Gonnet (2003), Katsumoto et al. (2007), vagy Heszky (2015) publikációit.

Ezek alapján el lehet mondani, hogy a kolorimetrikusan megalapozott rózsá szíromszínrendszer teljesen önálló fejlesztés, nem állítható párhuzamba semmilyen általunk ismert projekttel. Saját munkánkban ugyanakkor számtalan esetben dolgoztunk CIEDE₂₀₀₀ alapú szintávolságméréssel és az azon alapuló színértékeléssel, például Boronkay et al. (2009) esetén a virág élettartama alatti fakulás dinamikáját vizsgáltuk, később (Boronkay 2015) a virág öregedésénél fellépő kromatikus differenciát értékeltük. A rózsá színrendszer kialakításáról, és annak speciális problémáiról először 2016-ban publikáltunk (Boronkay 2016), azután ezt grafikusán mutatuk be (Boronkay 2017). Ezek az előtanulmányok még koloriméterrel bemért nyomtatott színekártyákon alapultak. 2019-ben viszont már terepi mérések alapján dolgoztuk ki az új színrendszer alapjait (Boronkay 2019), de a használt lazább kolorimetrikus szabályrendszer még nagy szerepet engedett a pszichológiai színérzékelésnek.

Anyag és módszer

Helyszín

Az összes mérést Budapesten, a Budatétényi Rózsakertben végeztük, a Park utca 2. / Nagytétényi út 188-190. címen. Előzetes vizsgálatok azonban 2014-ben Törökbálinton is folytak, Márk Gergely magánemesítő kertjében. Ez a mára felhagyott ingatlan Törökbálint, Malom dűlő 1. számon volt megtalálható.

Időpont

A műszeres szíromszín-mérések ideje 2018-ban V. 7-16. illetve VII. 3. - IX. 15., 2019-ben IV. 30. - V. 13. illetve V. 21. - VI. 11., 2020-ban pedig V. 18. - VI. 19. volt. Ennek alapján a 2018-as mérés a nyári értékeket, a 2019-es és 2020-as pedig a fővirágzás szíromszínét mutatja. Minden évben a legkorábbi mérések az egyszer virágzó taxonokra vonatkoznak, a második mérési hullám pedig a tömeges adatfelvételezés ideje volt.

A színfelvételezést napfényes nyáron, 20-32 °C közötti napi maximális léghőmérséklet mellett vettük fel, a hűvös időben fellépő antocián koncentráció, illetve a kánikula idején megfigyelhető antocián leépülés (kifakulás) elkerülésére. Szeptember második felétől a méréseket kizártuk, mert itt már fellépett jól mérhető színváltozás.

Műszer

A kolorimetrikus méréseket Konica-Minolta 600d spektrokoloriméterrel végeztük, D65 (napfény) megvilágítás és 10° megfigyelői szabvány szerint, diffúz 8° SCE (becsillanás-mentes) méréssel. A szirmokat egyenként felfektettük egy fehér műanyag lapra, hogy megszüntessük az áttetszőségüket, és azon mértük a színt. A műanyag lap színe CIE L*a*b* rendszerben 96,6 / 0,25 / -3,57 volt, ez használtan (cseréig) 94,4 / 0,34 / -1,19 értékre romlott. Ez CIE L*C*h₃₃ szabvány szerint 96,6 / 3,6 / -119° illetve 94,4 / 1,24 / -107,3° érték.

Mintavételezés

A Budatétényi Rózsakertben az összes fajtaazonos rózsatétel virágszínét lemértük, ha szírommérete a 8 millimétert meghaladta, így 1054 génbanki tételről van színadatunk. Összesen 8072 színen 79660 műszeres szíromszín mérést végeztünk.

Minden évben mértük a virágszirom színi (felső - alsó) felszínét és a fonáki oldalát (alsó - külső felszín). A mérés ideje az éppen kinyílt, fajtára jellemző alakú virág volt, ez a 6. virágfenológiai fázis Boronkay és Jámborné (2009) alapján. Ennek jellemzője, hogy mind a porzók, mint a termők már differenciálódtak, működőképeseek, és a porzók még nem száradnak. Amennyiben a fajta tarkának bizonyult, a fonákon maximum 2, a színi oldalon 3 színt mértünk be. Monokromatikus szirmok esetén csak 1-1 helyen történt színmérés. Minden esetben egy színmérés 10 egyedi mérést jelent, melyeket a kiugró értékek kizárása után átlagoltunk.

2018-ban kiegészítő méréseket is végeztünk a kifejlett, de még nem nyíló bimbó külső felületén. 2019-ben pedig a potenciális színeződés megállapítására az éppen nyílásban lévő bimbó szírmának belső, színi oldalát is lemértük. Ennek az a jelentősége, hogy ezáltal az elméletileg legmagasabb szinteltségű, fakulást még egyáltalán nem mutató szíromszíneket is meghatározhattuk, így nagyobb színvariabilitással dolgozhattunk, mint amit a jelenleg létező rózsafajták látható virágszíne ad. Ezen kívül esetlegesen mértük az elnyílás legelején járó szírom színét is, ha az fajtameghatározó bélyegnek tűnt, például a kékre fakuló 'Rose-Marie Viaud' és a lilásbarnává színeződő 'Edith Holden' fajtákon.

Adatkizárás

Először azokat az adatokat zártuk ki, ahol technikai probléma volt, a mért színspektrum bármelyik ponton is 0 értéket adott. Továbbiakban azokat az értékeket néztük meg, ahol a szín CIE L* illetve C* értéke 10 mérésénél $\sigma > 4$ (szórás) és $|\beta_1| > 2,5$ (ferdeség) volt, vagy h^* esetén ezek duplája. Előfordult, hogy színátmenet miatt volt magas a szórás, ilyenkor a mérést elfogadtuk, egyébként azonban az indokolatlanul kiugró értékeket, a virágszínként nem létező színeket (foltbetegség, szállítónyaláb, szőrzet színe) kizártuk. Ahol 5 alá csökkent színenként a ki nem zárt adat (10-ből), ott az egész mérési sort kizártuk. A mért adatok 1,85%-a (2018) 1,49%-a (2019) illetve 0,69%-a (2020) került kizárára.

Színrendszer szabványok

A kromatikus adatokat a műszer közvetlenül CIE (Commission Internationale de l'éclairage) $L^*a^*b^*$ színterében adta meg. Itt L^* : világosság, a^* : zöld-vörös és b^* : kék-sárga tengely. A feldolgozott adatokat ebből közvetlenül számítható poláris koordináta-rendszerű CIE $L^*C^*h^*$ (L^* : világosság; C^* : színteltség; h^* : színezet [°]) formába számítottuk át, mivel ez rendszer áll legközelebb az emberi színlátáshoz. Az összefüggés a következő: $C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$; $h^*=\arctan(b^*/a^*)$ (Gonnet 1998). Saját tapasztalataink alapján a h^* fokban megadott értékét a könnyebb számíthatóság érdekében az általunk kidolgozott (Boronkay 2018) h^*_{33} formában írtuk fel. Ennek algoritmusai: $h^*_{33}=h^*-33^\circ$ majd h^*-360° ha $h^*>180^\circ$. Ezek szerint $h^*_{33}=0^\circ$ a neutrális vörös színnek felel meg, a hideg színek pedig negatív értékek lesznek, így megszűnik a $360^\circ/0^\circ$ nehezen értelmezhető törés (helyette $-180^\circ/180^\circ$ lesz a türkiz színeknél). Minden más tulajdonságában a hivatalos h^* és a h^*_{33} azonos.

A színtávolság (kromatikus differencia) mérésére a jelenleg használt legkomplexebb, nemlineáris $CIEDE_{2000}$ szabványt (Central 2001) használtuk, melynek dimenziója ΔE_{00} .

Szoftverek

A rendkívül összetett $CIEDE_{2000}$ számításra saját készítésű, online elérhetővé tett „Colour Conversion Centre V4.0c” szoftvert használtuk (Boronkay 2020), mely elsősorban Sharma et al. (2005) munkáján alapul. A szoftver hitelességét jelzi számtalan olyan tudományos munka, ahol felhasználták, például Paulson (2018) jégmadár toll színeződésénél és Day (2016) a teknős páncél konzerválásánál dolgozott vele. Tekintve, hogy a szíromszínek közötti viszonyok tisztázására igen nagy $CIEDE_{2000}$ mátrixokat kellett generálni, ezért egy automatikus mátrix-generáló szoftvert is készítettünk, „CCCAutoMatrix” elnevezéssel, mely a Colour Conversion Centre algoritmusaival dolgozik, és V1.1 verziója szintén szabadon ugyanott elérhető (Boronkay 2020).

A színek csoportosítására a Statgraphics Centurion V.18 matematikai-statisztikai szoftver Cluster-analízisét használtuk, a Ward's metódikát választva, mivel ezt találtuk leginkább alkalmasnak kiegyensúlyozott csoportok képzésére.

Nyomatott, papír alapú színszabvány

A színek kategóriák középértékének nemzetközi szabványok szerinti leírásához ezeket nyomtatott színkártyákkal is beazonosítottuk. Erre az UPOV által hivatalossá tett, kifejezetten kertészeti célra létrehozott színszabvány legújabb kiadását használtuk, az „RHS Colour Chart Sixth Edition”-t (Royal 2007). A Colour Chart színeit szám-betű kombinációk jelölik, melyekkel egy szín ugyan könnyen leírható, azonban ritka eset volt, hogy egy kártyaszín megfeleljen egy szíromszínek. Amennyiben két szín hozzávetőleges átlaga elfogadhatóan érzékelteti az adott szíromszínt, a két kártyakódot „/” jellel választottuk el egymástól, például 24a/25a. Gyakran ez a közelítés is elégtelen volt, mert a mért szín szélsőségesebb, mint az RHS színek, és azokból csak extrapolálással kapható meg. Ilyenkor CIE $L^*C^*h^*$ rendszerben közöljük a módosítást (a kártyaszínek általunk mért kolorimetrikus értékei alapján). Lásd például a cinóbervöröset, melynek RHS Colour Chart alapú leírása N30a/40a C^*+10 . Ennek értelmezése: az N30a és a 40a szín között áll, de annál a szín 10 CIE C^* értékkel teltebb.

Színnevezés

A színosztályok elnevezésére a következő szabályrendszert használtuk: Minden szín álljon egy élőnyelvi alapszín elnevezésből és egy melléknévből. A melléknév jól definiált legyen, nem lehet a sötét / világos / élénk / mély stb. határozatlan kifejezés. Nem lehet két egyforma előtag, így nem lehet például spanyol narancs és spanyol rózsaszín egyszerre a rendszerben. Az is feltétel, hogy a színnév más szabványokban már szerepeljen, ennek legfontosabb forrása a British (1938-1941) színszabvány volt, mely a színek kereskedelmi elnevezéseit is közli. Sok esetben online színgyűjteményeket is felhasználunk, elsősorban is az Encycolorpedia kereskedelmi színszabvány gyűjteményt (Encycolorpedia 2020) és a magyar szintan.hu oldalt (Földvári 2020). Ahol lehet, természetben található ásványokra, élőlényekre utal a színnév, mivel ezeket minden nép hasonlóan lát. Ilyen a mangánfekete, pipacsvörös, fuksziaszín. A színeket matematikai alapon 28 csoportba osztottuk, ezek szintén saját elnevezést kaptak. Mivel ez nem kardinális eleme a színrendszernek, itt kevesebb szabályt állítottunk fel. Kizárólag arra törekedtünk, hogy a csoportnevek ne legyenek azonosak egyetlen színosztály elnevezésével sem.

Eredmények

Kolorimetrikus szabályrendszer

A kolorimetrikusan kiegyensúlyozott rózsaszínrendszer alapja, hogy mért referenciatípusokon alapuló, vizuálisan jól elkülöníthető színek 3 dimenziós hálóját alakítottunk ki, amelyek annyira limitált távolságra állnak egymástól, amennyire csak a tényleges szíromszínek alapján ez lehetséges. Ennek eldöntésére kolorimetrikus szabályrendszert állítottunk fel, melynek paramétereit addig szigorítottuk, ameddig ez nem akadályozta meg a színrendszer felállítását.

1) Színkategóriák kialakítása

Minden színkategóriát egy konkrét, mért és átlagolt szírom-szín jellemez, ez a kategória középértéke. Ez csak rózsaszírom mért adatok átlaga lehet, optimális esetben ez 10, de minimálisan is 5 mért szín átlaga.

A színkategóriák középértéke ideálisan olyan mintán alapul, ahol a szírmok lehetőleg monokromatikusak, a szín az éppen kinyílt virágon (Boronkay és Jámborné (2009) alapján 6. fenológiai stádium) található meg, a fajta lehetőleg ismert: forgalomban lévő, vagy egykor népszerű volt. Ahol ettől – a kolorimetrikus feltételrendszer miatt – el kellett térni, ott jelöltük a szín egyediségét: helyét a szíromon illetve a mért virág fenológiai állapotát.

2) Színkategóriák egyensúlya

A színkategóriák kiegyensúlyozott elosztásnak alapját az adja, hogy a szomszédos kategóriák középértéke közötti színtávolság (kromatikus differencia) limitált. Tekintve, hogy a kezdeti, csak vizuális adatfelvételezés alapján, az egymással szomszédos, de jól elkülöníthető színek között $\Delta E_{00} = 6$ értékűnek találtuk a CIEDE₂₀₀₀ szabványú színtávolságok módusát (leggyakoribb értékét), ezt tekintettük továbbiakban a kategóriák közötti ideális távolságnak. Ez azonban szigorúan nem tartható, mert a rózsaszírom színek variabilitása véges, és nem lehetett mért példát találni minden, a feltételeknek eleget tevő színárnyalatra. Ezért a szomszédos színkategóriák közötti kromatikus differenciára az $5 < \Delta E_{00} < 7$ feltétel rögzítettük.

A feltétel teljesítéséhez a színek között kromatikus differencia mátrixot alakítottunk ki, ahol minden kategória középértékét összemértük az összes többi kategória-középértékkel. Ez 131 szín esetében 17 030 cellájú mátrixnak felel meg. Osztályonként megkerestük a tőlük mért minimális ΔE_{00} kromatikus differencia értékeket, vagyis a hozzájuk legközelebb álló színek középértékét, és ezt több lépésben „szigorítva” $5 < \Delta E_{00} < 7$ tartományra állítottuk be. Amennyiben a színtávolság túl alacsony volt, egy kategória kizárásával vagy kettő összevonásával lehetett feloldani a problémát, túl magas színtávolság esetén pedig új színek középértékét kellett kidolgozni. Ahol több szín is megfelelőnek tűnt, azt választottuk, ahol a színtávolság közelebb állt a $\Delta E_{00} = 6$ értékhez, ismertebb fajtánál találtuk, inkább a szírom színi oldalán, mint a fonákon mértük, illetve kisebb volt a színadatok szórása. Amennyiben viszont nem volt megtalálható megfelelő szín, akkor bimbó, nem teljesen kinyílt virág színét is figyelembe vettük.

3) Színek közötti üres tér

Az előző pont azonban nem garancia a teljes kiegyenlítettségre, mivel két szín vagy színek csoportja egymáshoz közel állhat úgy, hogy a többitől való távolsága nagy, és így a színek nem fedik le összefüggően azt a színteret, ami jellemző a rózsaszíromra (ilyen helyzetet mutat be az 1. ábra). Ezért ellenőriztük az osztályok középértékei közötti második legkisebb kromatikus differenciát is. Általánosságban az a cél, hogy minden színközépérték legalább két szomszédjához a $\Delta E_{00} = 7$ kromatikus differenciánál közelebb álljon. Azonban lehetnek olyan szélsőséges színek (mangánfekete, szíromfehér, kobaltsárga, stb.) ahol elképzelhető, hogy csak egy szomszédos színhez áll közel, ezért a szabályt úgy definiáltuk, hogy minden színközépértéknek legyen legalább egy olyan szomszédja, amely minimálisan két kategóriához is közel áll ($\Delta E_{00} < 7$). Mivel ez a probléma nem csak két, hanem több színközépérték elhelyezkedése esetén is fennállhat, ezt viszont nehéz egy 3 dimenziós térben geometriailag követni, 3 dimenziós pontmátrixot is készítettünk (2. ábra), ahol vizuálisan kerestük a pontok közötti üres tereket. Mivel a rózsaszírom biokémiaiilag nem lehet bármilyen színű, a pontthalmaz sem veheti fel a teljes színteret, hanem külső felülete van, és térbeli alakot ad. A célunk ezért az volt, hogy a pontthalmaz belül legyen egységes, és közel homogénen töltsse ki a szélsőséges szíromszínek által határolt színteret.

4) Hiányzó színközépérték kimutatása

A 3) pontban a színközépértékek közötti elhelyezkedésével ellenőriztük az esetleges üres tereket. Kiegészítő megoldásként azt az elvet használtuk fel, hogy az egy színközépérték besorolt mért színek elhelyezkedése is informatív lehet, ehhez azonban a színek közötti határoló görbék is vizsgálni kell. Ha két, egy színközépértékbe sorolt érték túl távol áll egymástól, (például két kardinálisvörösnek kategorizált szín) az hiányzó színközépértékre utal.

Az osztályok középértékeinek optimális elhelyezkedését feltételezve, ezt a maximális, még elfogadható távolságot úgy modelleztük, hogy a színközépértékeket egy kockából (szabályos hexaéder) álló rácsszerkezetnek vettük, ahol a színek közötti határoló „görbe” is hexaédert ad. Feltételezve az egymás mellett álló színközépértékek között maximálisan megengedett $\Delta E_{00} = 7$ távolságot, az egy osztályba sorolt színek közötti kromatikus differencia elméleti maximális mértéke azonos az $a = 7$ oldalhosszúságú hexaéder testátlójával, vagyis a két legtávolabbi pontja közötti távolsággal. Erre $D = (3 \times a^2)^{1/2} = 12,12$ értéket kaptunk. Ezt tekintettük a továbbiakban egy színközépérték még elfogadható maximális „hosszának”, és ahol ennél nagyobb színtávolságot találtunk, ott a színközépértéket több színközépértékre bontottunk szét.

1. ábra. Szemléltető példa arra, hogy ha minden színekategória megfelelő közelségben áll is egyik szomszédjához, akkor is kialakulhat hiányos hálózat

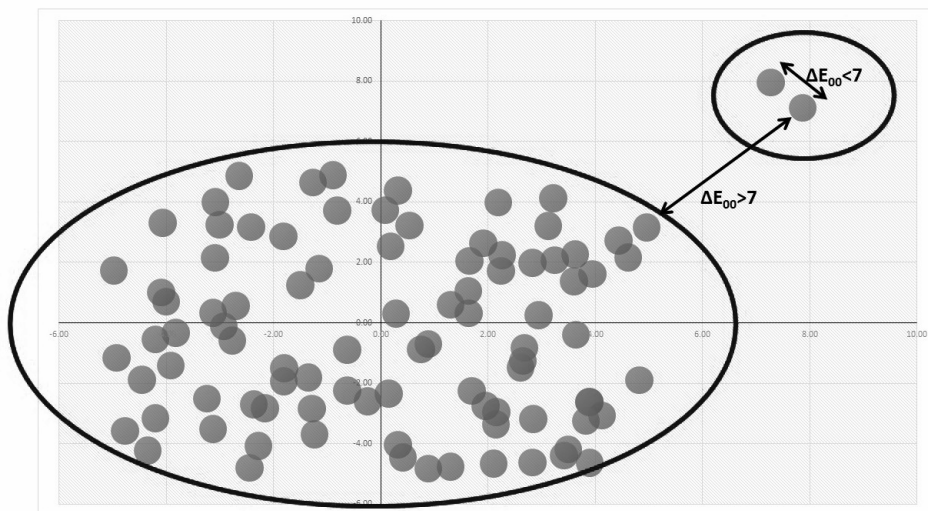


Figure 1. Illustrative example: Even if each colour category is close enough to one of its neighbours, an incomplete network could develop

2. ábra. A színekategóriák térbeli elrendeződése CIE L*a*b* szintéren

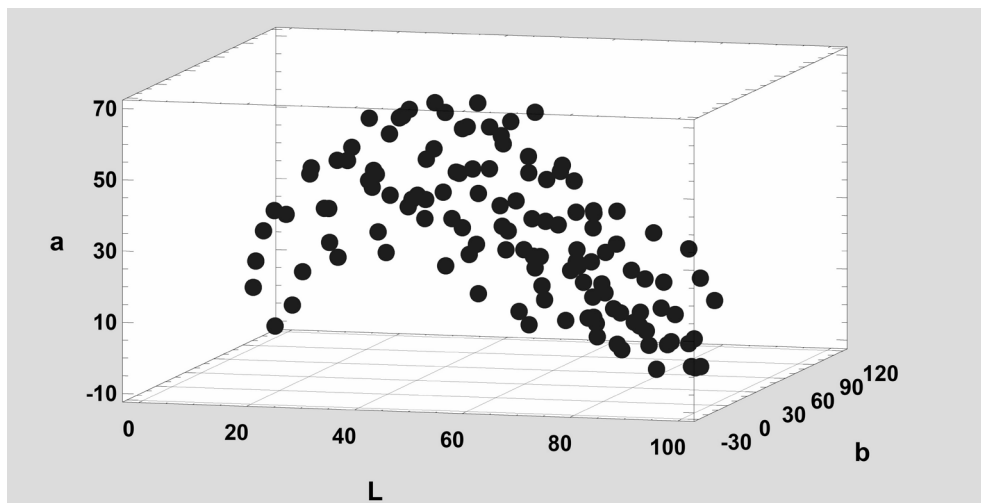


Figure 2. 3D arrangement of the colour categories in CIE L*a*b* colour space

5) Színkategóriák szükségessége

Elsősorban új szíromszínű róza mérése esetén merül fel, hogy mikor tekinthető színe újdonságnak, amit nem ír le az addigi színrendszer. Erre az új szín és a hozzá legközelebb álló színkategória középértéke közötti $\Delta E_{00}=6$ kromatikus differencia túnt a megfelelő limitnek, mivel a színkategóriák közötti $5 < \Delta E_{00} < 7$ távolság miatt $\Delta E_{00}=7$ esetén már 2 kategória a távolság. Ennek alapján nem lehet olyan mért, átlagolt rózsavirág szín, amely egyetlen meglévő színkategóriához sincs $\Delta E_{00}=6$ értéknél közelebb, mivel az ilyen színnek nincs megfelelő kategóriája. Amennyiben ilyen előfordul, új színkategóriát kell létrehozni számára.

Mind a 8072 bemért és átlagolt színt a hozzá legközelebb eső színkategória középértéke alapján besoroltunk. Ehhez olyan kromatikus differencia mátrixot hoztunk létre, mely egymáshoz méri a színkategóriák és a mért szíromszínek színtávolságát (131×8072 méretű táblázat, 1,057 millió értékkel). Ahol egy mért szín távol ($\Delta E_{00} > 6$) állt a hozzá legközelebb eső kategóriához, ott azt új színnek tekintettük, és új kategóriát hoztunk létre számára, középértékének az adott szín paramétereit választva.

Ezt a szabályt a már meglévő színkategóriákra is alkalmaztuk, azt biztosítandó, hogy a rendszerben ne legyen felesleges kategória. Ennek érdekében megnéztük, hogy van-e olyan színkategória, melynek kihagyása esetén is minden mért szín besorolható úgy, hogy színe $\Delta E_{00} < 6$ távolságra áll a hozzá legközelebb álló színkategóriától. Ahol ez igaz volt, ott a kategóriát, mint feleslegest kizártuk. Másképpen megfogalmazva azt ellenőriztük, hogy van-e legalább egy olyan szín, amelyik csak az adott színkategóriához áll $\Delta E_{00} < 6$ kromatikus differenciára. Ebben az esetben a színkategória nem felesleges. Megjegyzendő, hogy a 6) pont alapján az osztályok bekerülési limitje a valóságban mindenhol kisebb érték, $\Delta E_{00}=5,8$ volt.

6) Mérési pontatlanság lekezelése

Tapasztaltuk, hogy potenciálisan jelentős színkategóriák azért maradnak ki a rendszerből, mert éppen a $\Delta E_{00}=6$ limit távolságra állnak a hozzá legközelebbi színkategóriától. Tekintve, azonban, hogy minden mért és átlagolt szín paramétereinek van egy adott mérési pontatlansága, ami a mintavételezésből következik, így feltehető, hogy nagyobb számú mérés esetén ezek a kimaradó színkategóriák egy része is bekerülne a színrendszerbe. Gyakorlati szempontból egy felesleges színkategória kevésbé káros, mint egy kimaradó, de potenciálisan szükséges, ezért a $\Delta E_{00}=6$ limitértéket csökkenteni érdemes egy toleranciaértékkel, hogy ezek a kategóriák mégis a rendszer részei lehessenek. Mivel a CIEDE₂₀₀₀ kromatikus differencia nemlineáris, a mintavételből adódó bizonytalanság csak becsülhető. Ennek alapján számítottunk egy tolerancia értéket, mely a mért szíromszíneken belüli átlagos ΔE_{00} eltérés 10%-a, és $\Delta E_{00}=0,200$ értéknek adódott. A fenti értékkel csökkentettük a színosztály rendszerbe kerülésének a limitjét, így $\Delta E_{00}=6$ helyett mindenhol $\Delta E_{00}=5,8$ limitet használtunk.

7) Színkategóriák csoportba sorolása

A színrendszer kezelhetősége érdekében Ward's-féle metódussal számított Cluster-analízissel szín-csoportokba osztottuk a színkategóriákat. Gyakorlati megfontolások alapján 28 csoportot hoztunk létre a CIE L*, a*, b*, C* és h*₃₃ paraméterek alapján. Az ideális csoportszámot azonban nem tudtuk definiálni, statisztikai értelemben véve nincs optimális érték. A 28 csoportot csupán a színosztályok ábrázolhatósága indokolta. A csoportokat az áttekinthetőség kedvéért magyar névvel is elláttuk, ezek az 1. táblázat 1. oszlopában láthatóak, mint csoportnév.

8) Színelnevezés

A színek elnevezéséhez szigorú kritériumrendszert állapítottunk meg, melyet a módszertani részben írtunk le. Sajnos sok élőnyelvi, jól definiálható szín kimaradt a rendszerből, mivel ezek gyakran két, vagy több kategória közötti értékeket írnak le, mint például a téglavörös vagy a cseresznye-piros. Másból a szabályrendszer miatt kellett új nevet keresni, mivel azonos előtagú színek nem szabályosak. Előfordult, hogy nyelvi definíciós nehézségek miatt kellett színt kihagyni, például a kárminvörös igen különböző színek neve is lehet. Több esetben szokatlan, ritka neveket kellett felhasználni, mivel a kevésbé telt színeknek gyakran nincs természetes nevük, mint az istácrózsaszín, palatínus lila, fajdbogyó-szín. Bár a színkategóriák elnevezésének részleteit dokumentáltuk, de nagy helyigénye miatt itt nem tudjuk publikálni. Csupán a leginkább rendhagyó színelnevezések magyarázatára van itt lehetőség: A Cattleya-bíbor a külföldi szabványokban orchidea-bíborként szerepel, a Famille-Rose egy kínai-holland porcelánfesték neve, míg a sakura a japán cseresznyevirágzás színe. A palatínus-lila a Durham Egyetem tradicionális színe, mivel a települést palatinátusnak (kb. ögrórság) nevezik. A kosnil a kárminsav franciás neve, a karbunkulus a bíborvörös ékkövek összefoglaló elnevezése, a pajta-vörös az amerikai csűrök jellegzetes festésére utal, a kalikóvörös pedig egy durva, nyomtatott gyapotszövet tipikus színe. A Neyron-rózsaszínt a 'Paul Neyron' rózsafajtáról nevezték el, míg a Perkin-lila Willam H. Perkin kémikusra utal, a Magenta illetve Solferino viszont csatákra utaló településnevek.

1. táblázat. A kidolgozott színrendszer osztályai, és azok középértékének paraméterei

CSOPORTNÉV / Színosztály	Szín CIE L*a*b* rendszerben			RHS Kód# (papír alapú)	Referenciafaják##
	L*	a*	b*		
TEJFEHÉREK					
elefántcsontszín	86,9	0,3	27,9	158a/b C*+5	'Antique Silk', 'The Optimist' fonák
nyersvászón-szín	81,2	0,5	12,7	159a/160d	'Stephen Rulo' fonák
krémszín	89,6	2,7	16,9	19d	'President Eisenhower' fonák, 'La Jolla' fonák
szíromfehér	94,4	-3,3	11	NN155c C*+5	'Escimo', 'Szent Margit', 'Akito'
tojáshéj-fehér	93,4	-4,9	20,6	157d, C*+8, h*-3	'Halo', 'Mount Shasta'
pezsgőszín	92,2	-6,2	32,7	150d, L*+2	'Promontor', 'Natalie Boettner' fonák
SELYEMSZÍNEK					
szaténrózsaszín	87,6	3,1	4,7	36d, C*-5	'Jasmina' középső szírom
púderszín	85,8	6,2	12,1	27d/36c, h*+5	'Lady Ursula', 'Otto Krause'
KARAMELLSZÍNEK					
tejeskávészín	68,1	10,5	25,2	165d, L*-5	'Mokarosa' fonák,
őszibarackszín	76,2	15,7	21,2	29c, C*-5	'Break o'Day'
szezámag-sárga	73,7	5,6	27,9	162b/c C*-8	'Honey Dijon' gallér fonák
toszkán-bézs	74,9	8,6	18,5	27a, L*-5, C*-5	'Stephen Rulo'
mandulafehér	82,3	9,5	25,7	159a	'Vic. Maurice de Mellon', 'Krásná Uslavanka'

CSOPORTNÉV / Színosztály	Szín CIE L*a*b* rendszerben			RHS Kód# (papír alapú)	Referenciafaják##
	L*	a*	b*		
VAJSÁRGÁK					
vaníliásárga	88	-1,4	44,1	9d/10d	'Golden Emblem', 'Gelbert Engel', 'Sunstar'
Vermeer-sárga	75,2	-1,9	41,4	8c/11b, L*-7	'June Bride' bimbó
szalmasárga	73,5	7,3	46,7	162b	'Honey Dijon' fonák,
navaho-sárga	83,7	9	39,1	20c	'Farah' fonák, 'Mrs. Francis King' fonák
Chartreuse-zöld	81,8	-9,1	45,1	154c, C*-5	'Moonstone' bimbó
BÁRIUMSÁRGÁK					
titanát-sárga	75,3	0,4	63,9	7a/153d	'Topaze Orientale' bimbó
kukoricásárga	80,8	13,6	58,4	16a/b	'Bowled Over' fonák, Bronze Masterp.' gallér
kankalinsárga	85,7	-2,5	62,4	8b	'Allgold', 'Golden Leader', 'Solero'
barokksárga	85,6	5,8	53,7	14c	'Eclipse', 'Golden Perfume', 'Diorama'
AUREOLINSÁRGÁK					
aranyárga	80,3	19,3	87	15b, C*+15	'Golden Delight' fiatalon, 'Allgold' fiatalon
kanárisárga	86,4	6	80	7b/12a	'Wilma Holder', 'Mrs. Franklin D. Roosevelt'
kobaltsárga	79,9	9,2	101,3	6a, C*+20	'Sunsprite' potenciális##
MUSTÁRSÁRGÁK					
cserszín	67,3	13,9	50,5	162b/163c	'Honey Dijon'
Dijon-sárga	60,5	14,5	55,8	163b, L*-5, C*-5	'Honey Dijon' fiatalon
MALMAISON-RÓZSZASZÍNEK					
vöröshomokkő- szín	62,9	21,1	24,8	171d	'Black Gold' fonák, 'Mokarosa' potenciális
spanyol-rózsaszín	71	21,8	16,4	37b/c, C*-8	'Zolotaja Osen' középső szírom fonák,
marokkói-vörös	52,2	25,3	16,5	180c/d	'Nimbus' potenciális
kakadurózsaszín	64,6	25,9	13,3	51c/d, h*+5	'Kronborg' fonák
orient-rózsaszín	75,9	26	25,1	32d/36a	'Majorette' fonák
nemeskorall- rózsaszín	57,7	33,1	20,1	39b, C*-5	'Halloween' középső szírom
kagylórózsaszín	67	33,3	25,6	37b, h*+3	'Elite'
francia-rózsaszín	74,6	33,6	19,7	38a/43d	'Schone Berlinerin', 'Fortuna'
TERRAKOTTA-SZÍNEK					
agyagcserép-szín	56,5	30	32,8	171d/N167d	'Bicolor' fonák
királylázac-szín	61,4	34,1	30,1	31b/35b	'Duo' fonák, 'Arizona' fonák 'Halloween'
etruszkvörös	53,3	39,5	29,1	N34d, C*+5	'Halloween' szíromszél
jáspisvörös	45,3	41	28	42b	'Edith Holden'

CSOPORTNÉV / Színosztály	Szín CIE L*a*b* rendszerben			RHS Kód# (papír alapú)	Referenciafaják#
	L*	a*	b*		
GYÖMBÉRSZÍNEK					
kajszibarackszín	77,6	18,8	42,6	23c	'Looping', 'Diana', 'Die Welt' fonák
majolika-narancs	68,8	20,6	39,4	26b, C*-5	'Alcazar' fonák,
nyers-Sienna-barna	61,4	22,4	38,5	168c/d, L*-3	'Bicolor' fonák,
kantalup-lazac	75,7	26,7	37,8	26c/28d	'Majorette' fonák, 'Fortschritt' fonák
cink-narancs	68,9	33,2	52,2	25a/b, C*-5	'Super Trouper' fonák
garnélaszín	71,5	35,9	37,6	32c/33c	'Joyfulness' szíromszél, 'Paddy Stephens' fonák
NAPLEMENTE-SZÍNEK					
kínai-korall	61,6	43,4	43,9	32b	'Samba' szélső szírom széle
ékszerkorall-szín	66,9	50,1	34,4	40d, L*+5, C*+5	'Sommersonne'
begónia-korall	60	51	34,1	41c	'Mercedes' fonák, 'Poppy Flash' fonák
KADMIUMNARANCSON					
sáfránysárga	75,9	25,1	75	21b	'Golden Delight' bimbó
sarkantyúka-narancs	70	31,5	70,1	24a/25a	'Magic Lantern' fiatalon
auripigment-narancs	63,3	40,6	63,3	N25b/c, C*-5	'Magic Lantern' potenciális
tűzlilom-narancs	66,5	45,3	55	28b, h*-3	'France Libre', 'Ambassador', 'Corso'
LÁNGVÖRÖSEK					
pipacsvörös	51,8	51,5	54	32a/b, L*-5, C*+5	'Edith Holden' fonák és középső szírom
paprikavörös	54,2	58,7	48,4	N30a/b	'Mercedes', 'Ave Maria', 'Gebrüder Grim'
míniumnarancs	55	58,7	69,1	N30c, C*+7	'Super Trouper'
krómnarancs	44	62,3	61,9	N30a, C*+4, h*+4	'Brown Velvet' potenciális
skarlátvörös	39,8	63	50,1	44b/40a, L-5, C*+10	'Remembrance', 'Röschen Albrecht'
cinóbervörös	48,1	63,6	48	40a/N30a, C*+10	'Sparkling Scarlet', 'Olimpisches Feuer'
BUZÉRVÖRÖSEK					
Famille-Rose-korall	56,4	57,7	26,1	43c, C*+4	'Mme. Jules Grolez', 'Bambula', 'Lyss Asia'
kalikóvörös	52,4	58,6	36,6	40b/c	'Clarita', 'Piccadilly', 'Varo Rania'
amarántvörös	50,2	59,9	25,7	52a, C*+4	'Vogue', 'Senora de Bornas'
drinápolyi-vörös	36,4	60,9	35,9	45b, C+5	'Röschen Albrecht', 'Picasso', 'Showbiz'
kadmiumvörös	44	62,1	37,5	43a/45b	'La Sevillana', 'Tommy Bright', 'Sangria'
alizarinvörös	39,5	64,3	25,4	46c/53c, C*+8	'Petula Clark', 'Mohács', 'Red Lion'

CSOPORTNÉV / Színosztály	Szín CIE L*a*b* rendszerben			RHS Kód# (papír alapú)	Referenciafaják##
	L*	a*	b*		
PAJTA-VÖRÖSEK					
rozsdavörös	39,5	39,1	33,8	34a/b, L*-5	'Hot Cocoa' fakuló
gránátbarna	31,4	41,1	32,1	N34a, h*+6	'Edith Holden' potenciális
antimon-narancs	45,3	44,9	41,4	N34b/169a	'Edith Holden' középső szírom
bársonybordó	21,7	47,3	22,8	N45a/53a, L*-5	'Morocco' gallér széle, 'Volcano' potenciális
ribiszkevirő	34,6	47,3	21,3	46a/b	'Paul Ecke' fonák, 'Red Velvet' fonák, 'Leone'
kardinalisvirő	28,2	52,6	28,9	53a, C*+10, h*+3	'Canasta', 'Helmut Kohl', 'Porta Nigra'
KIRÁLYNŐ-RÓZSASZÍNEK					
gyöngyrózsaszín	81	10,9	12,4	36c/d, h*-5	'Break o' Day' szélső szírom, 'Buda'
kasmír-rózsaszín	67,8	14,6	7,2	186d, C*-3, h*+15	'Nimbus' fonák
rózsapál-szín	78,4	16,6	10,6	38d/49c	'Comtesse Vandal', 'Dainty Bess', 'Pharisäer'
kunzit-rózsaszín	78,3	5,3	3,2	75c/d, C*-5	'Misty Blue' fonák, 'The Scotsman' gallér
fajdbogyó-szín	65,6	8	3,4	76d, L*-15	'The Scotsman' potenciális
szakura-rózsaszín	85,1	9,7	3,7	69d, h*+15	'Mrs. Inge Poulsen', Rosa richardii fonák
VADRÓZSA-SZÍNEK					
rózsakvarc-szín	79,5	20,4	1,2	55d/69a	'Dr. Hellferich' fonák, 'Coral Dawn'
velencei-rózsaszín	76,1	25,4	9,3	49b/50d	'Monique', 'Sir Winston Churchill'
szegfűrózsaszín	74,8	29,7	1,7	55c/62c, C*+3	'Baby Blanket', 'Shannon', 'Pomponella'
PORCELÁN-RÓZSASZÍNEK					
Pompadour- rózsaszín	72,8	38,9	12	52d	'Pink Panther', 'Tropicana' fonák, 'Melonda'
cukorkarózsaszín	61,2	41,1	14,6	48c/51c	'Pozsony' fonák
flox-rózsaszín	67,5	46,3	-3,6	N57d/67d, C*+5	'Bethlen Gábor' e. fonák, Kempelen Farkas e.'
Empire-rózsaszín	68,5	49,1	19,6	48b/c, C*+8	'Tropicana', 'Széchenyi István', 'Diapason'
paraszthímzés- rózsaszín	64,8	50	7,7	55a/b	'Ann Elizabeth', 'Lawinia', 'Málnás'
Neyron-rózsaszín	58,2	51,3	3,7	54b/55a	'Fanal', 'John Henry', 'Conditorem' fonák
KOSNIL-SZÍNEK					
kárminrózsaszín	53,1	49,6	14,9	52b/c	'Mohácsy Mátyás emléke' fonák
sillervörös	46,4	55,2	12,5	53c/d, L*+3	'Texas Centennial' gallér, 'Red Lion' fonák
Kína-rózsaszín	52,9	62,1	5,6	58b/c	'Fanal', 'Electron', 'Miss All-America Beauty'
karmazsinvirő	33,5	62,6	17,2	53c, C*+10, L*-5	'Eddie's Jewel', 'Baby Blaze', 'Cleopatra'
bengálvirő	40,1	63,7	11,5	n57a/b, h*+5	'Mercator, Chantaclerc', 'Jamboree'

CSOPORTNÉV / Színosztály	Szín CIE L*a*b* rendszerben			RHS Kód*	Referenciafaják**
	L*	a*	b*	(papír alapú)	
BORVÖRÖSEK					
mahagónibíbor	23,3	20,4	5,4	187a, C*+7, h*+5	'Schwarze Madonna'
gránátlakk-bíbor	28,7	29,3	2,7	60a/187d, C*-3	'Vaterland' fonák,
almandinbíbor	15	30,8	11,1	187a/b, C*+10, L*-5	'Taboo' középső szírom, 'Paul Ecke Jr.'
indiai-vörös	35,7	31,2	13,8	180a/181b	'Libán' potenciális
burgundivörös	20	36,2	6,7	187b/c, C*+5	'Olde Romeo', 'Granat'
brazilinbordó	26,6	37,3	13,6	185a/b	'Duftstar' fonák, 'Morocco' fonák
SZIROMFEKETÉK					
melaszbarna	21,9	11,4	2,1	187a/b, C*-5, L*-3	'Taboo' potenciális, 'Black Lady' bimbó
mazsolafekete	13,7	13,8	3,4	187a, L*-5	'Black Gold' fiatalon
mangánfekete	19,1	5,7	0	N186c/203a, h*-7	'Taboo' bimbó
KARBUNKULUS-BÍBOROK					
rubinvörös	36,3	46,6	7,1	53c/61b	'Papa Meilland' fonák, 'Grüss an Berlin'
céklabíbor	26,1	49,6	-2,9	61a/71a, L*-4, C*+5	'Ebb Tide'
klaretvörös	29,2	51,6	8,2	60a/b, C*+8	'Prince Camille de Rohan', 'Vaterland'
türoszi-bíbor	33,4	53,5	-4,9	61b/64a, C*+8	'Officinalis', 'Alain Blanchard'
SPINELL-VÖRÖSEK					
anilinvörös	45,2	36	9,4	47a/53d, C*-5	'Hot Cocoa' gallér
rodonitbíbor	51,7	37,4	0,9	54b/185d	'Royal Lavender' potenciális
orgonabíbor	45,5	41,7	-9,8	72a/b	'Stormy Weather' fonák, 'Minililla' fonák
eritritbíbor	40,7	43,7	-1,5	60c/d	'Orchid Masterpiece' szíromszél, 'Leonie'
LEVENDULASZÍNEK					
kökcörsinlila	58,8	18,2	-11,2	77b/c, C*-8	'Cardinal de Richelieu' fakuló
viktóriánus-lila	53,1	26	-13,1	75a/N78d, L*-8	'Cardinal de Richelieu' fonák,
damaszkuszi- rózsaszín	76,3	27,5	-7,2	73b/c, C*-5 h*-5	'Trigintipetala Kazanlik', 'Autumn Damask'
kerámiarózsaszín	61	28,5	5,4	54c, h*+3	'Masquerade' szíromszél fonák
istácrózsaszín	66	30	-4	73b/70c	'Tutu Mauve' fonák
lóhererózsaszín	57,3	31,2	-4,4	70c	'Royal Lavender'
ultramarin-rózsaszín	67,6	32	-14,4	73b/N74d	Rosa woodsí fonák
PERKIN-LILÁK					
rozmaryng-rózsaszín	77,4	11,1	-1,4	75c/76c, h*+5	'Blue Moon'
őszirózsálila	65	12,5	-3,3	75b/84c, L*-5	'Novalis' fiatalon
csipkerózsaszín	79,3	17,8	-7,2	75c/76b	'Lavender Ice' fonák
mályvarózsaszín	69,2	19,9	-3,3	75b/c, h*+3	'Saint-Exupéry', 'Lavender Ice'

CSOPORTNÉV / Színosztály	Szín CIE L*a*b* rendszerben			RHS Kód# (papír alapú)	Referenciafaják##
	L*	a*	b*		
PEONIDIN-SZÍNEK					
imolárózsaszín	56,9	37,4	-17	N74c/d	'Rugotida' fonák,
perzsa-rózsaszín	63,2	43,4	-13,2	73a/NN74d	szentendrei rózsza, 'Carmenetta'
ciklámenbíbor	50,8	45,6	-21,2	N74b/NN74b	'Rugotida'
Cattleya-bíbor	39,7	49,9	-18,1	NN78b	'Route 66'
SOLFERINO-BÍBOROK					
fuksziaszín	54,4	51,2	-6,5	67c	'General-Sup. Arnold Janssen', 'Urdh' fonák
Magenta-bíbor	47,3	54	-0,8	N66a/67a	'Rosalinda' fonák, 'Roter Champagne' fonák
rodaminbíbor	42,1	62,1	-9,9	67a/N74b, C*+8	'Rose du Roi', 'Conditorem'
DÓZSE-BÍBOROK					
bizáncbíbor	16,7	24,6	-6,7	N79a/b, C*+10	'Midnight Blue'
angol-lila	32,9	27,2	-11,9	N79d, C*-5, L*-3	'Stormy Weather'
padlizsánbíbor	25,7	27,5	-7,3	71a/N79c, L*-5, C*-7	'Ebb Tide'
palatínus-lila	41,8	29	-11,9	72b, C*-5	'Forever Royal' fakuló
császárbíbor	19,6	38,6	-3,9	71a, L*-8	'Stormy Weather'
ringlóbíbor	30,4	40,9	-12,3	N79b/c, C*+8	'Stormy Weather' fakuló

Az RHS szín kódolását lásd a Módszertan részben.

színük $\Delta E_{00} < 1$ távolságra áll a kategória középértéktől

potenciális: kinyílófélben lévő bimbó szirmának belső / színi oldala

Table 1. Basic parameters of the new colour system. (1) NAME OF GROUPS / Name of colour classes; (2) CIE L*a*b* colour parameters; (3) RHS Coding; (4) Reference cultivars

A szíromszínrendszer jellegzetességei

Összesen 131 osztályból álló szíromszín-rendszert hoztunk létre, melyet paramétereivel az 1. táblázatban és a 3. ábrán mutatunk be. Tekintve, hogy a Budatétényi Rózsakert jelentős számú különleges színű rózsát is beszerzett, az elkészült színrendszer jóval tágabb színteret ölel fel, mint a hétköznapi rózsafajták színvariabilitása. Ilyen különleges színű fajták például a mustársárga 'Honey Dijon', a bíbor-rozsdavörös 'Hot Cocoa', 'Edith Holden', a kékesibolya 'Cardinal de Richelieu', 'Stormy Weather', a szürkés 'The Scotsman', stb.

A legvilágosabb színek kategóriának a szíromfehér adódott ($L^*=94,4$), bár messze áll a fizikai fehér szintől. Érdekeség, hogy a legsötétebb színosztály a mazsolafekete ($L^*=13,7$), ennek ellenére vizuálisan a világosabb mangánfekete áll a legközelebb a feketéhez, tekintve, hogy alacsonyabb a színteltsége. A legnagyobb színteltséget ($C^*=101,7$) a kobaltsárga kategória mutatja, mivel jellegzetesen a sárga és a narancsvörös szíromszínek a legélénkebbek a természetben. Színezetében (h^*_{33}) elsősorban a kisebb értékek, vagyis a kékes árnyalat a jelentős, ebben legszélsőségesebb

a kökörcsinlila kategória ($h_{33}^{*'} = -64,5^\circ$). A másik szélsőséget a magas érték jelentené, az ilyen, zöldes-sárga színezetű ($h_{33}^{*'} = 73,5^\circ$) szírmok azonban lényegében fehérek.

Nagyon jelentős különbségeket találtunk a színek eloszlásában is. E szerint nincs olyan szín, amelyik gyakoribb lenne, mint a mért adatok 4%-a. A szíromfehér 3,2%-kal illetve a bengálvörös 3,1%-kal a leggyakoribb. Az utána következő színek, elsősorban is a Neyron-rózsaszín és a sillervörös mint szíromfonák színek gyakoriak, hiszen a szírom alsó felületének színvariabilitása sokkal alacsonyabb, mint a színi oldalé. Ebbe a gyakoriság kategóriába tartozik még a kardinálisvörös is, mint a „klasszikus rózsavörös”. A mért színek 50%-át 23 szín teszi ki, míg a legtrikább 48 szín összesen csak 5%-át. Ez nyilvánvalóvá teszi, hogy egy színújdonság megjelenése biztosan a színrendszer bővítését fogja maga után vonni. Ideális példa erre Sproul 2003-as fajtája, a 'Honey Dijon', mert mustársárga színe teljesen egyedi, és 5 színkategória is ennek a fajtának a szíromszínén alapul.

Megvitatás

A kialakított színrendszer kategóriái megfelelnek az általunk felállított kromatikus feltételrendszernek, általa hibamentesen osztályozható a Budatétényi Rózsakert fajtagyűjteményében mérhető minden szín. A szabályrendszert addig „szigorítottuk” amíg a tényleges mért értékek variabilitása ennek nem szabott határt. Erre az utalt, hogy tovább szigorítva már nem találtuk olyan mért értéket, amit a szabályrendszer megkövetel, ami ilyen nagy számú és varianciájú adat esetén vélhetőleg nem az adatfelvételezés elégtelenségéből következik. Ezek alapján a színosztályok száma és azok középértéke megalapozott döntések eredménye. Azonban a szíromszín-rendszer nyílt, és bővíthető, erről a kolorimetrikus szabályok gondoskodnak.

További feladatunk a kialakított színrendszer használatához kötődik: műszeres mérés és automatizált osztályba sorolás segítségével meg kell oldani a magyar nemesítésű rózsák szintani leírását. Ezen kívül reményeink szerint a kolorimetrikus feltételrendszer és a színrendszer kialakításának metodikája jól adaptálható lesz más dísnövényekre is, és munkánk eredménye nem csak a termesztett rózsánál lesz alkalmazható, hanem a jövőben más virágzó növények esetén is szerepet kap.

3. ábra. A rózsaszímszínszínrendszer színei és CIE L*C*h*33 értékei. Nyomdatechnikai okokból a színek élénksége a valóságban jelentősen nagyobb is lehet

Színnev CIE L* / C* / h* ₃₃	vöröshomokkő-szín 62,9 / 32,5 / 16,7	kagylórózsaszín 67,0 / 42,0 / 4,6	mazsolafekete 13,7 / 14,2 / -19,2	Magenta-bíbor 47,3 / 54,1 / -33,8
szíromfehér 94,4 / 11,5 / 73,5	agyagcserep-szín 56,5 / 44,5 / 14,5	ékszerkorall-szín 66,9 / 61,0 / 1,1	mangánfekete 19,1 / 5,7 / -33,2	eritritbíbor 40,7 / 43,7 / -34,9
tojáshéj-fehér 93,4 / 21,2 / 70,3	garnélaszín 71,5 / 52,0 / 13,3	begónia-korall 60,0 / 61,3 / 0,8	melaszbarna 21,9 / 11,6 / -22,8	rodaminbíbor 42,1 / 62,8 / -42,0
szaténrózsaszín 87,6 / 5,7 / 23,5	királylazac-szín 61,4 / 45,5 / 8,4	etruszkvörös 53,3 / 49,1 / 3,3	mahagónibíbor 23,3 / 21,1 / -18,2	türosi-bíbor 33,4 / 53,7 / -38,2
püderszín 85,8 / 13,5 / 29,9	kinai-korall 61,6 / 61,7 / 12,4	jáspisvörös 45,3 / 49,6 / 1,3	burgundivörös 20,0 / 36,8 / -22,5	écklabíbor 26,1 / 49,7 / -36,4
krémszín 89,6 / 17,1 / 47,8	tűzlilom-narancs 66,5 / 71,2 / 17,5	marokkói-vörös 52,2 / 30,3 / 0,0	klaretvörös 29,2 / 52,3 / -24,0	császárbíbor 19,6 / 38,8 / -38,7
elefántosntszín 86,9 / 27,9 / 56,4	cink-narancs 68,9 / 61,9 / 24,6	nemeskorall-rózsaszín 57,7 / 38,7 / -1,7	karmazsinvörös 33,5 / 64,9 / -17,6	gránátlakk-bíbor 28,7 / 29,4 / -27,8
mandulafehér 82,3 / 27,4 / 36,8	nyers-Sienna-barna 61,4 / 44,5 / 26,8	kakadurózsaszín 64,6 / 29,1 / -5,8	bengálvörös 40,1 / 64,7 / -22,8	fajdbogyó-szín 65,6 / 8,7 / -10,1
tozskín-bézs 74,9 / 20,4 / 32,1	majolika-narancs 68,8 / 44,5 / 29,3	francia-rózsaszín 74,6 / 39,0 / -2,6	alizarinvörös 39,5 / 62,1 / -11,4	kunzit-rózsaszín 78,3 / 6,2 / -1,8
nyersvászón-szín 81,2 / 12,7 / 54,6	kantalup-lazac 75,7 / 46,3 / 21,8	spanyol-rózsaszín 71,0 / 27,3 / 3,9	szakura-rózsaszín 85,1 / 10,4 / -11,9	rozmarin-rózsaszín 77,4 / 11,1 / -40,3
pezsgőszín 92,2 / 33,3 / 67,7	kajszibarackszín 77,6 / 46,6 / 33,2	rózsapál-szín 78,4 / 19,7 / -0,4	rózsakvarc-szín 79,5 / 20,5 / -29,7	mályvárózsaszín 69,2 / 20,2 / -42,3
vaníliásárga 88,0 / 44,2 / 58,8	őszibarackszín 76,2 / 26,4 / 20,5	velencei-rózsaszín 76,1 / 27,0 / -12,9	szegfűrózsaszín 74,8 / 29,8 / -29,7	őszirózsalila 65,0 / 13,0 / -47,7
kanalkinsárga 85,7 / 62,4 / 59,3	sáfránysárga 75,9 / 79,1 / 38,5	Pompadour-rózsaszín 72,8 / 40,7 / -15,9	parasztimzén-rózsasz. 64,8 / 50,6 / -24,2	istállócsigolya 66,0 / 30,3 / -40,6
kanárisárga 86,4 / 80,2 / 52,7	sarkantyúka-narancs 70,0 / 76,9 / 32,8	Empire-rózsaszín 68,5 / 52,9 / -11,2	Neyron-rózsaszín 58,2 / 51,5 / -28,9	lóhererózsaszín 57,3 / 31,5 / -41,0
kobaltsárga 79,9 / 101,7 / 51,8	auripigment-narancs 63,3 / 75,2 / 24,4	cukorkarózsaszín 61,2 / 43,6 / -13,4	Kina-rózsaszín 52,9 / 62,3 / -27,8	ultramarin-rózsaszín 67,6 / 35,1 / -57,2
aranyárga 80,3 / 89,1 / 44,5	miniumnarancs 55,0 / 89,6 / 16,7	kárminrózsaszín 53,1 / 51,8 / -16,3	sillervörös 46,4 / 56,6 / -20,2	imolarrózsaszín 56,9 / 41,1 / -57,4
kukoricásárga 80,8 / 60,0 / 43,8	pipacs-vörös 51,8 / 74,6 / 13,3	indiai-vörös 35,7 / 34,1 / -9,1	rubinvörös 36,3 / 47,2 / -24,3	ciklámenbíbor 50,8 / 50,3 / -58,0
szalmasárga 73,5 / 47,3 / 48,1	paprikavörös 54,2 / 47,1 / 6,5	brazilbordó 26,6 / 39,7 / -12,9	anilinvörös 45,2 / 37,2 / -18,4	Cattleya-bíbor 39,7 / 53,1 / -52,9
cserszín 67,3 / 52,4 / 41,6	kalkkővörös 52,4 / 69,1 / -1,0	ribiszke-vörös 34,6 / 51,9 / -8,8	rodonitbíbor 51,7 / 37,4 / -31,6	orgonabíbor 45,5 / 42,9 / -46,2
Dijon-sárga 60,5 / 57,7 / 42,4	cinóbervörös 48,1 / 79,7 / 4,0	amarántvörös 50,2 / 65,2 / -9,9	kerámia-rózsaszín 61,0 / 29,0 / -22,3	ringlóbíbor 30,4 / 42,7 / -49,8
navaho-sárga 83,7 / 40,1 / 44,1	skarlátvörös 39,8 / 80,5 / 5,5	Famille-Rose-korall 56,4 / 63,3 / -8,6	kasmír-rózsaszín 67,8 / 16,3 / -6,7	padlizsánbíbor 25,7 / 28,5 / -47,8
barokksárga 85,6 / 54,0 / 50,9	króm-narancs 44,0 / 87,8 / 11,8	kadmiumvörös 44,0 / 72,6 / -1,8	csipkerózsaszín 79,3 / 19,2 / -55,1	bizáncbíbor 16,7 / 25,5 / -48,3
títánát-sárga 75,3 / 63,9 / 56,6	antimon-narancs 45,3 / 61,1 / 9,6	drinápolyi-vörös 36,4 / 70,7 / -2,5	damaszkuszi-rózsaszín 76,3 / 28,4 / -47,6	angol-lila 32,9 / 29,7 / -56,6
Vermec-sárga 75,2 / 41,4 / 59,6	rozsdavörös 39,5 / 51,7 / 7,8	kardinalisvörös 28,2 / 60,0 / -4,3	flox-rózsaszín 67,5 / 46,4 / -37,4	palatinus-lila 41,8 / 31,4 / -55,4
Chartreuse-zöld 81,8 / 46,0 / 68,3	gránátbarna 31,4 / 52,2 / 5,0	bársonybordó 21,7 / 52,5 / -7,3	perzsa-rózsaszín 63,2 / 45,3 / -49,9	viktóriánus-lila 53,1 / 29,1 / -59,7
szegzámag-sárga 73,7 / 28,5 / 45,7	gyöngyrózsaszín 81,0 / 16,6 / 15,7	almandinbíbor 15,0 / 32,7 / -13,2	fuksziaszín 54,4 / 51,6 / -40,3	kököröcsinlila 58,8 / 21,4 / -64,5
tejskávészín 68,1 / 27,3 / 34,4	orient-rózsaszín 75,9 / 36,1 / 10,9			

Figure 3. The colours of the petal colour system for roses and their CIE L*C*h*33 values. Due to printing reasons, the true saturation of colours can be significantly higher than the printed version

Irodalomjegyzék

1. American Rose Society. 2014. Official Registry and Checklist 2nd Edition – Rosa. Shreveport, USA: International Cultivar Registration Authority – Rose. 7-811.
2. Boronkay, G. 2015. Improved Method of Calculating the Ornamental Value of Flowers Based on Petal Discolouring Measured in CIEDE2000. Acta Horticulturae 1064. Proceedings of the VIth International Symposium on Rose Research and Cultivation held in Hannover, Germany. 205-210.
3. Boronkay G. 2016. Rózsafajták virágszínének besorolása új, kolorimetrián alapuló színrendszer alapján. Kertgazdaság, 48(1): 66-73.
4. Boronkay G. 2017. Rózsafajták virágszínén alapuló új osztályozása kolorimetria segítségével. XXIII. Növénynevelési Tudományos Nap, Összefoglalók. 89.
5. Boronkay G. 2018. A Budatétényi Rózsakert tételeinek értékelése termés-dekorativitásra, matematikai modellek felhasználásával. Kertgazdaság, 50(4): 37-46.
6. Boronkay G. 2019. Kísérlet egy matematikailag kiegyensúlyozott rózsavirág-színrendszer létrehozására. XXV. Növénynevelési Tudományos Nap, Konferenciakötet, 243-246.
7. Boronkay, G. 2020. Colour Conversion Centre programs. Online, <http://ccc.org.free.com>.
8. Boronkay G. és Jámborné Benczúr E. 2009. Virágos dísznövények numerikus értékelése a levirágzás menete és a virágszín alapján - elsősorban rózsára (*Rosa* L.) kidolgozva. Kertgazdaság, 41(2): 66-74.
9. Boronkay, G., Jámbor-Benczúr, E. and Máthé, Á. 2009. Colour stability of the flowers of some rose varieties measured in CIEDE2000. Horticultural Science (Prague), 36(2): 17-24.
10. Brubaker, S.R. 2001. The Color Palette of Roses. RoseFile. Online: <http://www.ars.org/experts/color-palette.html>.
11. Central Bureau of the CIE, 2001. Improvement to industrial colour-difference evaluation. CIE Publication, 142-2001, Vienna.
12. Day, L.A. 2016. A Study of the Moiré Pattern of Tortoiseshell: Morphology of the Pattern, Techniques for Documentation, and Alterations of the Pattern and Shell by Accelerated Light Aging. University of California, Los Angeles. ProQuest Dissertations Publishing. 2016. 10118964.
13. De Vries, G., Van Keulen, H.A. and De Bruyn, J.W. 1974. Breeding research on rose pigments. The occurrence of flavonoids and carotenoids in rose petals. Euphytica, 23(1): 447-457.
14. De Vries, G.D.P.F., Dubois, L.A. and Van Keulen, H.A. 1980. Breeding research on rose pigments. II. Combining ability analyses of variance of four flavonoids in F1 populations. Euphytica, 20(1): 115-120.
15. Encycolorpedia. 2020. Encycolorpedia. Online: <https://encycolorpedia.com/paints>.
16. Eugster, C.H. and Fischer, E.M. 1991. The Chemistry of Rose Pigments. Angewandte Chemie International Edition. 30 (6).
17. Ferrante, A., Trivellini, A. and Serra, G. 2010. Colours Intensity and Flower Longevity of Garden Roses. Research Journal of Biological Sciences, 5(1): 125-130.
18. Fougère-Danezan, M.J.S., Bruneau, A., Gao, X.F. and Zhang, L.B. 2015. Phylogeny and biogeography of wild roses with specific attention to polyploids. Annals of Botany, 115(1): 275-291.
19. Földvári M. 2020. Színnév-színzótár. Online: <http://www.szintan.hu>.
20. Gonnet, J.F. 1998. Colour effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited - 1. A colorimetric definition using the CIELAB Scale. Food Chemistry, 63(3): 409-415.
21. Gonnet, J.F. 2003. Origin of the color of cv. Rhapsody in Blue rose and some other so-called “blue” roses. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(17): 4990-4994.
22. Heszky L. 2015. A virág színének géntechnológiai módosítása (lila szegfű, kék rózsza). Agrofórum, 26(1): 138-141.

23. Katsumoto, Y., Fukuchi-Mizutani, M., Fukui, Y., Brugliera, F., Holton, T.A., Karan, M., Nakamura, N., Yonekura-Sakakibara, K., Togami, J., Pigeaire, A., Tao, G.Q., Nehra, N.S., Lu, C.Y., Dyson, B.K., Tsuda, S., Ashikari, T., Kusumi, T., Mason, J.G. and Tanaka, Y. 2007. Engineering of the rose flavonoid biosynthetic pathway successfully generated blue-hued flowers accumulating delphinidin. *Plant and Cell Physiology*, 48(11): 1589-1600.
24. Mol, J., Grotewold, E. and Koes, R. 1998. How genes paint flowers and seeds. *Trends in Plant Science*, 3(6): 212-217.
25. Ogata, J., Kanno, Y., Itoh, Y., Tsugawa, H. and Suzuki, M. 2005. Plant biochemistry: anthocyanin biosynthesis in roses. *Nature*, 435(1): 757-758.
26. Paulson, M.E. 2018. Visible Effects of Adhesive and Pressure on Color in Kingfisher Feathers. University of California, Los Angeles, ProQuest Dissertations Publishing. 2018. 10828971.
27. Sharma, G., Wu, W. and Dalal, E.N. 2005. The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data and Mathematical Observations. *Color Research and Application* 30 (1):1. online, <http://www.ece.rochester.edu/~gsharma/cided2000>
28. The British Colour Council. 1938-1941. Horticultural Colour Chart I-II. H.N.: The British Colour Council.
29. The Royal Horticultural Society. 2015. The Royal Horticultural Society's Colour Chart. 6. edition. London, The Royal Horticultural Society
30. Uddin, A.F.M.J., Hashimoto, F., Kaketani, M., Shimizu, K. and Sakata, Y. 2001. Analysis of light and sucrose potencies on petal coloration and pigmentation of *Lisianthus* cultivars (*in vitro*). *Scientia Horticulturae*, 89(1): 73-82.
31. UPOV, 2010. Guidelines for the Conduct of Test for Distinctiveness, Uniformity and Stability, Rosa L. TG/11/8. Online: <http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg011.pdf>.
32. Young, M.A. and Schorr, Ph. 2007. Modern Roses 12. Shrewport, Louisiana, USA: The American Rose Society, 5.

Colorimetric criteria and instrumental measurements based petal colour system for outdoor roses suitable for field-work

BORONKAY G.

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Landscape Architecture,
Urban Planning and Garden Art, Rose Garden Budatétény

E-mail: boronkay.gabor@fruitresearch.naik.hu

Summary

A classification system has been developed based on new colorimetric principles to describe the flower colour of outdoor roses (*Rosa × hybrida* hort.). In contrast to the current colour standards (ARS/WFRS, UPOV) this system is colorimetrically balanced, suitable for algorithmic colour identification, but practical as well, as it is suitable for field-work without instrumentation. 131 colour classes are required for describing all the rose petal colours we know, which means 1054 cultivars, 8072 checked colours and 79,660 measured values. The system of the colour classes is based on the following chromatic conditions: 1) Each colour class is characterized by a measured and averaged petal colour in CIE L*a*b* colour space. 2) The chromatic differences in CIEDE₂₀₀₀ standard between the adjacent colour categories is limited ($5 < \Delta E_{00} < 7$); 3) Colour classes have to fill the colour space formulated by the possible petal colours evenly, without any lack of continuity. For checking this, the maximal length of a colour category (highest chromatic difference between two measured colour within a category) is predictable: $\Delta E_{00} = 12.12$ (based on solid diagonal of a hexagon with $a=7$ side length). 4) New class can only be inserted if a chromatic difference of a measured, new rose petal colour from the closest colour category is higher than $\Delta E_{00} = 6$. Accordingly, a category is unnecessary if no measured petal colour is found, which is close ($\Delta E_{00} < 6$) only to that category; 5) Due to uncertainty of samplings, some important categories can be left out of the system, because their chromatic distance is very close to the $\Delta E_{00} = 6$ limit. To fix it, a tolerance limit was calculated (10% of the mean ΔE_{00} between the measured petal-colours in a colour class), so the corrected limit of 4) section is $\Delta E_{00} = 5.8$. The colour classes have the following parameters: standardized colour name, chromatic parameters of the centroid, grouping, RHS colour chart coding, and reference cultivars.

Keywords: outdoor rose, flower colour, CIEDE2000, chromatic difference, classification

Szerzők:

Boronkay Gábor (kapcsolattartó szerző) - PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Budatétényi Rózsakert, 1223 - Budapest, Park u. 2.

Uborka (*Cucumis sativus* L.) F1 hibridek növekedési paramétereik és abszcizinsav érzékenysége

OSZLÁNYI RÉKA¹, PAPP ISTVÁN¹

¹Magyar Agrár- és Élettudomány Egyetem, Kertészettudományi Intézet, Növényélettan és Növényökológia Tanszék

e-mail: Oszlanyi.Reka@uni-mate.hu

Összefoglalás

Az uborka (*Cucumis sativus* L.) kertészeti szempontból kiemelt fontosságú haszonnövény, számos nemesített változata ismert, melyek termesztése szabadföldön és üvegházban egyaránt folyhat. A termésprodukción a nem megfelelő tápanyagellátottság esetleges vízhiány nagymértékben csökkentheti. Ezek a stresszhatások különbözőképpen érinthetik a két fajtacsoport (üvegházi és szabadon hajtattott) tagjait, aminek hátterében eltérő stressz toleranciájuk állhat. Ennek feltárása érdekében a fajtacsoportok részletes élettani vizsgálata indokolt, aminek eredményei segíthetik a nemesítők munkáját. Az abszcizinsav (ABA) egy terpenoid vázú növényi hormon, mely bizonyos stresszekkel szembeni tolerancia kiváltásában játszik szerepet. Összefüggés várható a növény ABA érzékenysége és stressztűrő képessége között. Kísérleteinkben három szabadföldi ('Szatmár', 'Szenzáció', 'Joker') és a három üvegházi ('Americana', 'Prior', 'Oitol') termesztésre nemesített uborka F1 hibridet vizsgáltuk morfológiai paramétereiket, illetve ABA érzékenységüket tekintve. Eredményeink alapján elmondható, hogy jelentős különbségek lelhetők fel a hibridek között. Megállapítottuk, hogy a szabadföldi hibridek gyökere jellemzően nagyobb az üvegházban hajtattott hibrideknél. A sziklevel felületet a megnyúlásos növekedéssel korreláló, érzékeny paraméternek találtuk. Ez az egyszerűen lemérhető növényi rész a nemesítési vonalak szelekciójában lehetőséget adhat a növekedési erély korai megállapítására. Továbbá a vizsgált fajták csíranövényeinek ABA érzékenysége különbözőnek bizonyult. Elmondható, hogy a külsőleg alkalmazott ABA a szabadföldi hibridek hajtás megnyúlását alig befolyásolja, azonban az üvegháziak növekedését jelentősen visszafogja. Ez az üvegházi termesztésre nemesített hibridek magasabb ABA érzékenységet jelzi.

Kulcsszavak: uborka, perlit, ABA-érzékenység, stressztűrő képesség, növekedési paraméterek

Bevezetés

A klímaváltozás éveiben hangsúlyossá váltak az abiotikus stressz hatásaival kapcsolatos kutatások. Egyre bővülő irodalmi források állnak rendelkezésünkre ezen kutatások eredményeivel és az azokból levont következtetésekkel, melyek nagymértékben segíthetik a nemesítők munkáját. Egyes termesztésbe vont haszonnövényeink stressztűrése javítására szorul, ehhez azonban szükséges a jelenlegi fajták növekedési paramétereinek és a stresszválaszok háttérmechanizmusainak részletesebb feltárása. Ez segítséget nyújthat a kedvezőtlenebb klíma hatásainak ellenállóbb genotípusok létrehozásában.

A stresszekkel szembeni tolerancia kialakulását számos faktor segítheti. Jelátviteli útvonalakon keresztül akklimációs mechanizmusok zajlódnak le, amelyeket sokféleképpen nyomon lehet követni. A növényi hormonok általában olyan szerves vegyületek, amelyek alacsony koncentrációban a növények fejlődését és növekedését szabályozzák, valamint összehangolják a növény működését a különböző külső környezeti tényezők változásaival. Jelátviteli útvonalakat aktiválnak (Davies 2010; Oka et al. 2012; Sytar et al. 2019), amelyek segítségével befolyásolják a növények akklimációs folyamatait biotikus és abiotikus stresszhatások fellépésekor (Choudhury et al. 2017).

Az abszcizinsav a szeszkviterpenoid vegyületek közé tartozó növényi hormon, aminek a növekedésben, fejlődésben és a stresszre adott válaszok kialakulásában van szerepe, transzportja a gyökerek felől a xilémbe, a levelek felől a floémbe történik. Legfőbb hatása a vízhiány fellépését követően a gázcsere nyílások záródása (Wang et al. 2010). Az ABA endogén módon történő termelődése végigkíséri a növény vízhiányos állapotát, valamint a magok érését. Fentiek alapján külsőleg alkalmazott ABA hatására várható a tolerancia növekedése a kedvezőtlen körülményeknek kitett növények esetében, valamint stressz nélkül is kiváltható a sejtek dehidratációját követő válaszreakció (Fujita et al. 2011). Kiemelendő, hogy a szárazságstressz elleni tolerancia molekuláris folyamataiban az abszcizinsav közvetítette válaszok nagy szerepet kapnak (Deák et al. 2017).

Az uborka (*Cucumis sativus* L.) a *Cucurbitaceae* család egyik legnagyobb mennyiségben nevelt, gazdasági szempontból fontos, nem klimakterikus légzést mutató (Jasso-Chaverria 2005), általában nyersen, vagy tartósított formában is fogyasztott tagja. Számos nemesített változata ismert (Wang et al. 2010; Yan et al. 2016). A laza, humuszban gazdag talajokat kedveli, azonban kertészetekben talajmentes közegekben is történhet a palánták nevelése. Többek közt az európai termesztők által kedvelt perlitben is vethető, utóbbi kiegyensúlyozott vízellátottságot, pH viszonyokat, optimális tápanyagellátást tesz lehetővé a növények számára (Singh et al. 2017; Glits et al. 2005). Vulkáni eredetű kőzetből készült, fizikailag stabil, kémiaiilag neutrális, könnyen kezelhető, baktérium és egyéb patogénektől mentes. Változatos szemcseméretben kapható közeg, uborkák esetében előnyös választás a jobb növekedés, valamint nagyobb termés hozatal tekintetében (Marsic és Jakse 2010).

Az uborka termesztése szabadföldön és üvegházban egyaránt folyik. A szabadföldben termesztett fajtákat alacsonyabb termésprodukciónak jellemzi, hőmérsékletigényük 20-30 °C (Dhakal et al. 2019). A meleg, csapadékos klímát kedvelik, termésüket általában a konzervipar hasznosítja (Glits et al. 2005). Az üvegházi uborkafajták vízigénye még nagyobb, általában gyorsabb növekedésűek, mint a szabadföldiek. Nagyobb tápanyagigénnyel is rendelkeznek, gyors növekedésük miatt produktívitasuk nagyobb, mint a szabadföldön termesztetteké (Singh et al. 2017). A termékek mérete és tömege a fajta típus mellett nagyban függ a megfelelő tápanyag és vízellátottságtól (Wang et al. 2010).

Kísérletsorozatunkban szabadföldi és üvegházi termesztésre nemesített F1 uborka hibridet vizs-

gáltunk. Arra kerestük a választ, hogy a választott hibridek esetében van-e különbség a növekedésre jellemző paraméterekben (hajtás-, hipokotil- és gyökérzet növekedés, száraztömeg gyarapodás), valamint a fajták abszcizinsav érzékenysége között.

Anyag és módszer

A kísérleteknél három szabadföldi ('Joker', 'Szatmár', 'Szenzáció') és három üvegházi ('Prior', 'Oitol', 'Americana') F1 hibriddel dolgoztunk, a vetőmagok beszerzési helyéről az [1. táblázatban](#) található információ.

1. táblázat. A kísérletekben használt vetőmagok forrásai

Hibridek neve	Ország
Szatmár	ZKI Ltd., Hungary
Szenzáció	Budapest Gardenseed Ltd, Hungary
Joker	ZKI Ltd., Hungary
Americana	Orosco Co., Hungary
Oitol	Semillas Fito Co., Spain
Prior	Semillas Fito Co., Spain

Table 1. The sources of seeds used in this study

A morfológiai mérésekhez fajtánként négy - négy magot 12 cm átmérőjű, kerteszetben használatos perlittel (szemcseméret: 0-3 mm; 0-6 mm) megtöltött cserepekbe vetettünk el. A vetést megelőzően, a csírázás elősegítésére a magokat előáztattuk desztillált vízben 24 órán keresztül 25 °C-on. Általában az uborkamagok csírázása három napot vesz igénybe, kevés fény mellett ajánlott (Kappel, 2011). Ezért a vetést követően két napig fény nélkül inkubáltuk őket. Ezt követően hosszú nappalos megvilágítás (16 óra fény/8 óra sötét, fényintenzitás: 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) 25 °C, 55-60 % relatív páratartalom mellett fényszobában neveltük őket 21 napig. A palánták öntözése cserepenként 200-250 ml desztillált vízzel történt kétnaponta.

21. napos növényeken a hipokotil hosszát és a főgyökérzet megnyúlását vonalzóval állapítottuk meg. A száraztömeg méréséhez a növényekről szedett földfeletti hajtást, vagy gyökérzetet alufóliában csomagolva, 80 °C hőmérsékleten tömegállandóságig szárítottuk, ezt követően a szárított részek tömegét analitikai mérleggel mg pontossáig határoztuk meg. A sziklevek felületét a $LA=k(s \cdot h)$ (s:szélesség, h:hosszúság, $k=0,87$) képlettel számítottuk ki. Kísérleteinket kétszer ismételtük meg.

Az ABA érzékenység mérését célzó *in vitro* kísérlethez fajtánként 15-15 magot, szűrőpapírral bélelt, 18 cm átmérőjű Petri csészébe helyeztünk, majd 20 ml mock oldatot adtunk a kontroll, illetve 20 ml 5 μM koncentrációjú abszcizinsav oldatot az ABA kezelt növényekhez. A növények nevelése 7 napon át hosszú nappalos megvilágítás (16 óra fény/8 óra sötét, fényintenzitás: 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), valamint 25 °C mellett, fényszobában történt. A növények kezeléséhez kizárólag a Petri csészében levő oldatokat két naponta 20 ml mock ill. 5 μM ABA oldattal cseréltük le.

Az 5 μ M ABA oldatot 3 mM ABA törzsoldatból készítettük, ehhez a Duchefa Biochemie B.V. által előállított abszcizinsav készítményt használtuk fel. A törzsoldat készítése: 1,6 mg abszcizinsavat feloldottunk 2 ml 0,1 N NaOH oldatban. A kontroll növények kezeléséhez mock oldatot használtunk, mely elkészítésénél 210 ml desztillált vízhez 350 μ l 0,1 N NaOH oldatot adtunk.

A hajtások friss tömegéhez a növényekről a gyökereket eltávolítottuk, majd megmértük analitikai mérleggel, tömegüket mg pontossággal határoztuk meg. A palánták főgyökérzetének megnyúlását, vonalzót használva cm-ben állapítottuk meg. Kísérleteinket kétszer ismételtük meg.

A kapott adatok kiértékelését a Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, 2013) táblázatkezelő programmal végeztük (átlag, szórás, grafikonok szerkesztése). A statisztikai elemzéseként használt egyszempontos ANOVA analízist és az ehhez kapcsolódó homogenitás vizsgálatot (Levene teszt), a normalitás vizsgálatot (Shapiro-Wilk teszt), továbbá a posthoc Tukey-b tesztet az IBM SPSS Statistics (Version 25; 2015, USA) program segítségével végeztük. Eredményeinket $p < 0,05$ szignifikancia szint mellett hasonlítottuk össze.

Eredmények és megvitatásuk

Morfológiai paraméterek vizsgálata

A perlitben nevelt 21 napos növényeken végzett kísérleteink eredményei az 1. és 2. ábrán láthatóak. A gyökérzet és hajtás száraztömegek esetében megfigyelhető a 'Szenzáció' fajta erőteljes növekedése a többi szabadföldben hajtattott hibridhez képest. Az üvegházi fajták hajtás száraztömeg értékei ezt kivéve magasabbak, a gyökérzet esetében viszont nem figyelhető meg egyértelmű összefüggés (1.A és B ábra). A 2.A ábrán jól látható, hogy a hipokotil hosszak esetén a két csoport teljes mértékben elkülöníthető. Itt az üvegházban hajtattott hibridek minden esetben szignifikánsan nagyobb értékekkel rendelkeztek, mint szabadföldben hajtattott társaik. Kimagasló megnyúlási értékkel az 'Americana' fajta bír, a szabadföldi 'Szenzáció' ugyanakkor megközelítette az üvegházi típusokat. A 2.B ábra alapján a legnagyobb gyökérméretet a 'Szenzáció' hibrid adja, de a 'Joker' és a 'Szatmár' is a hosszabb gyökerű csoporthoz tartozik. Az üvegházi hibridek ugyanakkor kisebb gyökérméret értékeket mutattak. Összességében elmondható, hogy a megnyúlásos növekedésre jellemző hipokotil hossz esetében az üvegházi, a gyökérhossz esetében a szabadföldi hibridek adtak magasabb értékeket. Feltehető, hogy az üvegházi fajtáknál tapasztalt erőteljesebb megnyúlásos növekedést a kontrollált környezeti feltételek és az inkubálási idő alatt alkalmazott magasabb hőmérséklet teszik lehetővé, míg a szabadföldi fajtáknál a mélyre hatoló gyökérzet biztosíthatja a megfelelő víz és tápelem utánpótlást. Érdekes módon a sziklevél felületet a megnyúlásos növekedéssel korreláló, érzékeny paraméternek találtuk. Ez az egyszerűen mérhető növényi rész a nemesítési vonalak szelekciójában lehetőséget adhat a növekedési erély korai megállapítására.

1. ábra. Perlitben nevelt uborka F1 hibrid csíranövények száraztömeg értékei
A: hajtás, B: gyökérezet

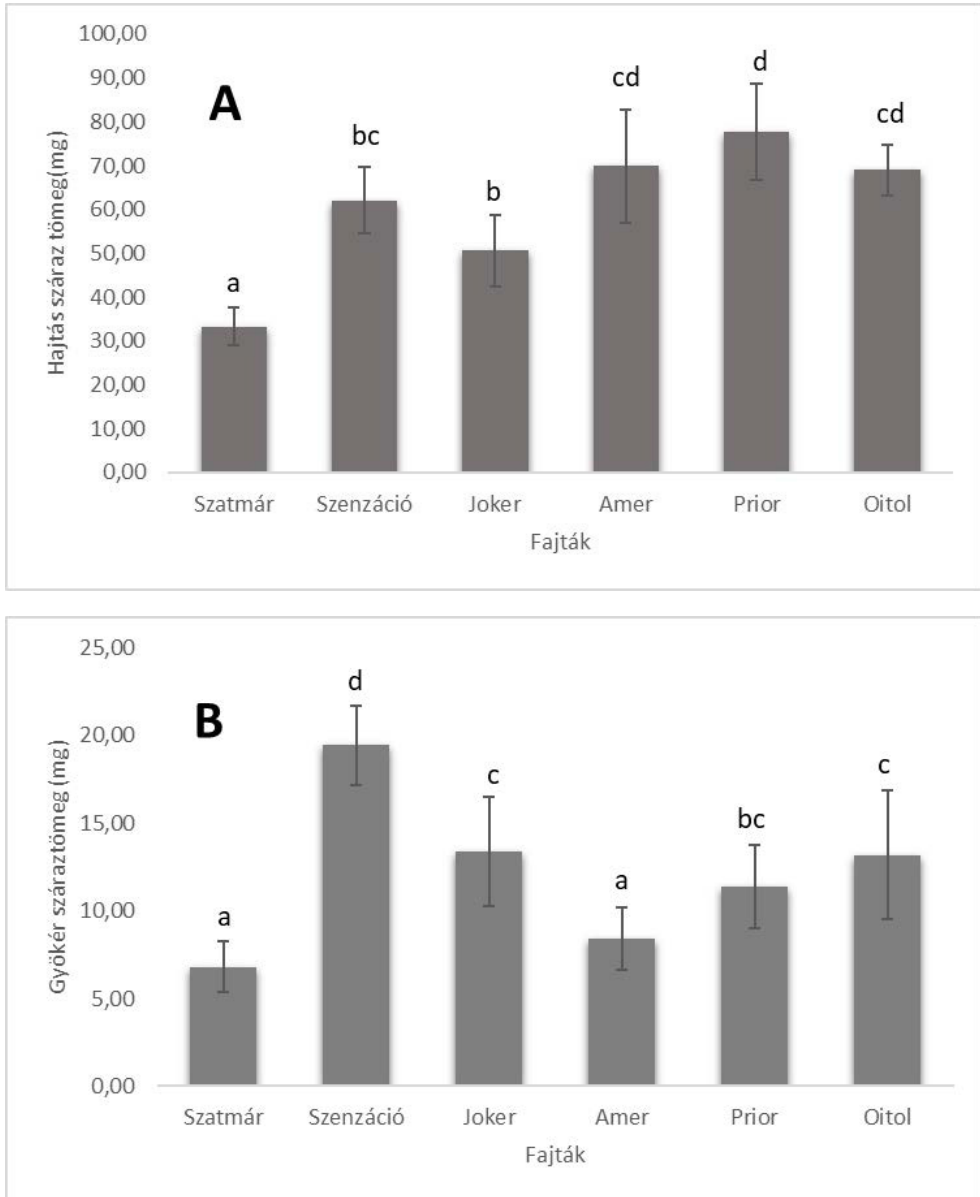


Figure 1. Dry mass of seedlings of cucumber F1 hybrids

2. ábra. Perlitben nevelt uborka F1 hibrid csíranövények növekedési paramétereit
A: hipokotilhossz, B: gyökér hossz, C: sziklevelelfület

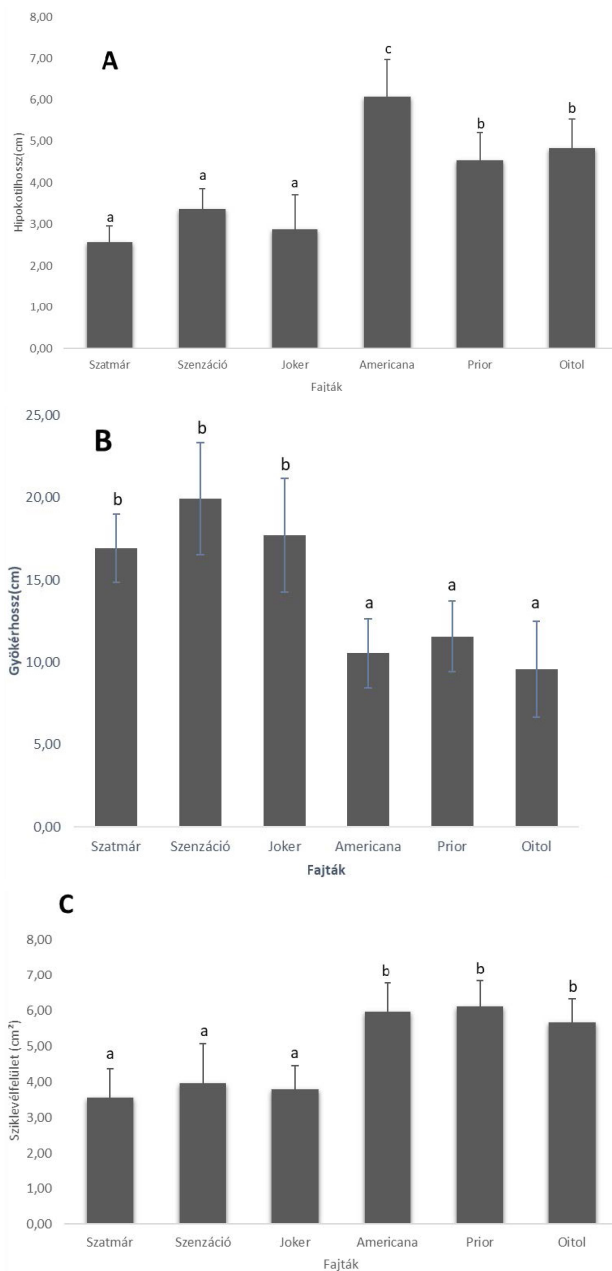


Figure 2. Growth parameters of seedlings of cucumber F1 hybrids

ABA érzékenység vizsgálata

Az alkalmazott kísérleti körülmények mellett a 'Szenzáció' fajta magjai rendkívül vontatottan csíráztak minden esetben. Ezért ebből a hibridből nem tudtunk a statisztikai analízishez szükséges számú adatot nyerni, így a fajtát kivettük méréseinkből.

Az ABA bizonyos stresszvázások mellett számos fejlődési mechanizmust irányít a növényekben. Egyik jól ismert hatása a gyökér és hajtásnövekedés visszafogása stresszhatás alatt. Külsőleg alkalmazott ABA oldattal kezelt csíranövények esetében a bekövetkező gátlás mérése segíthet a hormonérzékenység kimutatásában (Thole et al. 2014). Kísérleteinkben az ABA gátló hatása a hipokotil megnyúlást illetően nem volt egyértelműen kimutatható. A hajtások friss tömegének mérési eredményei azonban jól mutatják, hogy egyes hibridek esetében az alkalmazott ABA gátolta a növekedést, ami szemmel is jól látható a Petri csészékben nőtt csíranövényeken. Szignifikáns eltérés volt az üvegházban hajatott 'Prior' és 'Oitol' és 'Americana' fajtáknál a kezelt és kontroll növények között, ez ennek a hibrid típusnak a magasabb fokú hormon érzékenységét mutatja (3-4. ábra).

3. ábra. *In vitro* nevelt uborka F1 hibridek: „A”: 5 μ M abszcizinsav oldattal kezelt csíranövények, „K”: kontroll (mock) oldattal kezelt csíranövények

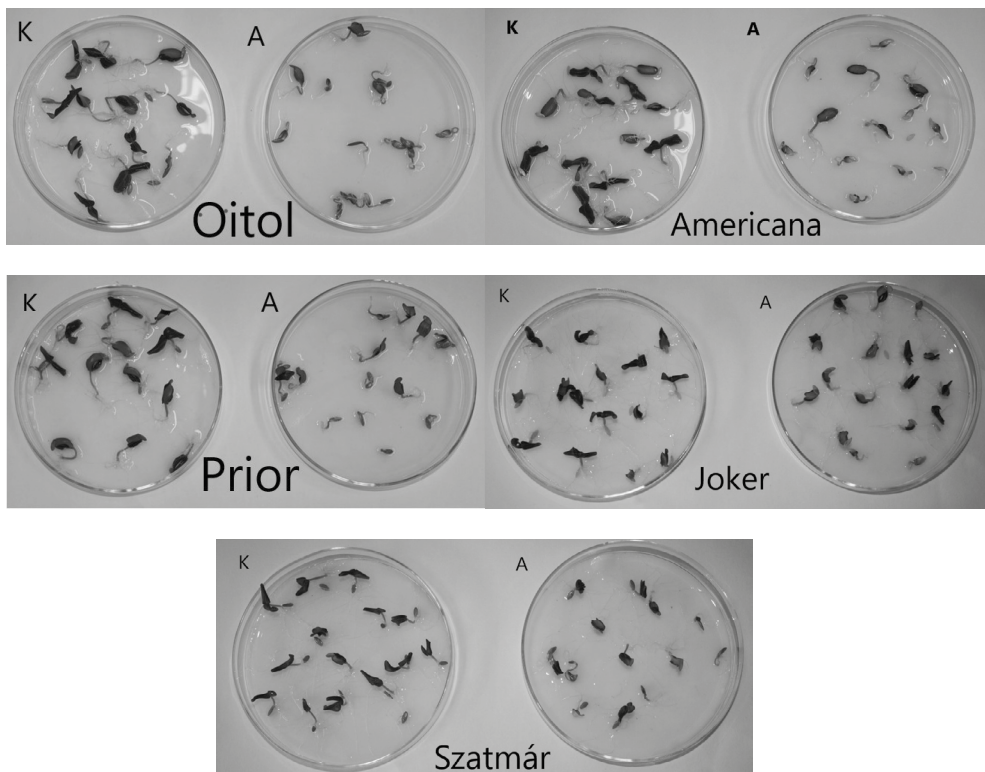


Figure 3. *In vitro* cucumber F1 hybrids

4. ábra. *In vitro* körülmények között nevelt uborka F1 hibridek: (A) főgyökér hossz és (B) hajtások friss tömegeinek értékei. A kezelés kontroll (mock) illetve 5 μ M ABA oldattal történt

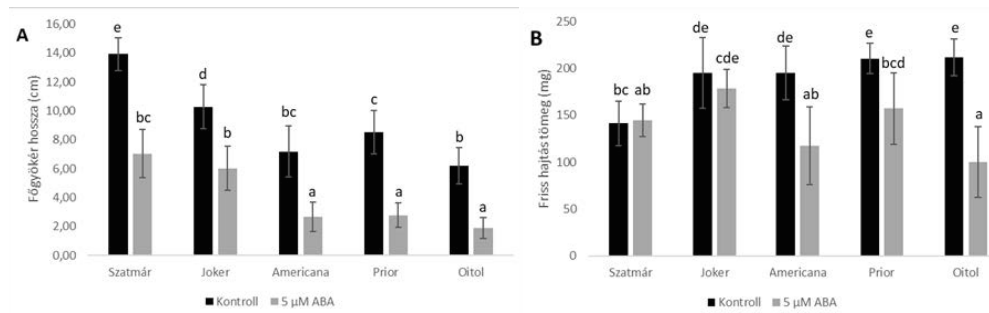


Figure 4. *In vitro* cucumber F1 hybrids

A hormon külsőleg történő alkalmazásával az előidézett gátlás mérésével egy genotípus ABA érzékenysége jól meghatározható. A növekedésgátlás mechanizmusára nézve feltételezzük, hogy az az aktív gibberellinek bioszintézisének visszafogásán keresztül zajlik, amit *Arabidopsis thaliana* növényeken végzett kísérletekben írtak le (Lorrai et al. 2018). Méréseink kezdetén azt feltételeztük, hogy a szabadföldön termesztett fajták esetleg érzékenyebben reagálnak a külsőleg alkalmazott ABA történő kezelésre. Ez magyarázhatta volna a fajták eltérő stressztoleranciáját. Az ABA segíti a növényt a száraz időszakokban a jobb alkalmazkodáshoz a gázcserenyílások záródásának szabályozásával, valamint például a hajtás növekedés gátlásával. Az üvegházban nevelt fajták közel optimális feltételek mellett növekednek, emiatt az ő esetükben a stresszhormonok hatásai kevésbé kell, hogy megnyilvánuljanak. Eredményeink alapján elmondható, hogy az ABA kezelt és kontroll uborkafajták gyökéretének megnyúlása között minden esetben találtunk szignifikáns különbséget. A szabadföldben termesztett és üvegházi fajták válasza között azonban nem volt egyértelmű különbség. A gyökér megnyúlásának mérése alapján tehát nem találtunk egyértelmű bizonyítékot az ABA érzékenység különbségére, ami az eltérő stressztűrőképességet magyarázhatná. A hajtás friss tömegének méréséből azonban az a következtetés vonható le, hogy az üvegházi hibridek érzékenyebben reagáltak az abszcizinsavra. Ez a megfigyelés arra utal, hogy esetleg a növények szöveti ABA koncentrációja lehet eltérő. Így a szabadföldi fajtáknál az eleve (feltételezhetően) magasabb szöveti szintű ABA hatásaihoz képest kisebb mértékű további növekedésgátlási választ látunk külső abszcizinsavas kezelésnél. A feltevést a vizsgált hibridek szöveti ABA koncentrációinak meghatározása válaszolhatja meg.

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a szabadföldi hibridek gyökere jellemzően nagyobb az üvegházban hajtított hibridekéknél. Kísérleteink során továbbá bizonyítékot találtunk arra, hogy az üvegházi uborka hibrideknek a szabadföldiekénél magasabb az abszcizinsav érzékenysége.

Felhasznált irodalom

1. Choudhury, K.C., Rivero, M.R., Blumwald, E. and Mittler, R. 2017. Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. *The Plant Journal*, 90: 856-867.
2. Davies, P. 2010. The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence, and Functions. *Plant Hormones*. In: *Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. 1-15.
3. Deák, C., Jäger, K., Nagy, V.A., Oszlányi, R., Barnabás, B. and Papp, I. 2017. C-repeat binding factor and dehydrin genes are induced co-ordinately in drought tolerance response of wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 9(2): 18-26.
4. Dhakal, S., Karki, M., Subedi, P. and Aarati, G.C. 2019. Effect of Ethephon Doses on Vegetative Characters, Sex Expression and Yield of Cucumber (*Cucumis sativus* cv. Bhaktapur Local). In: *Resunga Municipality, Gulmi, Nepal*. IJASBT. 370-377.
5. Fujita, Y., Fujita, M., Shinozaki, K. et al. 2011. ABA-mediated transcriptional regulation in response to osmotic stress in plants. *Journal of Plant Research*, 124: 509-525.
6. Glits M., Gólya E., Gyúró J., Gyórfi J., Hodossy S., Holb I., Hráskó I., Kovács A., Kovácsné Gyenes M., Nagy Gy., Nagy J., Némethy Z., Ombódi A., Péntes B., Slezák K., Szóriné Z.A., Terbe I. és Zatykó F. 2005. Zöldségtermesztés természetberendezésekben. SZIE Kertészettudományi Kar Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék. Budapest, 32-40.
7. Jasso-Chaverria, C., Hochmuth, G.J., Hochmuth, R.C. and Sargent, S.A. 2005. Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. *Horticultural Technology* 15(3): 565-571.
8. Kappel N. (szerk.) 2011. Töklék termesztése. Mezőgazda Kiadó Kft. Budapest. 55-58.
9. Lorrain, R., Boccaccini, A., Ruta, V., Possenti, M., Costantino, P. and Vittorioso, P. 2018. Abscisic acid inhibits hypocotyl elongation acting on gibberellins, DELLA proteins and auxin. *AoB Plants*. 10(5): 061.
10. Marsic, K.N. and Jakse, M. 2010. Growth and yield of grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.) on different soilless substrates. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2): 654-658.
11. Oka, M., Shimoda, Y., Sato, N., Inoue, J., Yamazaki, T., Shimomura, N. and Fujiyama, H. 2012. Abscisic acid substantially inhibits senescence of cucumber plants (*Cucumis sativus*) grown under low nitrogen conditions. *Journal of Plant Physiology*, 169(8): 789-796.
12. Singh, M.C., Singh, J.P., Pandey, S.K., Mahay, D. and Shrivastva, V. 2017. Factors affecting greenhouse cucumber cultivation- a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(10): 2304-2323.
13. Sytar, O., Kumari, P. and Yadav, S. 2019. Phytohormone Priming: Regulator for Heavy Metal Stress in Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*. 38: 739-752.
14. Thole, J.M., Beisner, E.R., Liu, J., Venkova, S.V. and Strader L.C. 2014. Abscisic Acid Regulates Root Elongation Through the Activities of Auxin and Ethylene in *Arabidopsis thaliana*. *G3 Genes, Genomes, Genetics*, 4(7): 1259-74.
15. Wang, S., Siu, X., Hu, L., Sun, J., Wei, Y. and Zhang, Z. 2010. Effects of exogenous abscisic acid pre-treatment of cucumber (*Cucumis sativus*) seeds on seedling growth and water-stress tolerance. *New Zealand Journal of Crop Horticultural Science*, 38(1): 7-18.
16. Yan, S., Che, G., Ding, L., Chen, Z., Liu, X., Wang, H. and Zhang, X. 2016. Different cucumber CsYUC genes regulate response to abiotic stresses and flower development. *Scientific Reports*, 6: 20760.

Growth parameters and abscisic acid sensitivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) F1 hybrids

OSZLÁNYI, R. ¹, PAPP, I. ¹

¹ Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Horticultural Science, Department of Plant Physiology and Plant Okology

e-mail: Oszlanyi.Reka@uni-mate.hu

Summary

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is an economically and nutritionally important vegetable crop cultivated in open field and also in greenhouses worldwide. Climate change profoundly affects annual production of this crop by challenging plants with abiotic stresses that frequently cause their impaired growth and development. Thus, it is important to examine how cultivated cucumber hybrids are adapted to their respective production systems, and how they respond to stresses. Abscisic acid (ABA) is a terpenoid phytohormone that has multiple roles in plant stress signaling and development. ABA responses may have a strong relationship with crop yields. In our experiments morphological parameters and abscisic acid sensitivity of open field ('Szatmár', 'Szenzáció', 'Joker') and greenhouse grown ('Americana', 'Prior', 'Oitol') cucumber F1 hybrids were examined. Results showed variable growth and ABA responses, confirming our assumption about intraspecies diversity and establishing significant differences among the hybrids. We found that open field cultivated hybrids typically have larger roots than those grown in greenhouse. Cotyledon surface area was found to be a sensitive parameter correlating with elongated growth of the seedlings. This easily measurable parameter can provide an opportunity to determine growth intensity in early development of the plants for efficient selection of breeding lines. Furthermore, ABA sensitivity of the studied cultivar hybrids proved to be different. Externally applied ABA had little effect on shoot elongation of open field hybrids, however, it significantly inhibited growth of those adapted to greenhouse. This indicates higher ABA sensitivity of greenhouse cultivated hybrids.

Keywords: cucumber, perlite, ABA sensitivity, stress tolerance, morphological parameters

Szerzők

Oszlányi Réka (kapcsolattartó szerző) – egyetemi tanársegéd, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Alkalmazott Kémia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Papp István – DSc, egyetemi tanár, MATE Kertészettudományi Intézet, Növényélettan és Növényökológia Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44/A.

VAN MÉG MIT MONDANUNK:



LAPOZZON BELE
TOVÁBBI FOLYÓIRATAINKBA IS!

Archív lapszámok és előfizetési információk a www.agrarlapok.hu oldalon.



80 éves Zatykó Lajos paprikanemesítő



A kertész szakmában, mind a tudományos életben, mind a termesztésben dolgozók között a Zatykó név sokak számára ismerősen hangzik. Nem véletlenül, hiszen Édesapja, nagybátyjai, unokatestvére és testvére (több mint tízen) is kiemelkedő egyéniségek voltak a kertészeti kutatásban, oktatásban, termesztésben.

Zatykó Lajos 1940-ben született Baján. Már gyermekkorában vonzódott a kertészethez, szüleinek egyszer úgy nyilatkozott, hogy napszámos szeretne lenni. Később ezt a mozdonyvezetői, majd a rajztanári állás iránti érdeklődés váltotta fel. A szülői elhatározás azonban a gimnázium felé terelte, majd a Kertészeti és Szőlészeti Főiskolán folytatta tanulmányait, ahol 1963-ban kapott kertész-mérnöki diplomát. Doktori disszertációját 1969-ben védte meg a Kertészeti Egyetemen. Már, mint vezető kutató végezte el 1975-ben Gödöllőn a mezőgazdasági genetikus szakmérnök képzést. Arany diplomáját 2013-ban vehette át akkor éppen a Szent István Egyetemen.

A főiskola elvégzése után állást kapott Budatétényben a Kertészeti Kutató Intézetben, ahol két lehetőség kínálkozott számára: dr. Csatári-Szűts Kálmán mellett, aki zöldborsó- és bab nemesítéssel foglalkozott, vagy dr. Angeli Lambert mellett, aki a paprikanemesítési csoport vezetője volt. Angeli Lambert döntött: „Dolgozzon mellettem a fiatalember!” Így kezdte paprikanemesítői pályafutását 1963-ban, amit azóta is (57 éve!) töretlenül folytat. Hitvallása, hogy „a nemesítést nem lehet abba hagyni, ez nem munka, ez hivatás”. A hosszú évek alatt sok átszervezésen ment keresztül az Intézet, de ő 41 éven keresztül ugyan annál az íróasztalnál dolgozott, 1973-tól mint a paprika nemesítési csoport vezetője, majd mint az Intézet kutatási igazgatója. Nyugdíjba menetele után rövid ideig egy külföldi érdekeltségű nemesítő cégnél volt tanácsadó, majd 2006-ban felkérést kapott az Orosco Kft. tulajdonosától (nemesítő és zöldség vetőmag forgalmazó családi vállalkozás), hogy nemesítsen a cég számára paprika fajtákat.

Az Intézetben a paprika nemesítés fő iránya a fehér, csípősségtől mentes úgynevezett tölteni való paprika, a csípős hegyes paprika és a paradicsomalakú paprika nemesítése volt. A tájfajtákból egyszerű szelekciós nemesítéssel hoztak létre jobb genetikai- és gazdasági értékű fajtákat. A hatvanas évek második felében fogalmazódott meg az a gondolat, hogy szükség lenne az akkoriban szinte egyedüli vírus betegség a (TMV - dohánymozaik vírus) rezisztencia nemesítésre, így indult el ez a nemesítési munka is, melynek eredménye az első TMV rezisztens fajta a 'D Cecei' volt. A termesztésben is nagy technológiai változások folytak, és ebben az időben komoly kihívás volt,

hogy a konzervgyárak részére olcsó, jó minőségű alapanyag álljon rendelkezésre. A nemesítés is igazodott ehhez a feladathoz és Zatykó Lajos és csoportja megalkották – a még Angeli vezetése alatt nemesített 'Csokros felálló' és 'Csokros csüngő' fajták utódját – a szabadföldi gépi betakarításra és hajtásra is alkalmas 'Fehérözön' fajtát. (A fajta immár több mint 40 év után is igen kedvelt a házikertészek körében.) Az elmúlt évtizedek munkája során vezetésével közel 60 paprika fajta, F₁ hibrid született. A teljesség igénye nélkül néhány: 'Táltos' (az első *Verticillium* toleráns fajta), 'Boni', 'Greygo', 'Édesalma', 'Cecil', 'Century', 'Cindel', 'Cirus', 'Estilla'. A sort hosszan folytathatnánk. Ma már a vezetése alatt álló kutató csoport nem csak belföldi célra nemesít, hanem a balkáni országok igényeire is.

Tudományos munkásságát a fajták mellett több mint 150 különböző publikáció fémjelzi. A paprikatermesztés terén 7 könyv szerkesztője és társszerzője. Feleségével együtt (aki szintén kertészmérnök) sikeres könyvük a „Nagy öröm a kiskert”, mely eddig már 6 kiadást ért meg.

Az ISHS keretén belül a három évenkénti rendszerességgel megrendezésre kerülő paprika- és tojásgyümölcs nemesítők konferenciáin rendszeresen jelent meg, előadással, poszterrel. Ugyanígy kutatási eredményeivel találkozhattunk a hazai Növénynemesítési Napokon is.

A Magyar Növénynemesítők Egyesületének alelnöke volt két cikluson keresztül, és munkája mellett a Növényi Génbank Tanács munkájában is éveken keresztül részt vállalt. Címzetes egyetemi docensi rangot kapott 1989-ben. Munkájának elismerésül a Magyar Gyula Alapítvány Nemesítői Nagydíját kapta 1994-ben, 2005-ben a szaktárca minisztériuma Fleischmann díjjal jutalmazta. 2010-ben Szalva Péter emlékplakettel tüntették ki.

Értékes nemesítői tudását önzetlenül, mindennemű szakmai féltékenység nélkül, szeretettel és türelemmel igyekszik utódjainak átadni. Több „tanítványa” is sikeresen folytatja a paprikanemesítés tudományát.

Kertészeti tudását nem csak tudományos célokra fordítja, hanem nagy szeretettel tanítja, neveli az embereket, akik szabadidejükben kertjeikben szeretnének eredményesen kertészkedni. Számtalan Kertbarát Klubban tart évről – évre előadásokat, sőt saját kertjében a Budatétényben élő kertbarátoknak több száz paprika és paradicsom palántát nevel térítésmentesen. Itt a kerületben kapta meg 2017-ben a Gráf Antal elismerést.

Kívánunk munkájához jó egészséget és további sok sikert!

Dr. Moor Andrea

Dr. Vétek Gábor (1980 – 2020)

Vétek Gábor 1980. augusztus 19-én, Budapesten született. Miután édesapját 16 évesen elvesztette, megözvegyült édesanyja, nagy szeretettel, gondoskodással egyedül nevelte.

A középiskolai tanulmányait Újpesten a Babits Mihály Gimnáziumban végezte. Felsőfokú tanulmányait 1998-ban, a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen a nappali tagozatos, okleveles kertészmérnök képzés keretében kezdte el.

A 1999-től diákkörös hallgatóként, önálló feladattal bekapcsolódott a Rovartani Tanszéken folyó, a málna vesszőpusztulás rovartani okait kutató munkába. E témában írott tudományos diákköri dolgozatával 2003-ban a XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencián szekciójában első helyezést ért el. Munkájával elnyerte „A Környezetbarát Növényvédelemért Alapítvány” I. díját, a Fáy András kutatási ösztöndíjat, továbbá a Pro Scientia Aranyérem kitüntetést.

A növényvédelmi szakirányult okleveles kertészmérnöki diplomájának megszerzését követően (2003), tanulmányait doktorandusz hallgatóként folytatta. A „Vesszőpusztulást okozó málnakártevők környezetkímélő populáció-szabályozása” című PhD értekezését 2008-ban Summa cum laude minősítéssel védte meg.

A Rovartani Tanszék oktatójaként hat tárgy oktatásában magyar és angol nyelven vett részt. Növényorvos MSc képzésben a Megporzó rovarok, méhészet tantárgy felelőse volt. A határon túl, Zentán folyó, olykor a hétvégéket is igénybe vevő képzésünk feladatát is ő látta el. A Kazah Nemzeti Agrár egyetemen meghívott vendégoktatóként rovartani kurzust tartott. Mindig naprakész ismeretekkel állt a diákok elé. A szakmai pályafutása során szerzett széleskörű ismeretei, jó előadó készsége, oktatási rutinja ellenére mindig lelkiismeretesen készült az előadások megtartására. Hallgatói szerették, színvonalas előadásaiért, nyílt, őszinte egyéniségéért és segítőkészségéért.

Fő kutatási területe az „integrált növényvédelmi technológiák fejlesztési lehetőségei kertészeti kultúrákban, továbbá az „idegenhonos, illetve inváziós rovarfajok elterjedése, biológiája és a védekezés lehetőségei”. Kutatói teljesítményére a nemzetközi tudományos életben is felfigyeltek. A Rovartani Tanszék határon átnyúló, nyertes pályázatainak előkészítésében és megvalósításában meghatározó szerepe volt. Vétek Gábor mindenütt a kutatási együttműködés lehetőségét kereste itthon is, és szerte a nagyvilágban. Nemzetközi kutatási együttműködésének szálai az Európai Unió tagországaitól, Kínán és Vietnámon keresztül, Új Zélandig vezettek. Publikációi révén jelentős nemzetközi ismertségre tett szert, 147 publikációja jelent meg oktató-kutató pályájának 17 éve alatt, kiemelkedő idézettségi mutatókkal.

A szakmai közéletben széleskörű tevékenységet végzett. 2013-tól a Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara Oktatási és Továbbképzési Bizottságának elnöki feladatait is ellátta. 2008-tól haláláig, a Magyar Növényvédelmi Társaság Agrozoológiai Szakosztályának titkáráként, az évente megrendezésre kerülő Növényvédelmi Tudományos Napok rendezvényeinek szervezésében és lebonyolításában jelentős szerepet vállalt. A Magyarországon rendezett 7th Workshop on Integrated Soft Fruit Production nemzetközi (IOBC) konferencia magyarországi főszervezője és egyben szekcióelnöke is volt, továbbá a IXth European Congress of Entomology rendezvénynek, szintén szekció-társzervezője és társelnöke volt. A Növényvédelem c. folyóirat szerkesztőségében (2013-tól) a rovar-tani és technológiai cikkek szaklektora volt.

A Kertészettudományi Kar TDK elnöki feladatait 2019-től kezdődően látta el. Még 2020 őszén sikeresen megszervezte a Kar on-line TDK konferenciáját, majd a hallgatók nevezését előkészítette a 35. Országos Tudományos Diákköri Konferenciára. Szakmai munkájáért az évek során több kitüntető elismerést kapott. Ezek az elismerések fontos visszajelzések voltak számára, de a legnagyobb elismerést a vele együtt eredményesen dolgozó diákjainak sikere, és az előadásait hallgatók érdeklődése és lankadatlan figyelme jelentette.

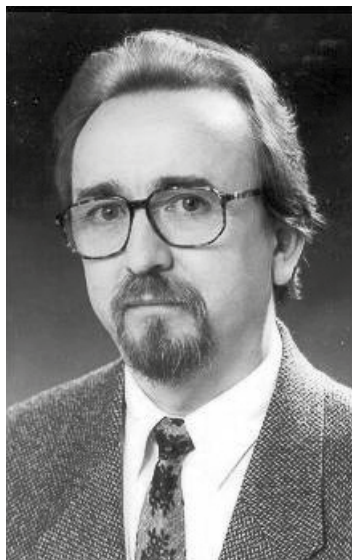
Az oktatói és kutatói pályán töltött évek, sok munkát és egyben szép szakmai sikereket hoztak Véték Gábor számára. Tanult, hogy taníthasson, példát mutatott, hogy a diákság soraiban követőkre leljen. Családja felé is mindig maximális odafigyeléssel fordult. Két gyermeküket nagy szeretetben nevelték. Sokat dolgozott, de a hétvége mindig a családé, a gyerekeié volt. A családi összhangot - melyet szüleinél gyermekkorában megtapasztalt és megkapott - minden esetben megteremtette. Példa értékű családapaként gondol rá családja és emlékeit szívében megőrzi.

Dr. Véték Gábor a Szent István Egyetem Rovartani Tanszékének docense, 2020. augusztus 19-én töltötte be a negyvenedik életévét. Tele volt tervekkel, ambícióval, és teljesítésre váró oktatási és kutatási feladatokkal. A Tanszékünk hagyományos évváró „karácsonyi” összejövetelét még megszervezte, de azon már az önkéntes karanténba vonulása okán, csak on-line vehetett részt. Karácsony másnapján, 2020. december 26-án hunyt el. Váratlan halála egy fiatal, tehetséges és sikeres pályatársunk életének, pályafutásának végét jelenti.

Halála mindnyájunkat mélységesen megrendített. Gyászunkat, a család és a barátok, a kollégák, pályatársak gyászát enyhíti, hogy akik ismerték örökké derűs egyéniségét, a Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara vezetése és tagsága osztozik Gábor elvesztése iránt érzett fájalmunkban. Emlékét megőrizzük szívünkben és gondolatainkban.

Dr. Pénzes Béla
ny. egyetemi tanár

Dr. Petrányi István (1951 – 2021)



1951. június 23-án született Gödöllőn, értelmiségi családban. Általános iskolai tanulmányait még Gödöllőn, középiskolai tanulmányait pedig már a kiskunfélegyházi Mezőgazdasági Technikumban végezte, ahol elsősorban a növénytermesztéssel kapcsolatos tárgyak érdekelték. 1969-ben sikeresen felvételizett a keszthelyi Agrártudományi Egyetem mosonmagyaróvári Karára, ahol 1970-ben kezdte meg tanulmányait, és öt év múlva agrármérnöki diplomát szerzett. Az egyetem elvégzése után a Pest Megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomáson helyezkedett el, és munkakörének megfelelően az MTA vácrátóti Botanikai Kutató Intézetébe irányították, hogy kapcsolódjon be Magyarország gyomflórájának a vizsgálatába. Ebből az időszakból kiemelkedik a botanikus, gyomkutató tudós Dr. Ujvárosi Miklóssal való munkakapcsolata, a növényföldrajz és a növényrendszertan világhírű tudósával a kétszeres Kossuth-díjas Soó Rezső akadémikussal, és a szintén világhírű Csapody Vera növényfestő botanikus-sal való találkozása. A gyomok elleni védekezés és általában

a növényvédelem kérdéseinek részletesebb megismerése céljából beiratkozott a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Termesztési Karára, ahol 1979-ben növényvédelmi szakmérnöki képesítést szerzett. Ezt követően munkáját a Növényvédelmi és Agrokémiai Állomáson gyombiológusként folytatta tovább.

Feladata volt a megyei védekezési felhívások készítése, bírósági szakértés, megyén belüli továbbképzéseken, tanfolyamokon és egyéb „céges” rendezvényeken való előadások tartása. Napi munkája mellett, alkalmi óraadásokon túl, egy-egy éven keresztül a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem graduális, valamint a Gödöllői Agrártudományi Egyetem posztgraduális képzésében, mint a tárgyat vivő vendégelőadó vett részt. 1983-ban a gödöllői Agrártudományi Egyetem (GATE) elfogadta doktori cselekmény iránti kérelmét. 1986-ban „summa cum laude” minősítéssel doktori szigorlatot tett, és még ebben az évben egyetemi doktorrá avatták. 1987-ben nyertes pályázata eredményeként került Budapestre a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem akkori Növényvédelmi Tanszékére, ahol az „üzemi növényvédelem” tantárgy keretén belül a gyomnövényekkel és a gyomszabályozással kapcsolatos ismeretek oktatását vállalta. Főállásban összesen 17 évig tanított a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, majd az egyetemek kötelező integrációját követően a Szent István Egyetem, végül a budai karok SZIE-ből való kiválása után a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Karán.

Szakmai ismertségének és elismertségének köszönhető, hogy később a herbológiai ismereteket két különálló tantárgy „rangjára” emelte: gyomnövénytan, gyomirtási technológia. Munkaidejének nagy részét az előadások, gyakorlatok tartása, a hallgatókkal való foglalkozás töltötte ki. Igényesen megtartott, színvonalas és figyelemfelkeltő előadásait minden hallgató szívesen hallgatta, de emellett értékelhettük humorérzékét is. Az oktatás mellett az egyetem társadalmi életében is szerepet vállalt. Két cikluson keresztül is beválasztották a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Közalkalmazotti Tanácsába, melynek a második ciklusa alatt elnöke is lett. Kutatási eredményeiből számos konferencián tartott előadást (Lippai János Tudományos Ülésszak, Növényvédelmi Tudományos Napok). Ismeretterjesztő lapokban és tudományos folyóiratokban több publikációja jelent meg, amelyek elsősorban a veszélyes, nehezen irtható gyomfajok biológiájához és terjedéséhez, valamint a vegyszeres gyomirtási technológiák fejlesztéséhez köthetők. Szerkesztőként, szerzőként, felkért társszerzőként, lektorként 35 tan- és szakkönyv születésében működött közre.

Korábban tagja volt az Európai Gyomkutató Társaságnak (European Weed Research Society, EWRS), és jelentős szerepet vállalt a hazai tagozat megalapításában. Mint a hazai tagozat titkára, részt vett az EWRS 9. konferenciájának megszervezésében a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen 1995-ben. Szakterületét érintő kérdésekben számtalanszor kérték ki véleményét. Különböző szinteken rendszeresen végzett bírósági eseti szakértéseket. Több ügyben hagyatkoztak rá a Legfelső Mezőgazdasági Szakértői Fórumnál is. Legutolsó szakvéleményét egy 150 milliós kárigényű perben adta. Egészen haláláig volt aktív tagja a Dr. Ujvárosi Társaságnak és a Magyar Gyomkutató Társaságnak. 2000-től nagy odaadással és lelkesen vett részt a Gyomnövények, gyomirtás folyóirat munkájában, majd később nyelvi lektora lett a Magyar Gyomkutatás és Technológia lektorált szakfolyóiratnak. Nagyon felemelő érzés volt számára, hogy 1999-ben neki ítelték a „herbológusok” legmagasabb szakmai kitüntetését, az Ujvárosi Miklós Emlékérmet, amit a 2000. év elején a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében vehetett át. Sajnos, betegsége korán gátat szabott tudományos pályafutásának. Kezdetben még nehezen – és fájdalmakkal - tudott járni, majd végleg tolokocsiba és ellátásra kényszerült. Hosszan tartó, őt ágyhoz kötő súlyos betegségétől, a szenvedésektől megfáradva csendben, otthonában eltávozott közülünk.

**Benécsné dr. Bárdi Gabriella,
Dr. Kazinczi Gabriella**

Szerzői útmutató

Folyóiratunk a kertészet (zöldségtermesztés, gyümölcstermesztés, szőlészet és borászat, dísznövénytermesztés, gyógynövénytermesztés, faiskola, kertészeti biotechnológia, ökológiai gazdálkodás, menedzsment és marketing, kertészettörténet) szakterületével kapcsolatos tudományos cikkeket, valamint a szakterületek fejlődését, tudományos kérdéseit elemző, áttekintő (review) cikkeket, a legújabb technológiákat, fajtákat bemutató írásokat és a kertész szakma kiemelkedő eseményeiről készült híradásokat fogad be közlésre magyar nyelven. A kéziratokat elektronikus formában, Microsoft Word fájlban (szöveg és táblázatok) csatolmányként lehet beküldeni a szerkesztőség (kertgazdasag@kertk.szie.hu), vagy az egyes rovatvezetők számára. A csatolmányok fájlneve az első szerző nevével kezdődjön. A kísérő levélben fel kell tüntetni a levelező szerző nevét, elérhetőségeit (e-mail, telefon, fax), valamint esetleges javaslatot a lektorok személyére, amelyek elfogadásáról a szerkesztőség dönt.

A folyóiratunkban közölhető kéziratok fontosabb követelményei az alábbiak.

Tudományos cikkek: új tudományos eredményeket bemutató, módszeres kísérleti, vizsgálati adatokkal és statisztikai elemzésekkel alátámasztott közlemények, amelyek ajánlott terjedelme táblázatokkal, ábrákkal, irodalmi hivatkozásokkal és angol nyelvű összefoglalóval együtt 8-10 kéziratoldal, indokolt esetben sem haladja meg a 15 kéziratoldalt (egy kéziratoldal 5000 karakter terjedelmű). A szerző(k) teljes neve a cím után szerepel. Több szerző esetén vesszővel kérjük elválasztani a neveket, és a különböző munkahelyen dolgozó szerzőknél a név után számokkal (felső indexben) jelezzék ki-ki munkahelyét. A kézirat végén tüntessék fel a szerzők teljes nevét, tudományos fokozatát, beosztását és a munkahely pontos címét is. Kérjük, adják meg a kapcsolattartó szerző e-mail címét.

A tudományos cikkek, rövid közlemények, szakcikk magyarázó és angol nyelvű összefoglalóval (egyenként 250 szó terjedelemben), valamint a téma kulcs-szavainak (legfeljebb 5) megadásával kezdődnek, majd a témának megfelelő tagolásban folytatódnak. Tudományos vizsgálatok eredményeit közlő dolgozatok esetében az ajánlott fejezetek: bevezetés és irodalmi áttekintés, anyag és módszer, eredmények, megvitatás, (köszönetnyilvánítás), irodalomjegyzék. Az ábrákat, grafikonokat ne tördeljék be a szövegbe, hanem elkülönítve kérjük a kézirattal leadni. Diagramoknál a tengelyek elnevezése nagybetűvel kezdődik, de pont nincs a végén. Ugyancsak nagybetűvel kezdődnek a kördiagramban szereplő elnevezések. Az ábrák betűmérete lehetőleg 10-es legyen, hogy jól olvasható maradjon. A grafikonok egységes jelöléssel készüljenek, fekete-fehérben. Kérjük, a kézirat végén mellékeljék az ábrákat külön, eredeti fájlformátumban is. Az ábrákra és táblázatokra való utalást a szövegben az aláhúzott betű jelzi, a szövegben az ábrák tervezett helyére utalóan csak az ábra (fotó, grafikon) számát és szövegét illesszék be. Az ábrák és táblázatok címét, valamint az értelmezéshez szükséges jelmagyarázatot a magyar mellett angolul is kérjük megadni. A cikkben szereplő diagramokat és ábrákat 300 dpi felbontásban, külön jpg vagy pdf fájlban kérjük csatolni a kézirathoz a diagram/ábra számának megjelölésével. Csak megfelelő minőségű képeket tudunk közölni, amelyeket lehetőleg jpg kiterjesztésben (min. 110 mm szélességű és 300 dpi felbontású) küldjenek, külön fájlban,

a számuk/nevük megjelölésével. Színes felvételek csak a belső és a hátsó borítókön jelenhetnek meg, erről a szerkesztőbizottság döntése után egyeztetünk a szerzőkkel.

A szövegben csak a *latin* nevek, illetve az adott szakterület (pl. genetika) gyakorlata szerinti nevek szerepelnek dőlt betűs kiemeléssel. Az irodalmi hivatkozásnál a szövegben szerző vezetéknevét és a publikáció megjelenésének évszámát adják meg szöveggörnyezettől függően, pl. Balogh (2015) vagy (Balogh 2015) formában. Két szerző nevét „és” kötőszóval választják el (Kis és Nagy 2015), több szerző esetén az „és tsai”, vagy az „et al.” álljon az első szerző neve után.

Az irodalomjegyzékben hasonlóképpen tüntessék föl a szerzőket, az évszámot, majd a címet. Magyar nyelvű hivatkozásban a szerzők vezetékneve után a keresztnév(ek) kezdőbetűje álljon, több szerzőt vesszővel választva el. Idegen nyelvű hivatkozásban a szerző vezetékneve után vessző, majd a további név(ek) kezdőbetűje ponttal lezárva álljon. A cím után következik a kiadó, vessző és a kiadás helye. Pl.: Kis Z. 2005. Publikáció címe. Kiadó, Budapest. Folyóiratban megjelent cikkekre hivatkozva a cím után a folyóirat neve (rövidítése) következik, vessző, évfolyam, zárójelben a lapszám, kettőspont, oldalszám. Pl.: Kertgazdaság, 47(2): 76-86.

Példák a felhasznált irodalom közlésére:

Nyújtó F. 1987. Az alanykutatás hazai eredményei. Kertgazdaság, 19(5): 9-34.

Cai, Y.L., Cao, D.W., and Zhao, G.F. 2007. Studies on genetic variation in cherry germplasm using RAPD analysis. Sci. Hort. 111: 248-254.

Feucht, W. 1982. Das Obstgehölz. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Az angol nyelvű összefoglaló (tartalmazza a cikk címét és a szerzők munkahelyét is) mellett az ábrák, táblázatok címét is fordítsák le angolra. Táblázat esetében a fejléc és a jelmagyarázat fordítását is kérjük, amihez számokkal jelöljék a fejléc-beosztásokat.

Rövid közlemények: új kísérleti, vizsgálati eredmények gyors bemutatására, új módszerek, eszközök, hipotézisek, fajták leírására alkalmas, tagolása nem feltétlenül követi a tudományos cikkéket. Rövid közlemények terjedelme legfeljebb 4 kéziratoldal, benne egy táblázat és egy ábra szerepelhet. Egy kéziratoldal 5000 karakter terjedelmű. Az összefoglaló terjedelme legfeljebb 100 szó, az anyag és módszer, illetve az eredmények bemutatása és megvitatása a témának megfelelően összevonható.

Elemző szakcikkek (review): Szakterületek fejlődését, tudományos kérdések, témakörök helyzetét tekintik át módszeres elemzés formájában. Terjedelmi követelményeik azonosak a tudományos cikkekkel, tagolásuk a témának megfelelő legyen.

A benyújtott kéziratokat legalább két független bíráló értékeli, a bírálatokat lektorok névtelenségét megőrizve a szerzőknek megküldjük. A véleményezők arra tehetnek javaslatot, hogy elfogadásra javasolják a kéziratot, bizonyos feltételekkel fogadják el, vagy a megjelentetés elutasítását javasolják. A szerzők a lektorok véleményére tekintettel kijavítva benyújtják végleges kéziratukat az illetékes rovatvezető e-mail címére megküldve. Amennyiben a lektori javaslatokat nem fogadják el, ezt kellőképpen indokolni kell. A közlésről a negyedévente ülésező szerkesztőbizottság dönt. A közölt cikkek tartalmaért a szerzők felelősek, a közlés nem feltétlenül jelenti a szerkesztőbizottság egyetértését. Kéziratokat nem őrzünk meg.

A szerzőket a folyóirat adott számának egy nyomtatott példánya, valamint egy pdf példánya illeti meg, amelyet a folyóirat megjelenése után egy hónapon belül küldünk meg.



SZERZŐK

Boronkay Gábor PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Budatétényi Rózsakert, 1223 - Budapest, Park u. 2.

Gyeviki Márta PhD, egyetemi adjunktus, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Honfi Péter PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Hrotkó Károly DSc, ny. egyetemi tanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Kardos Levente PhD, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezet-tudományi Intézet, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Magyar Lajos, tanszéki mérnök, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Mészáros Róbert PhD, egyetemi docens, ELTE, Meteorológiai Tanszék, 1117, Budapest, Pázmány Péter sétány, 1/A.

Ónody Éva, tudományos segédmunkatárs, Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agroké-miai Intézet, Talajfizikai és Vízgazdálkodási Osztály 1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

Oslányi Réka, egyetemi tanársegéd, MATE, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Alkalmazott Kémia Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Papp István DSc, egyetemi tanár, MATE Kertészettudományi Intézet, Növényélettan és Növény-ökológia Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44/A.

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

Szabó Veronika PhD, egyetemi adjunktus, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépíté-szeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Tartalom

GYÜMÖLCSTERMESZTÉS

3. SZALAY LÁSZLÓ, BELAY TEWELDEMEDHIN KELETA, BÉKEFI ZSUZSANNA:
Mandulafajták virágrügyeinek és virágainak fagytűrése szabadföldön

DÍSZNÖVÉNYTERMESZTÉS

14. HROTKÓ KÁROLY, GYEVIKI MÁRTA, SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA,
MAGYAR LAJOS, SZABÓ VERONIKA, HONFI PÉTER, MÉSZÁROS RÓBERT,
KARDOS LEVENTE: Aeroszol részecskék kiülepedése és nehézfém-tartalma három
fafaj fajtáinak levelein Budapesten
32. ÓNODY ÉVA, SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA, HROTKÓ KÁROLY:
Különböző konténeres termesztési rendszerekben nevelt dísznövények növekedése és
vízfogyasztása
53. BORONKAY GÁBOR: Kolorimetrikus feltételrendszeren és műszeres mérésen alapuló,
szabadföldi használatra is alkalmas rózsaszírom-színrendszer

ZÖLDSÉGTERMESZTÉS

73. OSZLÁNYI RÉKA, PAPP ISTVÁN: Uborka (*Cucumis sativus* L.) F1 hibridek növe-
kedési paraméterei és abszcizinsav érzékenysége

KÖSZÖNTŐ

84. DR. ZATYKÓ LAJOS

MEGEMLEKEZÉS

86. DR. VÉTEK GÁBOR
88. DR. PETRÁNYI ISTVÁN

90. SZERZŐI ÚTMUTATÓ

93. SZERZŐK

Contents

FRUITS

3. SZALAY, L., BELAY TEWELDEMEDHIN KELETA, BÉKEFI ZS.: Frost tolerance of flower buds and flowers of almond cultivars on the field

ORNAMENTALS

14. HROTKÓ, K., GYEVIKI, M., SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI, M., MAGYAR, L., SZABÓ, V., HONFI, P., MÉSZÁROS, R., KARDOS, L.: Foliar dust and heavy metal deposit on leaves of urban trees in Budapest (Hungary)
32. ÓNODY, É., SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI, M., HROTKÓ, K.: Growth and water use of ornamental shrubs in different production systems
53. BORONKAY, G.: Colorimetric criteria and instrumental measurements based petal colour system for outdoor roses suitable for field-work

VEGETABLES

73. DEÁK, K.J., ÉGEI, M.: Effect of water supply on productivity of cherry type processing tomato

GREETING

84. DR LAJOS ZATYKÓ

COMMEMORATION

86. DR. GÁBOR VÉTEK
88. DR. ISTVÁN PETRÁNY

90. INSTRUCTION FOR AUTHORS

93. AUTHORS

Kertgazdaság



A LEGÚJABB TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK A KERTÉSZETI TERMESZTÉS VILÁGÁBÓL

A folyóirat előfizethető a kiadónál,
az info@agrarlapok.hu e-mailcímen,
illetve a következő postacímen:
Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
1223 Budapest, Park u. 2.

A borítékra kérjük, írja rá: „Folyóirat-megrendelés”
Előfizetési díj egy évre: **6600 forint.**
További információ az info@agrarlapok.hu címen
vagy a 06-1-362-8141 telefonszámon.

A RÓZSA SZIROMSZÍNRENDSZER SZÍNEI ÉS CIE L*C*H*33 ÉRTÉKEI

Színnev CIE L* / C* / h* ³³	vöröshomokkő-szín 62,9 / 32,5 / 16,7	kagylórózsaszín 67,0 / 42,0 / 4,6	mazsolafekete 13,7 / 14,2 / -19,2	Magenta-bíbor 47,3 / 54,1 / -33,8
szíromfehér 94,4 / 11,5 / 73,5	agyageserép-szín 56,5 / 44,5 / 14,5	ékszerkorall-szín 66,9 / 61,0 / 1,1	mangánfekete 19,1 / 5,7 / -33,2	eritritbíbor 40,7 / 43,7 / -34,9
tojáshéj-fehér 93,4 / 21,2 / 70,3	garnélaszín 71,5 / 52,0 / 13,3	begónia-korall 60,0 / 61,3 / 0,8	mélszibarna 21,9 / 11,6 / -22,8	rodaminbíbor 42,1 / 62,8 / -42,0
szaténrózsaszín 87,6 / 5,7 / 23,5	királylázac-szín 61,4 / 45,5 / 8,4	etruszkvörös 53,3 / 49,1 / 3,3	mahagónibíbor 23,3 / 21,1 / -18,2	türoszi-bíbor 33,4 / 53,7 / -38,2
púderszín 85,8 / 13,5 / 29,9	kínai-korall 61,6 / 61,7 / 12,4	jáspisvörös 45,3 / 49,6 / 1,3	burgundivörös 20,0 / 36,8 / -22,5	céklabíbor 26,1 / 49,7 / -36,4
krémszín 89,6 / 17,1 / 47,8	tűzlilom-narancs 66,5 / 71,2 / 17,5	marokkói-vörös 52,2 / 30,3 / 0,0	klaretvörös 29,2 / 52,3 / -24,0	császárbíbor 19,6 / 38,8 / -38,7
elefántcsontszín 86,9 / 27,9 / 56,4	cink-narancs 68,9 / 61,9 / 24,6	nemeskorall-rózsaszín 57,7 / 38,7 / -1,7	karmazsinvörös 33,5 / 64,9 / -17,6	gránátlakk-bíbor 28,7 / 29,4 / -27,8
mandulafehér 82,3 / 27,4 / 36,8	nyers-Sienna-barna 61,4 / 44,5 / 26,8	kakadurózsaszín 64,6 / 29,1 / -5,8	bengálvörös 40,1 / 64,7 / -22,8	fajbogyó-szín 65,6 / 8,7 / -10,1
toszkán-bézs 74,9 / 20,4 / 32,1	majolika-narancs 68,8 / 44,5 / 29,3	francia-rózsaszín 74,6 / 39,0 / -2,6	alizárvörös 39,5 / 69,1 / -11,4	kunzit-rózsaszín 78,3 / 6,2 / -1,8
nyersvászon-szín 81,2 / 12,7 / 54,6	kantalup-lazac 75,7 / 46,3 / 21,8	spanyol-rózsaszín 71,0 / 27,3 / 3,9	szakura-rózsaszín 85,1 / 10,4 / -11,9	rozmaring-rózsaszín 77,4 / 11,1 / -40,3
pezsgőszín 92,2 / 33,3 / 67,7	kajsziarackszín 77,6 / 46,6 / 33,2	rőzsapál-szín 78,4 / 19,7 / -0,4	rétsakvare-szín 79,5 / 20,5 / -29,7	mályvárózsaszín 69,2 / 20,2 / -42,3
vaníliaszín 88,0 / 44,2 / 58,8	őszibarackszín 76,2 / 26,4 / 20,5	velencei-rózsaszín 76,1 / 27,0 / -12,9	szegfűrózsaszín 74,8 / 29,8 / -29,7	őszirózsailila 65,0 / 13,0 / -47,7
kankalinsárga 85,7 / 62,4 / 59,3	sáfránysárga 75,9 / 79,1 / 38,5	Pompadour-rózsaszín 72,8 / 40,7 / -15,9	parasztímzés-rózsasz. 64,8 / 50,6 / -24,2	istárvörös 66,0 / 30,3 / -40,6
kanárisárga 86,4 / 80,2 / 52,7	sarkantyúka-narancs 70,0 / 76,9 / 32,8	Empire-rózsaszín 68,5 / 52,9 / -11,2	Neyron-rózsaszín 58,2 / 51,5 / -28,9	lőhererózsaszín 57,3 / 31,5 / -41,0
kobaltsárga 79,9 / 101,7 / 51,8	auripigment-narancs 63,3 / 75,2 / 24,4	cukorkarózsaszín 61,2 / 43,6 / -13,4	Kína-rózsaszín 52,9 / 62,3 / -27,8	ultramarin-rózsaszín 67,6 / 35,1 / -57,2
aránysárga 80,3 / 89,1 / 44,5	míniumnarancs 55,0 / 90,6 / 16,7	kárminrózsaszín 53,1 / 51,8 / -16,3	szilvavörös 46,4 / 56,6 / -20,2	imolarrózsaszín 56,9 / 41,1 / -57,4
kukoricásárga 80,8 / 60,0 / 43,8	pípacsvörös 51,8 / 74,6 / 13,3	indiai-vörös 35,7 / 34,1 / -9,1	rubinvörös 36,3 / 47,2 / -24,3	ciklámenbíbor 50,8 / 50,3 / -58,0
szalmasárga 73,5 / 47,3 / 48,1	paprikavörös 54,2 / 76,1 / 6,5	brazilbordó 26,6 / 39,7 / -12,9	anilinvörös 45,2 / 37,2 / -18,4	Cattleya-bíbor 39,7 / 53,1 / -52,9
cserszín 67,3 / 52,4 / 41,6	kalikóvörös 52,4 / 69,1 / -1,0	ribiszke-vörös 34,6 / 51,9 / -8,8	rodonitbíbor 51,7 / 37,4 / -31,6	orgonabíbor 45,5 / 42,9 / -46,2
Dijon-sárga 60,5 / 57,7 / 42,4	cinóbervörös 48,1 / 79,7 / 4,0	amarántvörös 50,2 / 65,2 / -9,9	kerámia-rózsaszín 61,0 / 29,0 / -22,3	ringlóbíbor 30,4 / 42,7 / -49,8
navaho-sárga 83,7 / 40,1 / 44,1	skarlátvörös 39,8 / 80,5 / 5,5	Famille-Rose-korall 56,4 / 63,3 / -8,6	kasmír-rózsaszín 67,8 / 16,3 / -6,7	padlizsánbíbor 25,7 / 28,5 / -47,8
barokksárga 85,6 / 54,0 / 50,9	króm narancs 44,0 / 87,8 / 11,8	kadmiumvörös 44,0 / 72,6 / -1,8	csipkerózsaszín 79,3 / 19,2 / -55,1	bizáncbíbor 16,7 / 25,5 / -48,3
titanát-sárga 75,3 / 63,9 / 56,6	antimon-narancs 45,3 / 61,1 / 9,6	drínápoli-vörös 36,4 / 70,7 / -2,5	damaszkuszi-rózsaszín 76,3 / 28,4 / -47,6	angol-lila 32,9 / 29,7 / -56,6
Vermeer-sárga 75,2 / 41,4 / 59,6	rozsdavörös 39,5 / 51,7 / 7,8	kardinalisvörös 28,2 / 60,0 / -4,3	flox-rózsaszín 67,5 / 46,4 / -37,4	palatinus-lila 41,8 / 31,4 / -55,4
Chartreuse-zöld 81,8 / 46,0 / 68,3	gránátbarna 31,4 / 52,2 / 5,0	bársonybordó 21,7 / 52,5 / -7,3	perzsa-rózsaszín 63,2 / 45,3 / -49,9	viktóriánus-lila 53,1 / 29,1 / -59,7
szezámmag-sárga 73,7 / 28,5 / 45,7	gyöngyrózsaszín 81,0 / 16,6 / 15,7	almandinbíbor 15,0 / 32,7 / -13,2	fulksiaszín 54,4 / 51,6 / -40,3	kökörcsinlila 58,8 / 21,4 / -64,5
tejeskávé-szín 68,1 / 27,3 / 34,4	orient-rózsaszín 75,9 / 36,1 / 10,9			

3. ÁBRA: Nyomdatechnikai okokból a színek élénksége a valóságban jelentősen nagyobb is lehet



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus 2021



1650 Ft