

**A szabadföldi rózsafajták (*Rosa* × *hybrida* hort.)
fiatalkori lombszínének kolorimetrikus feltételeken
és műszeres mérésen alapuló tipizálása**

BORONKAY GÁBOR¹, NEMÉNYI ANDRÁS BÉLA¹, HAMAR-FARKAS DÓRA²
KISVARGA SZILVIA¹, ORLÓCI LÁSZLÓ¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Tájépítészeti,
Településtervezési és Díszkertészeti Intézet; Dísznövénytermesztési és Zöldfelületgazdálkodási
Kutatócsoport, Budapest

²Herman Ottó Intézet, Nonprofit Kft.

Összefoglalás

A szabadföldi rózsza (*Rosa* × *hybrida* hort.) fajták virágszíneinek osztályozására a szerzők által már korábban kialakításra került egy mért színeken és kolorimetrikus számításokon alapuló színekategória-rendszer. Kiszámításának publikált protokollja adaptálhatónak tűnt a rózsza lombszínének kategorizálására is. Ezért 2018, 2019 és 2021 években a Budatétényi Rózsakertben adatfelvételezést végeztünk a kihajtásban lévő lomb kolorimetrikus értékeinek rögzítésére, és ennek alapján új színekategória-rendszert hoztunk létre, mely előképéhez hasonlóan kolorimetrikusan kiegyensúlyozott. A sziromszínnél kidolgozott protokolltól egy lépésben tértünk el, a kiinduló színek meghatározását főkomponens analízis alapján választottuk ki. Itt is minden kategóriát egy központi szín jellemez, a szomszédos kategóriák közötti CIEDE2000 szabványú színtávolság limitált ($5 < \Delta E_{00} < 7$), a kategóriák legnagyobb dimenziója is korlátozott ($\leq 12,12 \Delta E_{00}$). A mért színek besorolása a központi színektől mért minimális színdifferencia alapján történik. Fiatalnak azt a lombot tekintettük, mely még vékony, de már rugalmas, és frissen 20-25 mg/cm² fajsúlyú. Összesen 26 színekategóriával jellemezni tudtuk mind a 2985 mért fiatal-lomb színt. A rendszer kategóriáit a következő paraméterekkel jellemeztük: szabványos színnév, központi színek CIE L*a*b*/L*C*h* paraméterei, RHS színkártyáknak megfelelő kódolás, referencifajták. Mintázatot találtunk a fajták származása és lombjuk színe között, az erősen bíboros fiatal lomb a kínai bengál rózsza (*Rosa chinensis* var. *sempervlorens*) utódainál a leggyakoribb.

Kulcsszavak: termesztett rózsza, fiatal lomb, CIEDE2000, tipizálás, kolorimetria

Classification system for the colours of juvenile foliage of garden roses (*Rosa × hybrida hort.*) based on colorimetric conditions and instrumental measurements

BORONKAY, G.¹; NEMÉNYI, A.¹; HAMAR-FARKAS, D.²; KISVARGA, SZ.¹; ORLÓCI, L.¹

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences;
Institute of Landscape Architecture, Urban Planning and Garden Art; Ornamental Plants
and Green System Management Research Group

²Herman Ottó Nonprofit Ltd.

E-mail: boronkay.gabor@uni-mate.hu

Summary

A colour classification system had been previously developed by the authors for describing the petal colours of garden rose (*Rosa × hybrida hort.*) cultivars based on measured colours and colorimetric calculations. The published development process of this system seemed adaptable to the categorization of the rose foliage colour. In 2018, 2019 and 2021, colour of the juvenile foliage of the rose specimens of the Budatétény Rose Garden were measured, and based on this, a new colour classification system has been created, which similarly to its predecessor, is colorimetrically balanced. There was only one step deviation from the original protocol: the selection of the initial centroid colours was based on factor analysis. Each category of the new classification system is defined by a centroid colour, the colour distance (CIEDE2000 standard) between neighbouring classes is limited ($5 < \Delta E_{00} < 7$), and the largest dimension of the categories is also limited ($\leq 12.12 \Delta E_{00}$). Each colour is placed in the closest category based on minimal colour distance. The foliage is considered juvenile if it is still thin but already flexible, and its specific gravity is 20-25 mg/cm², when it is fresh. All the 2985 measured juvenile foliage colours could be classified with 26 colour classes. The categories were characterized by the following parameters: standard colour name, CIE L*a*b*/L*C*h* parameters of the centroid colours, RHS colour cards coding and reference varieties. A pattern can be found between the origin of the varieties and the colour of their foliage: the distinct crimson young foliage is the most common among the offspring of the Chinese Bengal rose (*Rosa chinensis var. semperflorens*).

Keywords: garden rose, juvenile leaf, CIEDE2000, typification, colorimetry

Bevezetés

Megőrzés, bemutatás céljából létesített élőnövény gyűjteményeknél a fajtaazonosság biztosítása - különösen tömeges felszaporítás esetén - kulcskérdés. Ebből a szempontból talán az egyik legtöbb munkát a kerti rózsá (Rosa × hybrida hort.) igényli (Zlesak 2007), mivel a rózsáknál a fenológiai variabilitás kiemelkedő, és az elkülönítendő fajták száma is szélsőségesen nagy. Az Amerikai Rózsatársaság szerint a regisztrált rózsafajták száma már 2019-ben elérte a 37 ezret (American Rose Society, 2024), a szerzők véleménye szerint pedig a fajták száma a hobbinemesítésekkel együtt 2025-re akár a 45-50 ezret is meghaladhatja.

A fajták bizonyos esetekben alig különböznek egymástól, máskor a különbség olyan nagy, hogy túlmutat a faj kategóriáján, ami rendkívüli módon megnehezíti az összehasonlítást. Az ebből fakadó bizonytalanságra jó példa a XVIII-XIX. századfordulón Európába érkezett négy legendás kínai rózsafajta ('Parsons' Pink', 'Slater's Crimson', 'Hume's Blush', 'Parks' Yellow'), mely máig meghatározza a termesztett rózsá kulturális beágyazottságát, miközben fajtaazonosságuk kérdéses. Valószínűsíthető ugyanis, hogy a négy meghatározó fajtából három mára kiveszett, és ma más típus viseli a nevüket – anélkül, hogy erről a kertészársadalomnak tudomása lenne (Phillips és Rix 1994; Wyatt 1975; Routley 2013). Ugyanakkor éppen ez a változatosság teszi a kerti rózsát ideális dísznövényé, hiszen a dekorativitást biztosító növényi szervek morfológiája és színe önmagában is nagy változatosságot biztosít, a kombinációk száma pedig már-már a végtelenhez közelít.

A fajtaazonosítás azonban nem képzelhető el szabadföldön, terepen is jól használható fajtaleírások nélkül. Munkánk során azonban úgy találtuk, hogy erre a fajtaregisztrációban szereplő nemesítői leírások (American 2014) a megkövetelt szabványok hiánya miatt teljesen alkalmatlanok. Különösen igaz ez a lombozatra, melynek jellemzése kifejezetten háttérbe szorul a virágparaméterek és a bokorhabitus mögött. A floribundák kialakítása, majd a tájképi rózsák, talajtakaró formák elterjedése azonban ráirányította a figyelmet a vegetatív bélyegekre (Monder 2012), különösen azok kiültetési értéket meghatározó voltára. Nem véletlen, hogy a német ADR (Allgemeine Deutsche Rosenneuheitenprüfung) fajtaértékelő teszten 60 maximális pontot kaphat egy fajta a virágzásintenzitására, míg 210-et a lombozatára (ADR-Rose 2025).

Míg virágszínre vannak létező szabványok, lombozatra ilyen tipizálást nem találtunk. Az ARS (American Rose Society) illetve WFRS (World Federation of Rose Societies) 18 virágszín-osztálya (Young és Schorr 2007) a lombozatra nem adaptálható, az UPOV (Union Internationale Pour la Protection des Obtentions Végétales) leíró szabvány (UPOV 2010) pedig kizárólag a fiatal hajtás antocianinos futtatását (bronzosságát) szabványosítja. Erre összesen 2 jellemvonásnál (4. és 5. pont) 6 fokozatot állapít meg, noha a lombozat ennél sokkal karakterisztikusabb, és a színeződés sem feltétlenül egydimenziós (zöldtől a bíborvörösre tartó színvektor). Megkerülhető lenne a lombszín-szabványok hiánya, ha a lombozatra is lehetne használni az RHS által kiadott nyomtatott színek-sorozatokat (Royal 2015), melyet a növények generatív részeinek leírására vezettek be. Az RHS színszabványban azonban a zöld színtartomány súlyosan alulreprezentált – ez főképpen a vegetatív részek leírásánál okoz problémát.

A tudományosan is értékelhető színkategória-rendszerek hiánya vezette korábban arra a szerzőket, hogy kidolgozzanak egy rózsaszírom mért színein alapuló, azt tipizáló kategória-rendszert, melyet magyar nyelven Boronkay (2021), nemzetközileg pedig Boronkay et al. (2024) publikáltak. Ez a

színkategória-rendszer kombinálni tudja egy adott növényi szerv színének tényleges variabilitását a színkategóriák szintanilag lehetséges legkiegyenlítettebb elhelyezésével. A kategória-rendszer kialakításának sztenderdizált módszertana pedig megadja azt az objektivitást, ami a többi gyakorlati besorolás esetén hiányzik. Ennek eredményeképpen egy, a 3 dimenziós „színtérben” kiegyensúlyozott, optimalizált kategóriaszámú, vizuálisan is jól elkülöníthető kategóriákból álló rendszer jött létre.

A szerzők előfeltevése szerint ez a kategória-rendszer adaptálható más fajok és növényi szervek színeken alapuló tipizáláshoz is. Igazolandó a hipotézist, új rendszert hoztunk létre a fiatal lomb színének osztályozására a rózsaszíromra kidolgozott kategorizálás szabályrendszerének érintetlenül hagyásával. A kerti rózsza esetén ugyanis a fiatal lomb színe is jellegzetes, a fajták közötti különbségek alkalmanként igen nagyok lehetnek, és a virágzás előtt ez a színezet a fajták kiültetési értékét részben meg is határozza (Boronkay 2019).

A kidolgozott rendszert a Budatétényi Rózsakert mintegy ezer fajtájára alkalmazva a hipotézist igazolhatónak találtuk, mivel a kromatikus feltételrendszer megváltoztatása nélkül is sikerült egy olyan lombszín-kategóriákból álló rendszert kialakítani, mely minden előnyét megtartja a szíromszínen alapuló eredeti modellnek.

Munkánk két jelentős gyakorlati eredményt is fel tud mutatni: egyrészt a fajták azonossága már a tavaszi időszakban is vizsgálható, másrészt a kerttervezők számára segítséget jelent, hogy a kihajtáskori lombszín ismeretében megfelelő fajtatársítással képesek legyenek már jóval a virágzást megelőzően is dekoratív rózsza kiültetést megvalósítani.

A fásodó lombozat azonban a fiatal levelekre jellemző színezetét később elveszti, és az év további részében ezt csak a hajtáscsúcs mutatja. Éppen ezért tervbe vettünk egy kifejlett levelekre adaptált színkategória-rendszert is, de itt a színek varianciája nagyságrendekkel kisebb, mint a fiatal levél esetén, és a színkategóriák is mások (a zöld-kékesderes színek dominálnak). A jelen publikációban kifejezetten csak a fiatal lombozat színének értékelésével és tipizálásával foglalkozunk, a különböző korú levelek kromatikus tulajdonságainak közös értékelése további vizsgálatot igényel.

Célkitűzés

Egy új, objektív, szintani szabályokon nyugvó osztályozást kívántunk kialakítani a szabadföldi rózsafajták (*Rosa × hybrida* hort.) fiatalkori lombszínének meghatározására. Ennek mintájául a szerzők által már előzőleg létrehozott rózsaszíromon alapuló színkategória-rendszer kialakítási protokollja alkalmasnak tűnt.

A rózsalevelet akkor tekintettük fiatalnak, ha a levélkék már kiterültek, nyomásra rugalmasan ellenállnak, de még U-betű alakban meghajlíthatóak (nem repednek meg), ilyenkor fajsúlyuk 20-25 mg/cm².

Az új, színkategóriákon alapuló rendszertől elvárt tulajdonságok a következők: legyen reprodukálható (szabványos kialakítás, a kategóriák egzakt definiálása); legyen objektív: (minden méréseken alapul); legyen kolorimetrikusan kiegyenlített (a kategóriák közötti szintávolság szabályozott); legyen gyakorlatban hasznosítható (terepen, műszer nélkül is használható); a minták besorolása automatizálható legyen (kizárólag számításon alapuljon) és legyen nyelviileg is szabályozott (sztenderdizált színnevek).

Irodalmi áttekintés

Ahogy azt a mintául szolgáló színkategória-rendszer publikációja is említi (Boronkay 2021), a téma irodalma kifejezetten szegényes, hiszen kolorimetrikus alapokon nyugvó, dísznövények tipizálását szolgáló színkategorizálást - a budatétényi kutatásokat kivéve – úgy tűnik, eddig még senki nem készített. Bár a szépségipar, lakberendező- és nyomda-ipar számtalan színgyűjteményt hozott létre, mint például a Crayola Standard Colours (Crayola 2023) vagy a RAL Classic Colours / RAL Design System+ (RAL 2024), ezek kialakításánál a tudományos alapok teljesen hiányoznak, vagy ipari titoknak számítanak. A legtöbb színszabványnak nincs is könnyen elérhető nyomtatott formája, kivétel talán az Amerikában elterjedt Munsell színrendszer új, talajra, kőzetekre és növényi szövetekre kidolgozott alrendszerei (Munsell 2005 A, B és C).

Többnyire a színszabványok alapját jelentő kolorimetrikus paraméterek (szín dimenziók) sem publikusak, és csak nem hivatalos oldalakon találhatóak meg, így ezek hitelessége is igencsak megkérdőjelezhető. A Pantone nyomdai színszabvány esetén ugyan adottak a szín kikeveréséhez szükséges festék arányok (Pantone 2024), de az alapfestékek színparaméterei nem ismertek, így nem becsülhető a nyomtatott lapok tényleges, elvárható színe. Egyedüli kivétel a Pantone Colour Bridge készlete (Pantone 2025), de a színszabvány a fénysugárzáson alapuló (luminous colour) színrendszerekben adja meg az adatokat, nem a visszavert fényt (non-luminous colour) (CIE 2025) veszi alapul.

Kolorimetrikus számításokon alapuló színrendszer elméletben ugyan született, de nincs optimalizálva a kertészeti növényekre (Séve 2016). A kertészetben egy színszabvány terjedt el, mely a növénytani taxonok kolorimetriás értékelését szolgálja, ez a Royal Horticulture Society (Royal 2015) papír alapú színszabványa, melynek jelenleg a 6. kiadása érhető el. Itt a színkártyák kifejezetten a virágok és a termés lehetséges színeit tükrözik, a vegetatív bélyegekre kevés figyelmet fordít: a zöld és zöldes-barna színek száma kevés (137-138, 140-149, 199-200 sorozat), közöttük a szintárvolság nagy, és hektikusan változó. Annak ellenére, hogy ez vált az UPOV fajtavédelmi szervezet hivatalos színszabványává (UPOV 2010), kolorimetrikusan egyáltalán nem kiegyenlített (köztes és erősen szaturált színek hiánya) és nem is definiált (hiányzik a színek paraméterezése). A szabadföldön is jól használható, megjegyezhető élőnyelvi színnevezés helyett pedig betű-szám kódokat használ, melyekből nem következik egyértelműen a szín elhelyezkedése a szintérben. Így a kódok értelmezéséhez mindig kéznél kell lennie egy kártyasorozatnak.

A rózsatermesztésben pedig csupán két színszabvány létezik melyet a nemesítők használnak, az egyik az 1938-41-ben kiadott, eredeti kertészeti színszabvány (British 1938-41) melynek már csak informális szerepe van, és az American Rose Society (ARS), mint nemzetközi fajtaregisztráló szervezet saját hivatalos 18 kategóriás színszabványa (Young és Schorr 2007). Mindkettő azonban a szíromszínrre fókuszál, ezért a sárga-zöld-barna színek és az alacsony szinteltség erősen alulreprezentált, illetve az utóbbinál ez teljesen hiányzik is.

A fiatal lombzot színét szinte egyáltalán nem kutatták, például Agyeno és munkatársai sem sorolják fel a rózsafajták meghatározó makromorfológiai bélyegei között (Agyeno et al. 2019), de Santagostini et al. (2014) vizsgálataiból is hiányzik. Mások pedig csak, mint optimálistól eltérő, stresszt jelző faktorként vizsgálták (Ferrante et al. 2015), tekintve, hogy a klorofill degradáció

(klorotikusság) jellegzetes tünet, de nem fajta-meghatározó bélyeg. Különösen jellemző, hogy a hajtások és a lombozat színét egydimenziós tengelyen vizsgálják. Bár beszámolnak arról, hogy klorofil-méterrel objektíven mérhető a lomb színe, ez csak a klorotikus egyedeknél előforduló sárga-zöld színtengelyre igaz, és nem lehet elég a lombozat teljes, 3 dimenziós színvilágára. A lombozat színeződését mások is csak egydimenziós tengelyen (világos-sötét vagy alacsony-magas antocianin-tartalom) vizsgálták, még akkor is, ha kifejezetten dekorativitás-értékmérők vizsgálata a cél (Boumaza et al. 2009).

Ezek alapján el lehet mondani, hogy a kolorimetrikusan megalapozott, a rózsza lombszínén alapuló kategorizálás teljesen önálló fejlesztés, és a mintájául szolgáló szíromszín kategória-rendszert kivéve nem állítható párhuzamba semmilyen általunk ismert projekttel. Szemben azonban a külföldi irodalommal, a szerzők korábban több publikációban is foglalkoztak CIEDE2000 színtávolság-méréseken alapuló fajta-összehasonlító vizsgálatokkal. Boronkay 2016-ban publikálta először a rózsát leíró színkategória-rendszer kialakítását és annak speciális problémáit, majd Boronkay és munkatársai 2024-ben nemzetközi szinten közreadták a 133 színkategóriát tartalmazó szíromszín-tipizáló rendszert. A rózsza lombozatának kolorimetrikus értékelésére pedig csupán két, a Budatétényi Rózsakert anyagán nyugvó publikáció született. A korábbiakban (Boronkay 2019) a génbanki tételek közül a legjellegzetesebb lombszínű és lombfényességű rózsák kerültek kiemelésre. Tipizálás, színosztályozás ebben a dolgozatban azonban nincs, bár adatait a jelen publikációban újból felhasználjuk, kiegészítve az új mérésekkel. A szíromszín-kategóriák adaptálását pedig egy grafikus megjelenítésre koncentráló publikáció mutatta be (Boronkay et al. 2024), mely a vegetatív részekben is bizonyítja a kolorimetrikus alapú színkategORIZÁLÁS alapelvéinek alkalmazhatóságát.

Bár szorosan véve nem a színkategória-rendszer irodalmi hátteréhez tartozik, de itt kell megemlíteni azokat a publikációkat is, melyek a lombszín kategóriákba soroláshoz elengedhetetlen saját fejlesztésű programokat hitelesítik. Itt a CIEDE2000 színsvabvány számításához kidolgozott programcsoportról van szó, mely Colour Conversion Centre néven található meg az online térben (Boronkay és Kürti 2008-2024). A részletesen az „Anyag és módszer” fejezetben ismertetett szoftver segítségével eddig 40 nemzetközi tudományos munka született. Ezek közül a legújabb 2024-ben jelent meg és a *Physalis peruviana* C vitamin tartalmával foglalkozik (Vilcapoma és Pérez, 2024), bár ugyanebben az évben jelent meg Novikov et al. (2024) és Cutajar et al. (2024) munkája is a képfeldolgozás témakörben. Ugyanakkor ezzel a színtávolság számító szoftverrel értékelték porfirinben perfluorokarboxil savakat (Taylor et al. 2023), és *Abies alba* fastruktúrát (Dremelj et al. 2023), mindkettőt 2023-ban. Colour Conversion Centre programokat használt még Ureña et al. (2021) olívaolaj kolorimetrikus értékelésénél, Halim és munkatársai (2021) az Atlasz-hegység ásványi összetételénél, Izlandon sarki róka csontozatánál (Ohl 2020) és nyugat-afrikai műalkotások vizsgálatánál is (Anderson 2020). A program ilyen széleskörű használata a szerzők véleménye szerint megfelelően hitelesíti a Colour Conversion Centre-t, főképpen annak CIEDE2000 kolorimetrikus differencia számítási algoritmusát.

Anyag és módszer

Helyszín: Az összes mérést Budapesten, a Budatétényi Rózsakertben végeztük, a Park utca 2. / Nagytétényi út 188-190. címen.

Időpont: A fiatal lombozatot 3 évben vizsgáltuk: 2018-ban, 2019-ben és 2021-ben. A műszeres mérések ideje mindhárom évben tavaszra esett, amikor a fiatal lombzat már kiterült, és annyira megerősödött, hogy a mérés fizikai behatását kibírta, és roncsolásmentesen lehetett dolgozni. Ennek megfelelően az első évben IV. 23.-V. 4., a másodikban IV. 15. - V. 25., 2021-ben pedig IV 27.-V 14. volt a mérések időpontja.

Műszer: A kolorimetrikus méréseket Konica-Minolta 600d spektrokoloriméterrel végeztük, D65 (napfény) megvilágítás és 10° látószög szabvány szerint, diffúz 8° SCE (becsillanás-mentes) méréssel. A leveleket egyenként felfektettük egy fehér, fényes műanyag lapra (Signe PikPot Laser 10), hogy megszüntessük a minta áttetszőségét, és az így kiterített leveleken mértük a színt. A műanyag lap színe CIE L*a*b* rendszerben 96,6 / 0,25 / -3,57 volt, ez használtan a szennyeződés miatt 94,4 / 0,34 / -1,19 értékre romlott. Mintegy 1500 mérésenként cseréltük a lapot, ez alatt a fenti értékeket figyelembe véve 1,32 ΔE_{00} volt a műanyag lemez színváltozása CIEDE2000 szabvány szerint.

Azt, hogy ez az érték mennyiben befolyásolja a mért színt, önálló vizsgálatot végeztünk, bár nem lombon, hanem különböző színű szirmokon. 9 mérés-pár alapján, a műanyag lapon egy egységnyi színváltozás (1 ΔE_{00}) 0,125-0,403 ΔE_{00} differencia értékkel befolyásolta a mért színt, a szírom színének függvényében. Ennek mediánja 0,248 ΔE_{00} értékűnek adódott, vagyis szirmok esetén 0,33 ΔE_{00} volt az adattorzítás középértéke (1,32 ΔE_{00} színkártya szennyeződésnél). Tekintve, hogy a lombzat fényáteresztő képessége gyengébb, mint a szíromé, ez az érték levél esetén felülbecsült lehet. Továbbá azt is figyelembe véve, hogy az emberi szem által megkülönböztethető színek közötti különbség 1 ΔE_{00} körül van (Mokrzycki és Tatol 2011), ezért a műanyag lap elhasználódásából eredő adattorzulás elhanyagolhatónak tűnik.

Mintavételezés: A Budatétényi Rózsakertben az összes fajtaazonos rózsatétel lombszínét lemértük, ahol a feltételek megvoltak. A következőket vettük figyelembe:

- Egészséges lomb: A levelek fiatal volta miatt komolyabb kártételt vagy kórképet nem találtunk, sem rózsarozsda sem diplokarponos levélfoltosság nem torzította a levélkék színét. Elsősorban a levelek klorotikussága és esetlegesen a levéltetű kolóniák megléte zárta ki a mérésekből a leveleket.
- Mérhető méretű levélke: A levélke szélessége nem lehetett 10 mm alatt, mivel a Konica-Minolta 600d spektrokoloriméter mérőfeje 8 mm átmérőjű.
- Levélke igazolható életkora: A mért szövet kora alapvető jelentőségű, mivel a festékpigmentek (antocianinok és karotinoidok) mennyisége a lombzat öregedésével igen gyorsan változott. A megfelelő érettséget kézzel tapintottuk, ki, azokat a leveleket mértük, melyeknek már volt tartásuk, de még rugalmasak és vékonyak voltak. Ennek pontosítására 2023. VII. 3-án utólagosan friss levéltömeg méréseket végeztünk különféle korú, 3x5 cm-es levélmintákon. 5%-os szignifikanciaszinten $P=0$ értékkel elkülöníthető volt a fiatal, de már kiterült levél. Egységnyi friss tömeg alapján, az ilyen levél 20-25 mg/cm² fajsúlyú volt, alatta még fejletlen, felette pedig már kifejlett a levélke.

Színméréskor minden esetben a levélke színi (adaxiális) oldalát mértük, igyekezve, hogy a mérés a nagyobb szállítónyalábok közötti térrészre essen.

Adatszám: Összesen 29850 mérést végeztünk. A levélké méretétől függően 3-5 levélkét mintáztunk meg fajtánként. 2018-ban 9660 mérést, 2019-ben 10050-et, 2021-ben pedig 10140-et rögzítettünk, ez 966, 1005, illetve 1014 fajtát jelent. Egy mért érték 10 mérés átlagolása, kivéve, ha adatot kellett kizárni.

A mért értékek száma valójában duplája volt, mert a lombozat fényességének a becslésére két beállítással is lemértük a levélké színét (SCE becscillanás-mentes és SCI vagy becscillanásos módszer). Tekintve azonban, hogy a felületi reflexió nem része a fizikai értelemben vett színnek, a színekategória-rendszer kialakításakor csak SCE metodikával mért színeket vettük figyelembe.

Adatkizárás: Azokat az adatokat zártuk ki, ahol technikai probléma volt, és a mért színspektrum bármelyik ponton is 0 értéket adott (a Konica-Minolta 600d spektrokoloriméter összesen 40 fény spektrumon mér). Ezen kívül csupán néhány egyedi adat kizárására volt szükség, ahol a CIE $L^*C^*h^*$ színrendszer valamelyik dimenziója extrém szélsőséges értéket mutatott.

Színrendszer szabványok: A kromatikus adatokat a műszer közvetlenül CIE (Commission Internationale de l'éclairage) $L^*a^*b^*$ (CIELab) színterében adja meg. Itt L^* : világosság, a^* : zöld-vörös és b^* : kék-sárga tengely. A könnyebb értelmezhetőség érdekében a színadatokat a poláris koordinátarendszerű CIE $L^*C^*h^*$ (CIELCh) formába is átszámítottuk, mivel ez rendszer áll legközelebb az emberi színlátáshoz. Itt az a^* és b^* dimenziót C^* sugár (színteltség) és h^* irányszög (színezet) dimenzió váltja le.

Saját tapasztalataink alapján a h^* értékét a könnyebb számíthatóság és értékelhetőség érdekében az általunk korábban kidolgozott (Boronkay 2018) h_{33}^* formában írtuk fel. Ennek algoritmus: $h^* = h^* - 33^\circ$ (elforgatás) majd $h_{33}^* = h^* - 360^\circ$ ha $h^* > 180^\circ$ (szimmetrikus szögértékek). A módosított színezet dimenzióval a $h_{33}^* = 0^\circ$ érték éppen a spektrum-vörös színnek felel meg, a színezet értékei pedig -180° és $+180^\circ$ között állnak (meleg és hideg színek), így megszűnik a $360^\circ = 0^\circ$ (h^*) töréspont. Helyette ugyan a $+180^\circ = -180^\circ$ (h_{33}^*) ellentmondás jön létre, de ez az irregularitás sokkal jobban kezelhető, mivel az élő növényeknél szinte soha elő nem fordul türkiz színéknél található. Minden más tulajdonságában a hivatalos h^* és a h_{33}^* azonos (1. ábra).

1. ábra: A szerzők által kidolgozott $L^*C^*h_{33}^*$ színrendszer vázlatos bemutatása, mely a szabványos CIE $L^*C^*h^*$ némileg módosított felírási módja

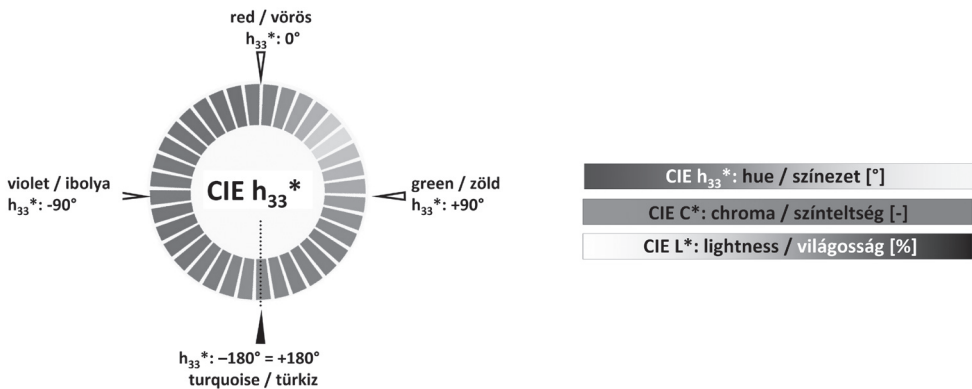


Figure 1. Schematic presentation of the $L^*C^*h_{33}^*$ colour system developed by the authors, which is a slightly modified numbering method of the standard CIE $L^*C^*h^*$

A színtávolság (kolorimetrikus differencia) mérésére a jelenleg használt legkomplexebb, nemlineáris CIEDE2000 ($CIE \Delta E_{2000}$) szabványt (Central 2001) használtuk, melynek dimenziója ΔE_{00} . Ennek kiszámítása komplex számításokat igényel, ezért erre a célra saját fejlesztésű programcsoportot készítettünk.

Szoftverek: A rendkívül összetett CIEDE2000 számításra saját készítésű, online elérhetővé tett Colour Conversion Centre V4.2b szoftver csoportot használtuk (Boronkay és Kürti 2008-2024). Ezek közül az MS Excel alapú CCC CIEDE2000 programot használtuk fel mely Sharma et al. (2005) munkáján alapul. A program egyetlen paraméterezése a $K_L:K_C:K_H$ súlyfaktorok, melyeknél az alapértelmezett 1:1:1 arányt használtuk. Tekintve, hogy a szíromszínek közötti viszonyok tisztázására igen nagy CIEDE2000 mátrixokat kellett felépíteni, 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 és Kürti 2008-2024).

Faktor-analízisre a Statgraphics Centurion V.18 matematikai-statisztikai szoftvert használtuk. A faktorképzés a főkomponens analízis módszerével történt az adatok standardizálása mellett, Varimax elforgatással. Ugyanezzel a programmal végeztük el a Cluster analízist is. Itt a távolsági adatok négyzetes euklidesziek, a csoportosítás alapja pedig a Ward-féle módszer volt, mivel tapasztalataink szerint ez adta a legkiegyenlítettebb csoportosítást.

Papír alapú színszabvány: A színkategóriák központi színének nemzetközi szabványok szerinti leírásához azokat nyomtatott színkártyákkal is beazonosítottuk. Erre az UPOV által hivatalossá tett, kifejezetten kertészeti célra létrehozott papír alapú színszabvány legújabb kiadását használtuk, az „RHS Colour Chart Sixth Edition”-t (Royal 2015). A Colour Chart színeit szám-betű kombinációk jelölik, melyekkel a színek egyszerűen definiálhatóak, azonban az esetek többségében inter- vagy extrapolálásra is szükség van, mert ritka az az eset, hogy egy kártya színe tökéletesen megfeleljen egy levélszínnek. Amennyiben két Colour Chart szín interpolálása elfogadhatóan leírja a mért színt, a két kártyakódot írásban „/” jellel választottuk el egymástól. Gyakran ez a közelítés is elégtelen volt, mert a mért szín az RHS színekből csak extrapolálással kapható meg. Ilyenkor CIE $L^*C^*h^*$ rendszerben közöljük a módosítást. Például a palazöld RHS Colour Chart alapú leírása N199a/b C^*-8 . Ennek értelmezése: az adott szín az RHS színrendszerében N199a és N199b között áll, de annál 8 CIE C^* értékkel kisebb, vagyis színteltsége alacsonyabb.

Kategóriarendszer kialakítási protokoll: Tekintve, hogy a kolorimetrikusan kiegyensúlyozott lombszín kategóriák rendszerének kialakítása összetett, többlépcsős folyamat, szükségesnek tartjuk vázlatosan itt is bemutatni, bár szigorúan a már korábban kialakított és publikált (Boronkay et al. 2024) szíromszín kategorizálás módszertanán alapul. A módszer adaptálásakor nem találtunk olyan problémát, ami miatt szükség lett volna a protokollt módosítani, ezért a korábban meghatározott paramétereket (minimális, maximális és ideális színtávolságok konkrét értékei) is elfogadtuk és átvettük. A fiatal lomb színét leíró kategória-rendszer tehát a fentiek alapján a következő szabályokon nyugszik:

- Mérezen alapuló színekategóriák: Minden kategóriát egy központi (centroid) szín jellemez, mely egy konkrét mérés-sor (adott fajta, adott év) 10 adatból számított átlaga, nem teoretikus érték.
- Mért adatok besorolása: A mért színek besorolása a minimális CIEDE2000 színtávolságon (kolorimetrikus differencia) alapul.

- Új kategória létrehozása: Ha egy mért szín még a hozzá legközelebb álló kategória középértékétől is távolabb van, mint $5,81 \Delta E_{00}$ ($6 \Delta E_{00}$ optimális szintávolságból és a becült $0,19 \Delta E_{00}$ mérési bizonytalanságból számítva), részére új kategóriára van szükség. Ha több mért érték közül lehet választani, akkor alapelv, hogy az új kategória a lehető legtöbb szomszédos kategóriával legyen $6 \Delta E_{00}$ távolságra, az adatok szórása legyen lehetőleg alacsony, és a mért fajta legyen lehetőleg jól ismert.
- A kategóriák kiegyensúlyozása: A szomszédos színek közötti szintávolság minimálisan $5 \Delta E_{00}$ lehet, és a lehető legtöbb esetben $5-7 \Delta E_{00}$ tartományban kell, hogy essen. Ahol csak egy ilyenre van lehetőség (szélsőséges színek), ott ennek az egyedüli szomszédnak legalább két olyan szomszédja kell, hogy legyen, ami $5 < \Delta E_{00} < 7$ távolságra áll attól.
- Hiányzó színek megtalálása: Bár a színek közötti határ a nem euklideszi geometriájú CIEDE2000 szintávolság szabvány miatt csak empirikusan állapítható meg, a színek közötti mérete az oda besorolt mért színek alapján ellenőrizhető. Mivel a szomszéd kategóriák közötti maximális távolság $7 \Delta E_{00}$, $a=7$ oldalú szabályos hexaéder modell testátlója alapján ($D=(3 \times a^2)^{1/2}$) egy színkategória legnagyobb dimenziója nem haladhatja meg a $D=12,12 \Delta E_{00}$ értéket. Ha az érték ennél nagyobb, a kategóriát megbontva új színekkel kell létrehozni.
- A színek számának optimalizálása: Minden olyan színkategória felesleges, melynek hiánya esetén az oda sorolt színek mindegyike besorolható egy másik kategóriába is, mert attól mért szintávolsága is kisebb, mint $5,81 \Delta E_{00}$. Az ilyen kategóriát, ha az nem szükséges a kategóriák kiegyensúlyozottságához, meg kell szüntetni.
- Elnevezés: Minden szín egy előnyelvi színnevezésből és egy melléknévből áll. A melléknév jól ismert, lehetőleg természeti objektumra utal. Nem lehet két egyforma melléknév, így nem lehet olívbarna és olívozöld színnevezés is egyszerre. A színnevek más publikált szabványokban már szerepelnie kell, bár nyelvi nehézségek miatt néhány esetben ez némileg eltérő alakban található meg. A színek beazonosításának elsődleges forrása a régi British (1938-1941) színszabvány volt, de online színgyűjteményeket is felhasználtunk, elsősorban is az Encycolorpedia kereskedelmi színszabvány gyűjteményt (Encycolorpedia 2024), a magyar szintan.hu oldalt (Földvári 2020), és a RAL online felületét (RAL 2024). A központi színeket Cluster analízis segítségével 6 csoportba osztottuk, ezek szintén saját elnevezést kaptak.

Eredmény

A lombszín kategória-rendszer kialakításának menete

Kiindulási színek kiválasztása: A 3 év alatt felvett 29850 színadatot az adatkizárások után átlagoltuk, így 2985 fiatalkori lombszínre kaptunk. Tekintve, hogy nem az évjárathatás, vagy a fajták szignifikáns elkülöníthetősége volt a cél, ezt a közel három ezer színadatot egységesen kezeltük, mint „reálisan előforduló tavaszi lombszín”. Ezen azt kell érteni, hogy az adatok normalitásának a hiánya, szokatlan varianciája és egyéb statisztikai paraméterei nem lehettek kizáró tényezők.

Az első lépésben egy hipotetikus indító kategória-rendszert kellett kialakítani a hozzávetőlegesen homogén színek tömegéből. Mivel itt még nincsenek szintávolság értékek, az iniciális központi színeket számítás nélkül, becsléssel kellett kiválasztani. Ebben a lépésben nem követhettük a

szíromszín kategóriák kialakításának metodikáját, mert ott vizuálisan, esztétikai alapon kiválasztott színekből indultunk ki, ez a lombozat esetében nem tűnt reálisnak.

Először a legszélsőségesebb színeket emeltük ki, a CIE $L^*C^*h_{33}^*$ 3 dimenziójának minimális és maximális értékeit mutató színeket. Ez után főkomponens-analízissel kétdimenziósra egyszerűsítettük le a mért színeket, és Varimax forgatással emeltük ki a mérhető szintartomány jellegzetességeit. A „leegyszerűsítés” itt pontatlan kifejezés, mert a sajátérték alapján egy dimenzió is elég lett volna a színek valós variabilitásának a leírására, de ez nehezen lett volna ábrázolható. A kapott ponthalmazban jól megfigyelhetőek a szélső és csúcsponti színek, de a szín-csoportosulások is (2. ábra).

2. ábra. A mért színek $L^*C^*h_{33}^*$ paramétereiből faktoranalízis és Varimax forgatás után nyert kétdimenziós ábra néhány szélsőséges érték kiemelésével.

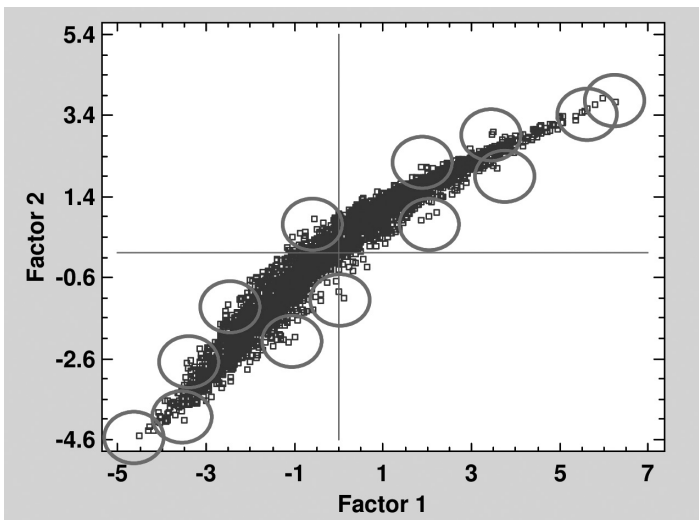


Figure 2. 2D plot obtained from the $L^*C^*h_{33}^*$ parameters of measured colors after Factor Analysis and Varimax rotation, highlighting some extreme values.

A legszélsőségesebb CIE $L^*C^*h_{33}^*$ értékű színek kiválasztásával 6 színt kaptunk, a főkomponens-analízis pontmátrixa alapján 21 jellegzetes színt, a pontmátrix sűrűsége alapján pedig még 4 kifejezetten tipikus színt tudunk kiválasztani. (1. táblázat), összesen 31-et. Az így kiválasztott iniciális színek számát úgy határoztuk meg, hogy több legyen, mint a várható, végleges kategóriák száma, mert az újraszámítások során könnyebb egy-egy felesleges kategóriát kihagyni, mint megfelelő hiányzó kategóriát keresni. Az iniciális színeket úgy tekintettük, mint központi színeket, így kezdetben 31 kategóriával kezdődött meg rendszer létrehozása.

1. táblázat. Az iniciális központi színek felsorolása. Nem szükségszerű, hogy a kész színkategória-rendszer központi színei is ezek maradjanak.

Minta	Tsz	Kereskedelmi fajtanév	Év	L*	a*	b*	C*	h_{33}^*
Szélsőséges $L^*C^*h_{33}^*$ értékek								
B-2170	2024	Duet	2021	27,76	9,75	-0,43	9,76	-35,54
B-0590	3753	Samantha	2021	21,34	7,29	1,01	7,36	-25,08
B-0190	2582	Lancastrian	2021	28,23	3,14	3,13	4,43	11,94
A-0380	4580	Route 66	2021	56,33	-5,67	45,10	45,46	64,17
A-0040	4267	Sommermärchen	2021	58,18	-5,20	20,07	20,73	71,52
C-2190	4044	Hunyadi János emléke	2021	34,80	-5,99	9,97	11,63	88,02
Főkomp. szélsőséges színek								
A-0840	4558	Purple Skyliner	2021	53,21	-6,18	41,03	41,50	65,57
A-0780	3764	Fred Loads	2021	47,39	-12,17	34,40	36,49	76,49
A-0160	4272	Louise Odier	2021	46,87	-7,85	30,14	31,15	71,60
A-0050	4305	Baby Blanket	2021	43,36	-8,18	28,71	29,86	72,90
A-0270	4540	Duchess of Portland	2021	41,77	-9,37	25,03	26,73	77,51
C-1610	4175	Dajka Margit emléke	2021	40,68	-5,54	23,56	24,20	70,23
B-0470	3638	Jofitali	2021	38,62	-3,76	18,76	19,13	68,33
A-1790	3232	Versailles	2021	35,38	-0,82	17,36	17,38	59,69
A-1480	4049	Magyar Gyula emléke	2021	33,32	3,93	14,25	14,78	41,58
A-1040	4570	Dancing Sunset	2021	32,06	7,50	9,45	12,06	18,57
B-1520	1219	Prima Ballerina	2021	30,91	6,78	6,16	9,17	9,27
A-1360	3561	Csii	2021	27,97	7,39	4,28	8,54	-2,94
B-0620	3587	Ambassador	2021	24,60	7,15	1,55	7,31	-20,80
A-0410	3687	Don Juan	2021	32,55	14,49	10,09	17,65	1,85
B-0450	3255	Zolotaja Osen'	2021	29,72	1,50	6,01	6,19	42,96
B-0320	805	Tawny Gold	2021	36,46	9,98	73,30	36,46	-2,80
B-3110	328	Granat	2021	37,35	21,74	35,80	37,35	7,86
A-0750	4170	Coral Dawn	2021	42,55	25,31	57,19	42,55	-0,08
A-0900	2015	Clg. Gertrud Westphal	2021	42,92	28,75	42,57	42,92	7,16
A-3160	4535	kénrózsa (R. hemisphaerica)	2018	48,86	25,52	79,57	48,86	-9,80
C-1540	4418	Camille Pissarro	2018	44,46	30,50	57,13	44,46	-0,07
Főkomp. gyakori színek								
C-1450	4117	Emese	2021	43,19	28,41	73,14	43,19	-7,90
A-1840	2031	Gold Crown	2021	42,36	17,14	60,33	42,36	-1,00
A-2470	1663	Sidney Peabody	2021	32,25	15,51	35,48	32,25	5,69
A-3420	3545	Aenne Burda	2021	25,48	14,02	-0,76	25,48	11,86

Table 1. List of the initial centroid colors. These colours do not necessarily remain the central colours of the final colour system. Header: (1) Sample, (2) Registration number, (3) Cultivar trade name, (4) Year, (5-9) CIE parameters

A kategóriák közötti kiegyensúlyozott távolság megállapítása: Első lépésben CIEDE2000 szinttávolság mátrixot hoztunk létre minden kiválasztott szín között. Minden kategóriánál megnéztük a tőle mért legalacsonyabb (nem 0) CIEDE2000 távolsági értéket, és ahol ez $5 \Delta E_{00}$ alatt volt, ott összevontuk a kategóriákat. A második számítási ciklusban így 16-ra csökkent a potenciális középső értékek száma, ahol 4 szín esetében nem volt elég közel hozzá egyetlen másik szín sem, minimális szinttávolságuk $8-10 \Delta E_{00}$ értéknek adódott. Azonban túl alacsony minimális távolságot már nem találtunk.

Ennek alapján mind a 2985 mért szint besoroltuk valamelyik kategóriába a minimális szinttávolság alapján, és kiemeltük azokat a színeket, melyek nem voltak besorolhatóak, mert mindegyik kategória középső értékétől távolabb álltak, mint $5,81 \Delta E_{00}$. A továbbiakban ezek közül kerestünk optimális színeket, melyek megfelelő távolságban állnak a fent említett 4 színnel ($5 < \Delta E_{00} < 7$). Ezek közül 3 felelt meg a kritériumoknak, így a megújított színekategória-rendszer 19 színből állt. Az ezek között végzett CIEDE2000 szinttávolság mátrix már megfelelő volt a kiegyensúlyozottság szempontjából.

Kategóriába nem sorolható színek lekezelése: Kimaradt azonban még 19 olyan szín, ami nem volt besorolható, ezért újabb számítási ciklusokat kellett végezni annak eldöntésére, hogy a nem besorolt színek hány kategóriának felelnek meg, beillesztésükkel sérül-e az eddig kialakított egyensúly. Ennek alapján 23 tagú vált a kategória-rendszer. A következő lépés a második legkisebb szinttávolság ellenőrzése volt. Összesen 4 problémás kategóriát találtunk, ezért ugyanannyi újabb kategória beillesztésére volt szükség, így már 27 kategóriából állt a rendszer.

Túl nagy kategóriák felderítése: Az összes szín kategóriákba sorolása után vizsgáltuk az egyes kategóriákon belüli maximális szinttávolságot, tehát a kategóriák legnagyobb méretét, de ez mindenhol alatta maradt a kritikus $12,12 \Delta E_{00}$ értéknek, így további kategóriák beiktatására nem volt szükség.

Felesleges kategóriák felderítése: Végezetül kiszámítottuk, hány olyan kategória van, mely felesleges, vagyis kihagyásával is besorolható a mért 2985 szín. Összesen 8 ilyen kategóriát találtunk, ezek közül azonban 7-re a szintani kiegyenlítetttség miatt szükség volt, így a végső, és minden paraméternek megfelelő kategóriaszámnak a 26 adódott.

Papír alapú színszabvány: A mért színek kategóriába sorolása után szabadföldön, napsütéses időben vizuálisan is besoroltuk a mért fajtákat az RHS Colour Chart színekártyáinak megfelelően. Ez hosszas és bizonyos adattorzítással is járó folyamat volt, mivel a konkrét mérési helyen ez alatt már színváltozás történt, vagy történhetett. Hátráltatta a munkát, hogy sok színnek nem volt nyomtatott megfelelője, gyakran még közelítő színekártyát sem találtunk, ilyen volt például a „sztyeppezöld”.

Színnevezés: A 26, fiatal lomb színét leíró kategória elnevezése nem volt egyszerű feladat, mivel nem jellegzetes színekről van szó. A nevek többnyire az „Anyag- és módszer” / „Kategoriarendszer kialakítási protokoll” részében említett színgyűjtemények neveinek fordítása.

Színekategóriák csoportosítása: Ward-féle módszerrel számított Cluster-analízissel csoportokba osztottuk a színekategóriákat. Gyakorlati megfontolásból a CIE L^* , a^* , b^* , C^* és h_{33}^* változók alapján 6 clustert (csoportot) hoztunk létre. Így közel annyi kategória került egy csoportba, mint a szíromszín esetén, az ideális csoportszámot ugyanis „Agglomerációs távolság” számítással sem lehetett megbecsülni.

Fajták besorolása: Végezetül a fajták színét az éves mérések átlagából kaptuk meg, ezt a szint soroltuk be a kapott 26 színekategóriába. A [2. táblázatban](#) és a [3. ábrán](#) látható minden olyan adat, mely a színekategóriákat jellemzi. A 3 éves átlagolás miatt történhetett meg, hogy néhány kategóriába egyetlen fajtát sem lehetett sorolni. Mivel a kategóriákat egy-egy év színadataiból állapítottuk meg, ezért a központi színek kategóriái nagyobb színteret fednek le, mint a 3 éves értékek. A fajták besorolására néhány példát a [3. táblázatban](#) mutatunk be, ahol számos jól ismert fajta fiatal lombjának a színe látható, a besorolás a Budatétényi Rózsakertben mért 3 éves adatsor alapján történt.

2. táblázat. A lombszín kategóriák végleges rendszere, a központi színek adataival

SZÍNCSOPORT és színnév	L*	a*	b*	C*	h_{33}^*	Mérés helye	Fajták, 3 év átlaga [db]
I. PALISZANDER-BARNÁK							
cigánymeggy-bíbor	21,34	7,29	1,01	7,36	-25,08	3753 Samantha	0
óburgundi-bíbor	27,76	9,75	-0,43	9,76	-35,54	2024 Duet	2
égetett-umbra	33,14	6,38	7,50	9,85	16,64	2379 Tiki	92
vengebarna	28,23	3,14	3,13	4,43	11,94	2582 Lancastrian	5
biszterbarna	27,47	7,16	10,97	13,10	23,86	3913 Széchenyi István e.	69
II. FÖLDBARNÁK							
mahagóni-barna	25,48	11,86	7,48	14,02	-0,76	3545 Aenne Burda	37
rozsdabarna	27,73	20,15	15,07	25,16	3,80	163 Diamond Jubilee	9
vasoxid-barna	32,55	14,49	10,09	17,65	1,85	3687 Don Juan	6
király-barna	34,34	15,04	19,22	24,41	18,96	3672 Evening Star	70
van Dyke-barna	37,35	7,86	20,27	21,74	35,80	328 Granat	16
III. OLAJBARNÁK							
olajpala-barna	40,15	3,13	13,00	13,37	43,45	4241 Caresse	214
palazöld	32,89	3,49	14,71	15,12	43,65	4417 Alfred Sisley	18
drávitbarna	31,27	0,36	9,59	9,60	54,87	516 McGredy's Pink	206
fűzfazöld	35,38	-0,82	17,36	17,38	59,69	3232 Versailles	4
IV. ŐSERDŐ-ZÖLDEK							
csalánzöld	34,80	-5,99	9,97	11,63	88,02	4044 Hunyadi János e.	30
őregerdő-zöld	34,52	-7,00	19,90	21,10	76,37	2274 Inge Horstmann	79
terepzöld	40,21	-5,05	16,28	17,05	74,24	3810 Robusta	3
fűzöld	46,07	-8,39	17,67	19,56	82,41	4524 York and Lancaster	46
ponyvazöld	42,36	-1,00	17,11	17,14	60,33	2031 Gold Crown	5
V. OLÍVIN SZÍNEK							
tőzegmoha-zöld	42,92	7,16	27,84	28,75	42,57	2015 Clg. Gertrud Westphal	22
olívzöld	44,46	-0,07	30,50	30,50	57,13	4418 Camille Pissarro	3
sztyeppezöld	53,81	-5,39	30,32	30,80	67,07	2260 Bel Ange	153
borsóhüvely-zöld	58,18	-5,20	20,07	20,73	71,52	4267 Sommermärchen	29
mohazöld	43,19	-7,90	27,29	28,41	73,14	4117 Emese	4
VI. PÁFRÁNYZÖLDEK							
bazsalikom-zöld	47,39	-12,17	34,40	36,49	76,49	3764 Fred Loads	0
salátazöld	52,20	-10,90	41,73	43,13	71,64	4536 Autumn Damask	2

Table 2. Parameters of the centroid colours of the final foliage colour categories. Header: (1) Colour groups and colour categories, (2-6) CIE parameters, (7) Location of original measurement, (8) Number of cultivars that belong to that category based on 3-year average

3. ábra. A rózsza fiatalkori lombzatának színkategóriái.

Szín-kategóriák	Színkategória elnevezés	Colour class name	RHS kódolás
	cigánymeggy-bíbor	amarena purple	187a/N187a
	óburgundi-bíbor	old-burgundy purple	N186c
	égetett-umbra	burnt umber	200B/N199B
	vengebarna	wenge brown	200a/b
	biszterbarna	bistre brown	N200a
	mahagóni-barna	mahogany brown	200b/N77A
	rozsdabarna	corrosion brown	166a/178a L*-10
	vasoxid-barna	iron-oxide brown	177a/176b
	király-barna	royal brown	N199B/200D
	van Dyke-barna	van Dyke brown	n199a/b C*-5
	olajpala-barna	oil-shale brown	n199a C*-5
	palazöld	slate green	N199A h ₃₃ *+20
	drávitbarna	dravite green	N199a/b C*-8
	fűfazöld	willow green	148a
	csalánzöld	nettle green	137a/NN137c
	öregerdő-zöld	high-forest green	146a L*-5
	terepzöld	camouflage green	147b/148a
	fűzöld	grass green	146b/147b
	ponyvazöld	tarp green	148a/199a
	tőzegmoha-zöld	sphagnum green	199a/ h ₃₃ *+8
	olívzöld	olive green	152b h ₃₃ *-10
	sztyeppezöld	steppe green	152d/144c
	borsóhüvely-zöld	pod green	146d
	mohazöld	moss green	146a/b C*+5
	bazsalikom-zöld	basil green	146b c+8
	salátazöld	lettuce green	144a/146b C*+5

Figure 3. Colour categories of the juvenile foliage of roses. Header: (1) Colour groups, (2-3) Colour names in Hungarian and in English, (4) RHS coding.

Megvitatás

Bár a rózsaszíromra kidolgozott színkategória-rendszer kialakításának protokollja letisztult és logikus, lehetett némi kétely arra vonatkozóan, hogy ez egy teljesen eltérő szituációban is működőképes-e. Ezt a fent részletezett munka teljeskörűen igazolta. Mivel a lombszín kategória-rendszerének kialakításakor az iniciális színkategóriák megállapítása már faktoranalízissel, és nem vizuális kiválasztással történt, sikerült a színkategória-rendszer utolsó szubjektívnek tekinthető elemét is kiküszöbölni.

Ez a rendszer, visszatükörözve a fiatal lomb színét, a sárgászöld-barnászöld-sötétbíbor színeket fogja össze, ami jóval szűkebb szintér, mint a mintaként tekintett virágszín, és egészen más színtartományban található. A kategória-rendszer kialakításának folyamata, követve a mintaképet, szabályos és reprodukálható és az első lépés kivételével teljesen azonos vele. A legnagyobb különbséget ott találtuk, hogy a szíromszín teljes spektrumának leírásához 133 színre volt szükség, míg fiatal lombszín esetén ehhez mindössze 26 kellett. Mindez az előzőleg kialakított matematikai-kolorimetriai szabályrendszer eredménye, nem egyéni döntés következménye.

A 26 központi szín minden paraméterét sikerült meghatározni, bár bizonyos esetben az RHS Colour Chart színkártyákkal történő beazonosítás némi szubjektivitással járt. Ez részben abból adódott, hogy a fiatal lomb színe nem statikus, mint szíromé, hanem igen gyorsan változik, ezért már 2-3 nappal a mérés után sem lehetett ugyanazt a lombszínt ugyanazokon a hajtásrészeken megtalálni. Részben pedig azért, mert a mért szín több, eltérő szövetrész színének a kombinációja (parenchima szöveti eredetű zöld, és epidermisz eredetű bíboros futtatás), és nem homogén szín. Míg a spektrokoloriméter a színt átlagoltan látja, szemünk alapszín és pettyek, futtatás formájában elkülöníti.

A színkategóriák központi színei a [2. táblázatban](#) láthatóak. Jól megfigyelhető, hogy a kategóriák a bíboros, rozsdavörös és barnás szín kombinációját mutatják, és ez élesen elüt a kifejtett lomb klorofilltól eredő, hangsúlyozottan zöld színétől. A két levélkorosztály (fiatal és kifejtett) színe közötti differencia törzsfajlódási szerepe nem nyilvánvaló, a feltűnő különbséget talán csak a plasztiszok egyedfejlődési sebessége magyarázza. Ez a kontraszt a kertépítők számára viszont jól hasznosítható információ, mivel áprilisban és május elején a rózsza csak a lombjával díszít (összel a csipkebogyó a hangsúlyosabb), ugyanakkor ez a lomb markánsan jellemzi a fajtákat, színe a kiültetések megtervezésénél jelentős szempont lehet.

Tekintve, hogy a színkategóriák a színek kiegyensúlyozott távolságát és nem a színek gyakoriságát tükrözik, sok kategóriához igen nagy fajtszám, másokhoz pedig alig néhány példa köthető. Esetenként annyira ritkák, hogy csupán egy-egy évben figyelhetőek meg. Így például a „cigánymeggy bíbor” egészen markánsan borvörös színe még a vörös 'Samantha' fajtán sem mindig jelentkezett, de ugyanez igaz a világító világos „bazsalikom-zöld” teljesen antocián-mentes lombszínrre is, mely bizonyos évjáratokon a 'Fred Loads' fajtára jellemző. Összesen három kategóriát találtunk nagyon elterjedtnek, az „olajpala-barna” színt, az ennél sötétebb „drávit-barnát” és a kifejezetten élénk „sztyeppezöld”-et. Ezek sorrendben 19, 18 és 14%-át teszik ki a Budatétényben mért fajtáknak.

Az itt közölt 3 éves átlagadatok azonban nem csak a színek meghatározásánál és a fiatal lomb színspektrumának megállapításánál fontosak, de a fajták jellemzésére, tipizálásra is szolgálnak, ezért a Budatétényi Rózsakert génbanki adatbázisába is így kerültek be. Erre jó példa a [3. táblázat](#), ahol néhány nagyon jól ismert fajta besorolása látható. Összesen 1122 tételre volt mért adatunk, bár néhányukra nem mind a három évből.

Érdemes kiemelni a legszélsőségebb lombszíneket. Leginkább kékesnek a 'Duet' (Swim, 1960) lombja bizonyult, de a legsötétebb bíborlilának a 'Samantha'-é (Warriner, 1974). A zölden kihajtó lombú fajták közül pedig a legvilágosabb és egyben legélénkebb a 'Route 66' (Carruth, 2001) volt, míg a legközelebb a sárgához a magyar 'Hunyadi János emléke' (Márk, - 204) lombozata állt. Itt azonban meg kell jegyezni, hogy a nagyon sárgás érték biotikus vagy abiotikus klorózis eredménye is lehet, vírusfertőzés, esetleg mérszérzékenység következményeként.

Külön érdemes felhívni a figyelmet a fajtcsoportokra. Általában a vörös virágú fajták fiatal lombja sötétebb, a 'Black Baccara' (Mouchotte, 2000) és a 'Chrysler Imperial' (Lammerts, 1952) például mahagóni-barna, a 'Don Juan' (Malandrone, 1958) pedig rozsdabarna. A vadrózsák és európai történelmi típusok viszont antocián-mentesek, még a sötétbíbor virágú *Rosa gallica* L. 'Officinalis' (tájfajta) és 'Cardinal de Richelieu' (Laffay, -) is. A [4. táblázat](#) szerint a fiatalon vöröses-sötétbarnás lombozat a legnagyobb arányban a tearózsák és a teahibridek között található meg, bár a floribundák (teahibrid × polianta) és a grandiflorák (teahibrid × floribunda) között is gyakori.

3. táblázat. A Budatétényi Rózsakert néhány jól ismert fajtájának kertészeti adatai és fiatal lombjának színe.

Tsz.	Kereskedelmi fajtanev	Szín (központi)	ΔE_{00} távolság a központi színtől	Fajtacsoport	Származás
691	Alba Suaveolens	mohazöld	2,78	alba	XI-XIV. század
3916	Árpád-házi Sz. Erzsébet e.	mohazöld	2,36	parkrózsa	1995, Márk, G.
4575	Black Baccara	mahagóni-barna	1,73	teahibrid	2000, Mouchotte, J.
2710	Blue Moon	ponyvazöld	3,24	teahibrid	1964, Tantau
4563	Cardinal de Richelieu	bazsalikom-zöld	4,41	gallica h.	1847 előtt, Laffay, M.
4441	Chrysler Imperial	mahagóni-barna	3,43	teahibrid	1952, Lammerts, Walter
2308	Colour Wonder	tőzegmoha zöld	2,25	teahibrid	1964, Kordes, R.
3687	Don Juan	vasoxid-barna	1,06	modern kúszó	1958, Malandrone
4553	Grüss an Teplitz	olívzöld	3,25	chinensis h.	1897, Geschwind, Rudolf
4192	Ingrid Bergman	égetett-umbra	4,97	teahibrid	1984, Poulsen, D.T.
4535	kénrózsa (R. hemisphaerica)	fűzöld	2,71	vad alak	1625 előtt, Clusius
4415	Knock Out	palazöld	3,63	parkrózsa	1999, Radler, W.
4552	La France	olíva zöld	3,20	teahibrid	1867, Guillot et Fils
3610	La Sevillana	fűzfazöld	3,29	floribunda	1978, Meilland, M. L.
4472	Masquerade	fűzfazöld	2,89	floribunda	1949, Boerner
3522	National Trust	mahagóni barna	4,12	teahibrid	1970, McGredy, S.
4531	Officinalis (patikárius rózsza)	pitypang-zöld	3,46	gallica	VI-XII. század
626	Paul's Scarlet Climber	mohazöld	3,26	modern kúszó	1916, Paul, W.
627	Peace	terepezöld	3,15	teahibrid	1945, Meilland, F.
669	Queen Elizabeth	égetett-umbra	2,19	grandiflora	1954, Lammerts
4551	szent rózsza (R. richardii)	salátazöld	2,31	vad alak	Ókor
4412	szentendrei rózsza	fűzöld	3,33	vad alak	1924, Deg. et Trtm.
4280	Trigintipetala Kazanlik	mohazöld	1,34	damaszkuszi	XVII-XVIII. század

Table 3. Horticultural data and colour of the juvenile foliage of some well-known cultivars from Budatétényi Rose Garden. Header: (1) Registration number, (2) Cultivar trade name, (3) Colour, (4) ΔE_{00} colour distance from the centroid colour, (5) Cultivar group, (6) Origin

A táblázatban nem szereplő fajtacsoportokban (például gall-, damaszkuszi-, remontáns rózsák) a vöröses szín egyáltalán meg sem jelenik. Úgy tűnik, a vöröses és bíborszínű fiatal lomb forrása Kína, és talán a bengál rózsza, vagyis a *Rosa chinensis* var. *semperflorens* Jacq. (fajtaként 'Slater's Crimson') alakköréhez kötődik. Az, hogy a szín a tearózsák között miért gyakoribb, mint kínai rózsák között, arra magyarázat lehet a túl alacsony mért fajtaszám, de az is, hogy a kínai rózsza fajtacsoportnak csak egy része vezethető vissza a bengál rózsára, a többi komplex hibrid. Ugyanakkor a tearózsák többnyire a bengál rózsza közvetlen utódai.

4. *Táblázat.* Fiatalon sötét lombú (óburgundi-bíbor, égetett-umbra, vengebarna, biszterbarna, mahagóni-barna, rozsdabarna, vasoxid-barna, király-barna) fajták megoszlása. SLF= sötét lombú fajta

Fajtacsoport	A SLF-ák száma a fajtacsoportban	Az összes fajta száma a fajtacsoportban	A fajtacsoportba tartozó SLF-ák aránya az összes SLF-on belül	SLF-ák aránya a fajtacsoporton belül
teahibrid	150	503	66.37%	29.82%
floribunda	55	294	24.34%	18.71%
grandiflora	7	26	3.10%	26.92%
modern	6	39	2.65%	15.38%
kúszórózsza	3	55	1.33%	5.45%
polianta	1	55	0.44%	1.82%
kúszórózsza	1	20	0.44%	5.00%
miniatűr rózsza	1	15	0.44%	6.67%
kínai rózsza	1	6	0.44%	16.67%
tearózsza	1	3	0.44%	33.33%

Table 4. Distribution of varieties with dark juvenile foliage (amarena purple, old-burgundy purple, burnt umber, wenge brown, bistre brown, mahogany brown, corrosion brown, iron-oxide brown, royal brown). Header: (1) Cultivar group, (2) Number of dark foliage varieties in that group (3) Proportion of dark foliage varieties among all dark foliage varieties, (4) Number of varieties in that group, (5) Proportion of dark foliage varieties among all the varieties in that cultivar group)

Reményeink szerint a jövőben egy olyan szinkategória-rendszert tudunk létrehozni, mely a rózsalevélkék színét annak minden korosztályában le tudja írni. A szerzők abban is reménykednek, hogy ez a lombszín tipizálás más fajoknál is alkalmazható lehet, főképpen fás növények esetén.

Felhasznált irodalom

1. ADR 2025. Allgemeine Deutsche Rosenneuheitenprüfung Boniturblatt. Stand: 28.02.2023., Online: <https://www.adr-rose.de/fileadmin/adr-rose.de/Dokumente/ADR-Boniturblatt.pdf>
2. Agyeno, O. E., Zagi, D., Abiem, I. 2022. A Checklist and Macromorphological Characterization of *Rosa* L. (*Rosaceae*) on Jos Plateau, Nigeria. *Nigerian Journal of Botany*, 32(2): 1-22.
3. American Rose Society 2014. Official Registry and Checklist 2nd Edition – Rosa. Shreveport, USA: International Cultivar Registration Authority – Rose. 7-811.
4. American Rose Society 2024. Modern Roses. Database. Online: <https://www.rose.org/modernroses>.
5. Anderson, A. M. 2020. Plastic Jerrycans: Aging and Material Characteristics of an Artist Material in West Afrika. UCLA Electronic Theses and Dissertatio. Los Angeles: University Of California.
6. Boronkay G. 2016. Rózsafajták virágszínének besorolása új, kolorimetrián alapuló színrendszer alapján. *Kertgazdaság*, 48 (1): 66-73.
7. Boronkay G. 2018. A Budatétényi Rózsakert tételeinek értékelése termés-dekorativitásra, matematikai modellek felhasználásával. *Kertgazdaság*, 50(4): 37-46.
8. Boronkay G., Hamarné Farkas D., Kisvarga Sz., Neményi A. B., Orlóci L. 2024. Kolorimetrikusan kiegyensúlyozott színrendszer a termesztett rózsza (*Rosa* L. fajták) fiatalkori lombszínének leírására. Fodor M., Bodor-Pesti P., Deák T. (eds.). *A 2023. évi Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly (LOV) Tudományos Ülésszak összefoglalói*. 29.
9. Boronkay, G. 2019. Szabadföldi rózsák tavaszi lombdekorativitásának értékelése matematikai modellezés alapján. *Kertgazdaság*, 51(4): 30-44.
10. Boronkay, G. 2021. Kolorimetrikus feltételrendszeren és műszeres mérésen alapuló, szabadföldi használatra is alkalmas rózsaszírom-színrendszer. *Kertgazdaság*, 53(1): 53-72.
11. Boronkay, G., Hamar-Farkas, D., Kisvarga, Sz., Békefi, Zs., Neményi, A., B., Orlóci, L. 2024. Developing a Colorimetrically Balanced, Measurement-Based Petal Colour System for Cultivated Rose (*Rosa* L. Cultivars) and the Resulting Colour Categories. *Plants*, 13(10), 1368.
12. Boronkay, G., Kürti, S. 2008-2024: Colour Conversion Centre (CCC) szoftvercsomag. Online: <http://ccc.orgfree.com>.
13. Boumaza, R., Demotes-Mainard, S., Huche-Thelier, L., Guerin, V. 2009. Visual Characterization of the Esthetic Quality of the Rosebush. *Journal of Sensory Studies*, 24(5): 774 - 796.
14. British Colour Council, The. 1938-1941. Horticultural Colour Chart I-II. H.N.: The British Colour Council.
15. Central Bureau of the CIE 2001. Improvement to industrial colour-difference evaluation. CIE Publication 142-2001, Vienna.
16. CIE 2025. e-ILV. **Term 17-22-045 és 17-22-046**, Online: cie.co.at/e-ilv
17. Crayola 2023. Crayola Homepage. Online: <https://www.crayola.com>.
18. Cutajar, J. D., Steindal, C. C., Caruso, F., Joseph, E., & Frrysaker, T. 2024. Spectral- and Image-Based Metrics for Evaluating Cleaning Tests on Unvarnished Painted Surfaces. *Coatings*, 14(8): 1040.
19. Dremelj, M., Novak, K., Merela, M., Straže, A. 2023. Analysis of the Natural Aging of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Structural Timber Using Dendrochronological, Colorimetric, Microscopic and FTIR Techniques. *Forests*, 14, 1363.
20. Encycolorpedia. 2024. Encycolorpedia. Online: <https://encycolorpedia.com/paints>.
21. Ferrante, A., Trivellini, A., Scuderi, D., Romano, D. et al. 2015. Post-production physiology and handling of ornamental potted plants. *Postharvest Biology and Technology*, 100: 99-108.
22. Földvári, M. 2020. Színnév-színszótár. Online: <http://www.szintan.hu>.
23. Halim, E., Daoudi, M. L., Alaoui E., Fels, E. A. 2021. How elemental composition influences the color of igneous and sedimentary rocks: Case of the High Atlas rocks of Morocco. *Color Research and Application*, 47(2): 475-485.

24. Mokrzycki W.S., Tatol M. 2011. Colour difference ΔE - A survey. *Machine Graphics and Vision*, 20(4):383-411.
25. Monder, M. J. 2012. Evaluation of Growth and Flowering Of Cultivars Derived from the Rugosa (*Rosa rugosa* Thunb.) Growing in the National Collection of Rose Cultivars in the Polish Academy of Sciences Botanical Garden in Powsin. *Acta Agrobotanica*, 65(2): 109–116.
26. Munsell 2025 A. Munsell Soil Color Book. Pantone, M50215B
27. Munsell 2025 B. Munsell Rock Color Book. Pantone, M50315B
28. Munsell 2025 C. Munsell Plant Tissue Color Book. Pantone, M50150
29. Novikov, A., Sup-Novikova, M., Nachychko, V., Kuzyarin, O. 2024. Testing color reference charts for the herbarium digitization purposes. *Plant Introdokction*, No 101/102; 34-42.
30. Ohl, J. E. 2020. An Icelandic Mystery? The Occurrence of Purple Bones in Arctic Foxes. PhD diss., University of Iceland, Verkfræði- og náttúruvísindasvið, Meistaraprófsritgerðir - Verkfræði- og náttúruvísindasvið.
31. Pantone 2024. Pantone Formula Guide Set | Coated & Uncoated. Pantone, GP1601B
32. Pantone 2025. Pantone Color Bridge Guide Set | Coated & Uncoated. Pantone, GP6102B
33. Phillips, R., Rix, M. 1994 *The Quest for the Rose*; Random House; Pennsylvania State University
34. RAL gemeinnützige GmbH 2024. RAL Colours. All Ral Colours, Online: <https://www.ral-farben.de/en/>
35. Routley, P. 2013. 'Parks' Yellow Tea-scented China'; *Heritage Roses In Australia Journal*, 35(1): 13.
36. Royal Horticultural Society, The. 2015. *The Royal Horticultural Society's Colour Chart*. 6. edition. London: The Royal Horticultural Society
37. Santagostini, P, Demotes-Mainard, S., Huché-Théliér, L., Leduc, N., Bertheloot, J., Guérin, V., Bourbeillon, J. Sakr, S., Boumaza, R. 2014. Assessment of the visual quality of ornamental plants: Comparison of three methodologies in the case of the rosebush. *Scientia Horticulturae*, 168: 17–26.
38. Séve, R. 2016. Donner leur nom aux Couleurs Dénomination des Couleurs Évaluées par Colorimétrie; Lexitis: Paris, France.
39. Sharma, G., Wu, W., Dalal, E. N. 2005. The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data and Mathematical Observations. *Color Research and Application* 30(1):1.
40. Taylor, Ch. M., Breadmore, M. C., Kilah, N. L. 2023. Colorimetric determination of perfluorocarboxylic acids using porphyrin hosts and mobile phone photographs. *The Royal Society of Chemistry*, (2) 676-686.
41. 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>.
42. Ureña, P. L., Colombo, S., Sánchez, J., Rucabado, M., Cazorla, Th. E., López, L., de Asis Ruiz, F. 2021. Diversificación de quesos de cabra: el uso de aceites de oliva virgen extra monovarietales. XIII Congreso de Economía Agroalimentaria, 593-596.
43. Vilcapoma, W., Pérez, J. F. 2024. Use of Smartphone and Image Analysis in the Quantification of Vitamin C in Golden Berry (*Physalis peruviana* L.). *Juice. Braz. J. Anal. Chem.*, 11(42): 85-93.
44. Wyatt, L. A. 1975. Tea scented Roses; *The Rose Annual*, 38-53.
45. Young, M. A., Schorr, Ph. (Eds.) 2007. *Modern Roses 12*. Shrewport, Louisiana, USA: The American Rose Society, 5.
46. Zlesak, C. D. 2007. Rose *Rosa* × *hybrida*. In: N. O. Anderson (ed.), *Flower Breeding and Genetics*, 695–740.

Szerzők:

Boronkay Gábor (kapcsolattartó szerző) – PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet; Budapest, XI. kerület, Villányi út 29-43. K épület; Budapest, XXII. kerület Park utca 2. D épület

Neményi András Béla – PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet; Budapest, XI. kerület, Villányi út 29-43. K épület; Budapest, XXII. kerület Park utca 2. D épület

Kisvarga Szilvia – PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet; Budapest, XI. kerület, Villányi út 29-43. K épület; Budapest, XXII. kerület Park utca 2. D épület

Orlói László – dr. univ., tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem; Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet; Budapest, XI. kerület, Villányi út 29-43. K épület; Budapest, XXII. kerület Park utca 2. D épület