

## 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 CIEDE<sub>2000</sub> 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  $\Delta E_{00}$  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 színparamétereik.

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 referenciafajtákkal 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 színsvabvány (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 színsvabványok 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 rózsza 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 rózsza szíromszínrendszer teljesen önálló fejlesztés, nem állítható párhuzamba semmilyen általunk ismert projekttel. Saját munkánkban ugyanakkor számtalan esetben dolgoztunk CIEDE<sub>2000</sub> 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 rózsza színrendszer kialakításáról, és annak speciális problémáiról először 2016-ban publikáltunk (Boronkay 2016), azután ezt grafikusán mutattuk 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 magánnevesítő 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\*h<sub>33</sub> 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 fel dolgozott 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 algoritmus:  $h^*_{33}=h^*-33^\circ$  majd  $h^*-360^\circ$  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  $\Delta E_{00}$ .

### 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.

### Nyomtatott, 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 CIEDE<sub>2000</sub> 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  $\Delta E_{00}$  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 szintávolság túl alacsony volt, egy kategória kizárásával vagy kettő összevonásával lehetett feloldani a problémát, túl magas szintávolság esetén pedig új színek középértékét kellett kidolgozni. Ahol több szín is megfelelőnek tűnt, azt választottuk, ahol a szintávolság közelebb állt a  $\Delta E_{00} = 6$  értékhez, ismertebb fajtánál találtuk, inkább a szíriumi 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 rész

Az előző pont azonban nem garancia a teljes kiegyenlítettségre, mivel két szín vagy színek csoportja egymáshoz közel állhat úgy, hogy a többi tőlük 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 középértékai közötti második legkisebb kromatikus differenciát is. Általánosságban az a cél, hogy minden szín középértékének legalább két szomszédjához a  $\Delta E_{00} = 7$  kromatikus differenciánál közelebb álljon. Azonban lehetnek olyan szélsőséges színek (mangánfekete, szíriumi fehér, kobaltsárga, stb.) ahol elképzelhető, hogy csak egy szomszédos színhez áll közel, ezért a szabályt úgy definiáltuk, hogy minden szín középértékének 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 szín középértékének elkülönülése 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 biokémiai szempontból 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 szíriumi színek által határolt színteret.

### 4) Hiányzó szín kategória kimutatása

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

Az osztályok középértékének optimális elhelyezkedését feltételezve, ezt a maximális, még elfogadható távolságot úgy modelleztük, hogy a színek középértékét egy kockából (szabályos hexaéder) álló rácsszerkezetnek vettük, ahol a színek közötti határoló „görbe” is hexaédert ad. Feltételezve az egymás mellett álló színek 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 színosztály még elfogadható maximális „hosszáknak”, és ahol ennél nagyobb szintávolságot találtunk, ott a kategóriát több kategóriára bontottunk szét.

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

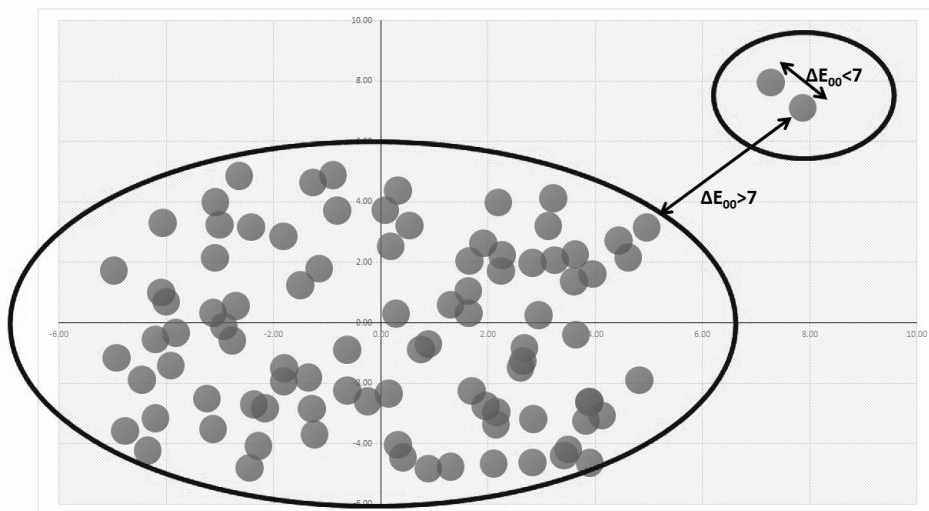


Figure 1. Illustrative example: Even if each colour category is close enough to one of its neighbours, an incomplete network could develop

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

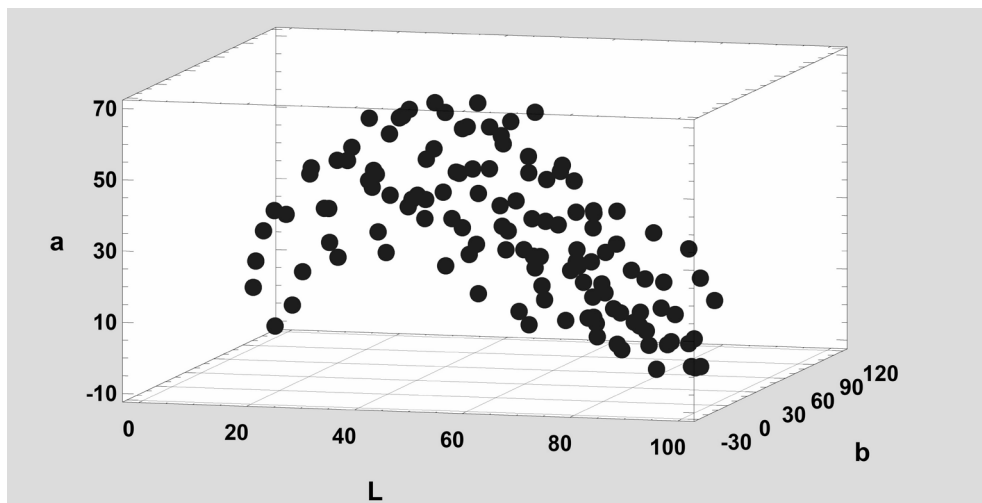


Figure 2. 3D arrangement of the colour categories in CIE L\*a\*b\* colour space



### 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 ( $131 \times 8072$  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  $CIEDE_{2000}$  kromatikus differencia nemlineáris, a mintavételből adódó bizonytalanság csak becsülhető. Ennek alapján számítottunk egy tolerancia értéket, mely a mért szíromszíneken belüli átlagos  $\Delta E_{00}$  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 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. Mással 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*		
<b>TEJFEHÉREK</b>					
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
<b>SELYEMSZÍNEK</b>					
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'
<b>KARAMELLSZÍNEK</b>					
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*		
<b>VAJSÁRGÁK</b>					
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
<b>BÁRIUMSÁRGÁK</b>					
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'
<b>AUREOLINSÁRGÁK</b>					
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##
<b>MUSTÁRSÁRGÁK</b>					
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
<b>MALMAISON-RÓZSZASZÍNEK</b>					
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 Berlinerín', 'Fortuna'
<b>TERRAKOTTA-SZÍNEK</b>					
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*		
<b>GYÖMBÉRSZÍNEK</b>					
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
<b>NAPLEMENTE-SZÍNEK</b>					
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
<b>KADMIUMNARANC SOK</b>					
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'
<b>LÁNGVÖRÖSEK</b>					
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'
króm narancs	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'
<b>BUZÉRVÖRÖSEK</b>					
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*		
<b>PAJTA-VÖRÖSEK</b>					
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
ribizskevörös	34,6	47,3	21,3	46a/b	'Paul Ecke' fonák, 'Red Velvet' fonák, 'Leone'
kardinalisvörös	28,2	52,6	28,9	53a, C*+10, h*+3	'Canasta', 'Helmut Kohl', 'Porta Nigra'
<b>KIRÁLYNŐ-RÓZSASZÍNEK</b>					
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
<b>VADRÓZSA-SZÍNEK</b>					
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'
<b>PORCELÁN-RÓZSASZÍNEK</b>					
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
<b>KOSNIL-SZÍNEK</b>					
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'
karmazsinvörös	33,5	62,6	17,2	53c, C*+10, L*-5	'Eddie's Jewel', 'Baby Blaze', 'Cleopatra'
bengálvörös	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)	
<b>BORVÖRÖSEK</b>					
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'
brazilbordó	26,6	37,3	13,6	185a/b	'Duftstar' fonák, 'Morocco' fonák
<b>SZIROMFEKETÉK</b>					
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
<b>KARBUNKULUS-BÍBOROK</b>					
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'
<b>SPINELL-VÖRÖSEK</b>					
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'
<b>LEVENDULASZÍNEK</b>					
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
<b>PERKIN-LILÁK</b>					
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* <sub>33</sub>	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	agyagcsérep-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	istárcsörózsaszín 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	cinóber-vörös 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 VI<sup>th</sup> 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.orgfree.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 CIEDE<sub>2000</sub> 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  $\Delta E_{00}$  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.