

KERTGAZDASÁG HORTICULTURE

51. évfolyam 3. szám – 2019. DECEMBER



› Szabadföldi rózsák tavaszi lombdekorativitásának értékelése matematikai modellezés alapján

› Genetikai stabilitás és génexpressziós vizsgálatok alma hajtástenyészetekben

› Gombaszúnyogok válaszreakciója különböző intenzitású kék fényingerekre

› Egyes biostimulátorok hatása mikroszaporított *Hosta* 'Gold Drop' növények morfológiai és élettani jellemzőire

EURÁZSIAI SZŐLŐFAJTÁK



1. **ÁBRA:** Anita



2. **ÁBRA:** Cegléd szépe



3. **ÁBRA:** Csaba gyöngye



4. **ÁBRA:** Emőke



5. **ÁBRA:** Glória Hungariae



6. **ÁBRA:** Éva



7. **ÁBRA:** Kozma Pálné muskotály



8. **ÁBRA:** Kósa



9. **ÁBRA:** Melinda



10. **ÁBRA:** Pannónia kincse



11. **ÁBRA:** Réka



12. **ÁBRA:** Szőlőskertek királynője muskotály

Kertgazdaság

Horticulture

A Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar
és az Agrárminisztérium tudományos folyóirata
Scientific Quarterly of Faculty of Horticultural
Science, Szent István University, and Ministry of
Agriculture, Budapest, Hungary

Megjelenik negyedévenként
ISSN száma: 1419-2713



Főszerkesztő (Editor-in-chief)

HROTKÓ KÁROLY

Technikai szerkesztő:

FICZEK GITTA

Rovatvezetők

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

Szerkesztőbizottság (Editorial board)

A szerkesztőbizottság elnöke: BERNÁTH JENŐ

BÁLO BORBÁLA, BARANEC TIBOR, FAZAKAS CSABA, FÁRI MIKLÓS GÁBOR, HEGEDŰS ATILA, HELYES LAJOS, HESZKY LÁSZLÓ, HOLB IMRE, KOCSIS LÁSZLÓ, LADÁNYI MÁRTA, LAKATOS TAMÁS, LÉVAI PÉTER, NYÉKI JÓZSEF, NYITRAINÉ SÁRDY DIÁNA, PÉNZES BÉLA, TÓTH MAGDOLNA, ZÁMBORINÉ NÉMETH ÉVA, a HERMAN OTTÓ INTÉZET NONPROFIT KFT. KÉPVISELETÉBEN BÉRES ANDRÁS és BÖLE RÉKA

Angol nyelvi lektor: SZABÓ ANNA

KIADÓ

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

Felelős kiadó: BÉRES ANDRÁS

Tel.: 06-1-362-8100

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

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

További információ: 06-80-444-444.

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

E-mail: info@agrarlapok.hu

www.agrarlapok.hu

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

SZERKESZTŐSÉG

Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar

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

Telefon: +36 - 1- 3057460 (Hrotkó Károly)

E-mail: kertgazdasag@kertk.szie.hu

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

Nyomja: OOK-Press Nyomda

8200 Veszprém, Pápai út 37/A.

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

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

Alapítva 1968

Mikorrhiza kolonizáció különböző fagyűrűsű, M9 alanyú alma- és vadalanyú kajszifajtáknál a téli nyugalmi időszak alatt

BAKOS JÓZSEF LÁSZLÓ¹, SHEAK REHANA BEGUM¹, ERŐS-HONTI ZSOLT²,
LADÁNYI MÁRTA¹, SZALAY LÁSZLÓ¹, BIRÓ BORBÁLA¹

¹Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar

²Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium

E-mail: bakosjosef123456@gmail.com; biro.borbala@gmail.com

Összefoglalás

Az arbuskuláris mikorrhiza (AM) gombák szimbiózisa gyümölcsfáknál jelentheti a gyorsabb termőre fordulást, a fák jobb egészségi állapotát és a termést veszélyeztető külső tényezők (pl. kórokozók és kártevők, kedvezőtlen időjárási és talajadottságok) hatásának mérséklését. Feltételeztük, hogy bizonyos mikorrhiza paraméterek előfordulása és dinamikája gyümölcsfajokon belül vagy fajtánként is különböző mértékű, és hogy mindez összefüggésbe hozható akár a fajták eltérő mértékű fagyűrűsével is.

Kísérletben vizsgáltuk két gyümölcsfaj, az M9 alanyra oltott alma (*Malus x domestica* Borkh.) és a vadalanyra oltott kajszji (*Prunus armeniaca* L.) öt-öt eltérő fagyűrűsű fajtájának gyökérrendszerében az arbuskuláris mikorrhiza (AM) gombák kolonizáltsági mutatóit, így a hifás infekció mértékét (F%) és a gomba által felhalmozott tartalék-tápanyagok fogyását, azaz a vezikulumok számának alakulását (V%) a téli nyugalmi időszak alatt, havonkénti mintavételezéssel.

Az eredmények szerint a mikorrhiza-kolonizáltság nem szűnik meg a téli nyugalmi időszakban. Mindkét mért AM tulajdonság (F%, V%) időbeli dinamikát mutat, novembertől márciusig mennyiségük csökken, majd tavasszal újra emelkedésnek indul, a kajszinál mindez gyorsabban és magasabb mért értékekkel. Mindkét gyümölcsfajnál statisztikailag is igazoltuk, hogy a dinamika nem független a vizsgált fajtától sem, és a fagyűrű-képesség az előzetes adataink szerint összefüggésbe hozható a mikorrhiza paraméterekkel, leginkább a telet megelőző időszakban felhalmozott tartalék-tápanyagok mennyiségével. A kajszifajták erősebb mikorrhizáltságának okai és az alanyfajták szerepe az AM gomba-gyümölcsfa kapcsolatban további vizsgálatokat igényel.

Kulcsszavak: *Malus x domestica* Borkh., *Prunus armeniaca* L., fagyűrűs, nyugalmi időszak

* - Mindkét szerző azonos mértékben járult hozzá a vizsgálatokhoz

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A növények és a velük szimbiózisban élő arbuszkuláris mikorrhiza (AM) gombák kapcsolata geográfailag széles körben előfordul: az Egyenlítőről a sarkokig, a síkvidékektől a magashegységig mindenhol, a hőmérsékleti és környezeti viszonyok rendkívül változatos és szélsőséges viszonyai között is (Bago et al. 2003). A gyümölcsfáknál nem csak az endofitaként ismert AM gombák, hanem a külső, úgynevezett ektomikorrhiza (EM) gombás szimbiózis is előfordulhat (Parádi 2013). Az AM-képző gombák leginkább a gyökéren belüli micéliumokat képeznek, de ezek képesek túlélni akár hosszan tartó fagyokat is a szabadban, még az élő növénypartner nélkül is (Addy et al. 1994; 1997). Degradált és szennyezett talajokban az is kimutatást nyert, hogy a növényi gyökerek jelenléte, illetve a növényen belüli kolonizáció védő hatását, így növeli a túlélés esélyét mindkét partner (a makro- és mikroszimbiota) számára is (Kabir et al. 1997; Biró et al. 2005). Az említett tulajdonságot és az adaptált AM gombákat jól hasznosítják a mikroszaporított gyümölcsfák (szilva és őszibarack fajták) akklimatizációjának az elősegítésére is (Balla et al. 2003). A környezeti körülményekhez a mikorrhiza gomba rugalmas anyagcseréje miatt gyorsabban alkalmazkodik, és ezt a tulajdonságát, a környezeti stressztűrő-képességet a gazdanövénye felé is át tudja adni (Füzy et al. 2010), ami szintén eredményesen hasznosítható lehet a kertészeti kultúráknál (Nagy és Szegedi 2017).

A mikorrhiza hifák anyagcsere-folyamatai a téli fagyok alatt csökkennek, mivel annak fenntartását a vegetációs időszak során a növényi zöld levelek fotoszintetikus aktivitása biztosítja. A gomba a tél során a vezikulumokban elraktározott tartalék-tápanyagokat használja fel. A szénhidrátok felhalmozásának szerepe a hidegtűrésben az AM gombáknál kevésbé tisztázott. Kimutatható a téli időszakban a trehalóz (Addy et al. 1998) és más diszacharidok (Bago et al. 2003) felhalmozódása a spórákban, az extra- és intraradikális micéliumban, azonban ezek krio-protektáns szerepe leginkább még csak feltételezés, illetve kevésbé kutatott tulajdonság. A klímaváltozási anomáliák elviselése azonban a gyümölcsfáknál is sürgető kutatási irányként jelentkezik (Nagy et al. 2009; Szalay et al. 2017; 2019).

A mikorrhizával kapcsolatos tudományos vizsgálatok folyamán szinte minden esetben szükséges a gyökérekolonizáltság különböző paraméterekkel mérhető tulajdonságainak a meghatározása (Biró et al. 2005). Ennek célja lehet egyszerűen a kapcsolat kialakulásának ellenőrzése, de a legtöbb esetben mennyiségi és minőségi meghatározások is történnek. A kolonizáltság mértékének meghatározása és a szimbiózis hatékonyságának megítélése többféle módszerrel is lehetséges. Vizsgálják a gazdanövény gyökérzetében a gomba által átszött részek arányát, az infekciós frekvenciát (F%). A tartalék tápanyagokat hordozó vezikulumok mennyiségének (V%) a számbavételével becsülhető a gomba és a gazdanövény közötti működőképesség, ám ez a tulajdonság viszonylag ritkán kutatott. A partnerek közötti tápanyagátadást biztosító, gyökérsejteken belül kialakuló arbuszkulomok mennyiségének (a%) vizsgálata gyakoribb, mivel azzal megállapítható a gombának a gazdanövény felé mutatott hasznossága és a szimbiózis tényleges működőképessége is. Az arbuszkulomok élettartama azonban igen rövid, akár 1 hét alatt is felépülhet, vagy visszacsökkenhet, a környezeti biotikus és abiotikus tényezők függvényében. A téli időszakban az arbuszkulomok száma általában csökken a gazdanövény nyugalmi állapota miatt, ezért a gomba az aktív időszakban a vezikulumokban felhalmozott tartaléktápanyagokat

használja fel a túlélés érdekében. Egy-egy gombatorzsnek az „életrevalóságát”, azaz a szimbiózis kialakításának és fenntartásának a képességét a gyökéren talált belépési pontok (appressóriumok vagy hifopódiumok) számával is jellemezni szokták (Takács et al. 2005). Az AM kolonizáltság vizsgálatának a javasolt és leginkább használt módszereit Veirheilig és társai (2005) foglalták össze. A vezikulumok mennyisége és a gyümölcsfajták fagyállósága közti összefüggések vizsgálata a szakirodalomban is hiánypótló.

A korszerű gyümölcsstermesztésben egyre inkább felismerik az alany jelentőségét, ami a termés eredményességét tekintve szinte semmivel sem kisebb, mint a ráoltott nemesé. Az alany a nemessel kölcsönhatásban befolyásolja a fák méretét, az alkalmazható koronaformát, a művelésmódot, a termés mennyiségét és minőségét, s ezeken a tényezőkön keresztül az ültetvények üzemeltethetőségét és annak gazdaságosságát (Tóth 2013). Emellett alapvetően meghatározza az oltvány alkalmazkodóképességét a termesztés ökológiai viszonyaihoz (Hrotkó 1999), így a fagyűrőképesség alakulásához is (Szalay et al. 2016; 2017; 2019). A gyümölcsfák mikorrhiza-vizsgálatakor az oltványhasználat miatt lényegében az alany és a gombapartner kapcsolatát nézzük, amire indirekt, közvetett módon lehetnek hatással a nemes tulajdonságai. A mikorrhizát kialakító gombák nem fajspecifikusak, ugyanaz a gombapartner azonban más-más kolonizáltságot és működőképességet alakíthat ki a gazdanövény fiziológiai állapotától és a környezeti körülményektől is függően (Balla et al. 1998; Parádi 2013). Ezzel összefüggésben ismert az is, hogy bizonyos gombafajok előnyben részesíthetnek egyes alanyfajokat, illetve fajtákat, azok jobb növényélettani tulajdonságai (pl. asszimilációs hatékonysága, levélfelület nagysága) miatt (Rodrigo 2000; Calvet et al. 2004).

Célunk a mikorrhiza jelenlétének és a működőképesség dinamikájának a téli, nyugalmi időszakban történő, ritkán ellenőrzött vizsgálata volt. A kísérletbe vont gyümölcsfajták kiválasztásánál a téli időszakhoz köthető egyik legfontosabb tulajdonságukat, a fagyűrést vettük alapul. Így fagyérzékeny és fagyhatásnak jobban ellenálló fajtákat válogattunk a vizsgált növények közé. Emellett fontos szempont volt az is, hogy széles körben termesztett, vagy a jövőre nézve kiemelkedően ígéretes fajták legyenek a kísérlet alanyai. A vizsgált fajták fajonként azonos, almánál M9-es-, míg kajszinál vadkajszi alanyra lettek oltva, így a mikorrhizáltságban jelentkező különbségeket vélhetően a nemes tulajdonságai befolyásolták.

Vizsgálataink során a következő kérdésekre kerestük a választ:

- a gyümölcsfák gyökérzetének AM gomba infekciója (F%) és a tartalék-tápanyagok, a vezikulumok (V%) mennyisége, vagy azok hiánya, fogyása függ-e a vizsgálat időpontjától (hónap)? Igazolható-e, hogy a vizsgált AM gomba kolonizáltsági mutatók aránya az időben szignifikánsan változik a tél folyamán? Minden fajtánál összehasonlítottuk az egyes vizsgált hónapokat a kolonizáltság eloszlását ellenőrizve a megfigyelt hifák, illetve a vezikulumok jelenlétének gyakoriságát.
- a gyökérzet AM gomba infekciójának (F%) gyakorisága, valamint a tartalék-tápanyagok, a vezikulumok (V%) mennyisége és a gyümölcsfajták között van-e szignifikáns kapcsolat? Igazolható-e, hogy az egyes fajták mikorrhiza kolonizáltsági mutatóinak aránya szignifikánsan különbözik egymástól? Minden hónapban összehasonlítottuk az egyes fajtákat a kolonizáltsági paraméterek eloszlása szerint a megfigyelt hifák, illetve a vezikulumok jelenlétének gyakoriságai alapján.

Anyag és módszer

A vizsgált gyümölcsfajok, fajták és alanyok

Vizsgálatunkhoz az almát (*Malus x domestica* Borkh.), és a kajszibarackot (*Prunus armeniaca* L.) választottuk. Egyrészt azért, mivel ezen fajok termesztésének nagy hagyománya van Magyarországon, a hazai nemesítésük az elmúlt fél évszázadban is számos értékes fajtát eredményezett, valamint a nemzeti fajtajegyzékben is széles választék található belőlük. Emellett a Szent István Egyetem soroksári kísérleti ültetvényében szintén bő fajtaválaszték állt rendelkezésünkre. A kísérletben vizsgált fajtákat és télállóságukat csökkenő sorrendben az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A vizsgált, M9 alanyra oltott alma és vad-alanyra oltott kajszibarack gyümölcsfajták és a fagytüro képességük csökkenő sorrendben (Forrás: Szalay et al. 2016; 2019)

| | Alany | Fajta | Fagytürés |
|-------|-----------|--------------------|-----------|
| Alma | M9 | Florina | nagyon jó |
| | | Golden Delicious | jó |
| | | Rosmerta | közepes |
| | | Cordelia | gyenge |
| | | Idared | gyenge |
| | | Kioto | nagyon jó |
| Kajsz | vad-kajsz | Pannónia | jó |
| | | Gönci magyar kajsz | közepes |
| | | Harcot | közepes |
| | | Pinkcot | gyenge |

Table 1. Apple and apricot varieties and their potential frost hardiness in a decreasing order

Kísérleti háttér

A kísérletben vizsgált gyümölcsfajták gyökérmintáit a Szent István Egyetem soroksári kísérleti ültetvényében gyűjtöttük, a novembertől márciusig terjedő időszakban öt alkalommal, havonként egyszeri mintavételezéssel (2. táblázat). Ezekon felül május kezdetén egy hatodik mintaszedést is végeztünk, a tavaszi növény-mikorrhiza kapcsolat értékeléséhez.

2. táblázat. Az alma és kajszibarack fajták havonkénti gyökér-mintavételeinek időpontjai a 2017-2018-as téli időszak során

| Gyökérminták gyűjtésének időpontjai | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|------------|-------------|-------------|----------|
| November 8. | December 12. | Január 23. | Február 15. | Március 22. | Május 8. |

Table 2. Dates of root sampling of apple and apricot varieties during the winter period of 2017-2018

A mintákat kézi ásó segítségével 10-30 cm-es mélységből gyűjtöttük, minden fajtánál két-két fáról. A kajszinál minden alkalommal ugyanaz a két-két fa állt rendelkezésünkre fajtánként, de az összes vizsgált fajta egy sorban helyezkedett el a kísérleti ültetvényben, a talajadottságaik ezért közel azonosak voltak. Az almafajták mintáinak gyűjtésére több fa állt rendelkezésünkre, így ezeknél minden hónapban véletlenszerűen választottuk ki a két-két mintázandó fát. Az ültetvényben az almafajták egy-egy sorban helyezkedtek el, de területileg egymáshoz közel, így a talajadottságaik szintén azonosnak tekinthetők. A gyökérminták előkészítését a festéshez Phillips és Hayman (1970) módszere szerint végeztük, és anilin-kék festéket használtunk (Grace és Stribley 1991).

A gyökérminták mikroszkópos vizsgálata

A megfestett gyökérmintákat két sorban a tárgylemezre helyeztük, soronként 5-5 darab, kb. 1-1 cm-es nagyságú gyökérdarabot. Filctollal bejelöltük a tárgylemezen a soronkénti öt-öt vizsgálati pontot, egyenletes távolságra egymástól.

Gyümölcsfajtánként 50 gyökérmintáról összesen 250 pontban végeztünk mikroszkópos vizsgálatot. A mikroszkóp látóterét a fedőlemez felett filctollal megjelölt pontokra irányítottuk, majd onnan azt csak függőleges irányban mozgatva a gyökérdarabok metszéspontjában végeztük a rácsszerű állapotfelmérést. Minden vizsgálati pontban a mikroszkóp látóterét (100x-os nagyítás mellett) figyeltük meg, és ez alapján határoztuk meg az AM gombák kolonizáltságánál a hifagyakoriság mértékét, azaz a sejteken áthaladó (intercelluláris) hifák meglétét (F%), valamint a gomba téli túlélését biztosító, a sejtek közötti tartalék-tápanyagokat tartalmazó vezikulumok jelenlétét vagy hiányát is (V%).

Külön-külön dokumentáltuk a hifák, a mikorrhiza infekciós frekvencia (F%) gyakoriságát és a vezikulumok (V%) jelenlétét, mennyiségét. Kétféle lehetséges állapotot különböztettünk meg: kolonizált vagy jelen levő (+), illetve nem kolonizált vagy hiányzó (-) értékekkel. Az adatbázisba feljegyeztük, hogy a 250 pont közül hány esetben figyeltünk meg pozitív vagy negatív állapotot, és az adatokat ennek megfelelően %-osan fejeztük ki.

A statisztikai elemzés módszertana

Az adatok statisztikai értékelését Khi-négyzet-próbával végeztük (Harnos és Ladányi, 2005). Szignifikáns eredmény esetén a módosított hibatarok (adjusted residual) post hoc elemzésével finomítottuk a következtetéseinket. Statisztikai elemzésünket IBM SPSS (v25) programcsomaggal végeztük.

Eredmények és értékelésük

A mikorrhiza hifa gyakoriság (F%) alakulása a tél folyamán

Az öt különböző almafajtánál a hifák jelenlétének gyakorisága (az F%) alapján végzett összehasonlítás során a Khi-négyzet-próba minden hónapban szignifikáns különbséget mutatott ($\chi^2(4) > 11,40$; $p < 0,05$).

Az öt különböző kajszifajtánál a hifák jelenlétének gyakorisága (az F%) alapján végzett összehasonlítás során a Khi-négyzet-próba február kivételével minden hónapban szignifikáns

különbséget mutatott ($\chi^2(4) > 10,76$; $p < 0,05$). Februárban az eredmény nem volt szignifikáns ($\chi^2(4) < 2,8$; $p > 0,5$).

A vizsgálati eredményekből megállapítható, hogy a micéliumokkal jelzett kolonizáltság a novemberben mért kezdeti magas értékekhez viszonyítva (almafajtáknál 71-88% között, kajszifajtáknál 66-78% között) a tél folyamán fokozatosan visszaesett, de nem szűnt meg. Almafajtáknál ez a visszaesés jelentősebb volt, legalacsonyabb 10-27% között márciusban, a kajszifajtáknál pedig a január-februári időszakban 44-58% között. Ezt követően májusban erős növekedés volt tapasztalható, ami almafajtáknál megközelítette a novemberben mért értékeket, a kajszifajtáknál pedig meg is haladta azokat.

Az almafajták és a kajszifajták mikorrhiza fertőzés gyakoriságának vizsgálati eredményeit az 1. és a 2. ábra mutatja be.

1. ábra. A mikorrhiza gomba hifák jelenlétének gyakorisága, az AM fertőzés frekvencia (F%) alakulása 2017. november és 2018. május között az M9 alanyra oltott öt különböző almafajtánál a csökkenő télállóság sorrendjében.

A grafikonon „+” illetve „-” megjelölést kaptak azok a fajták, amelyek a statisztikai összehasonlítások során a módosított hibatarjak alapján pozitív, illetve negatív irányban szignifikáns eltérést mutattak.

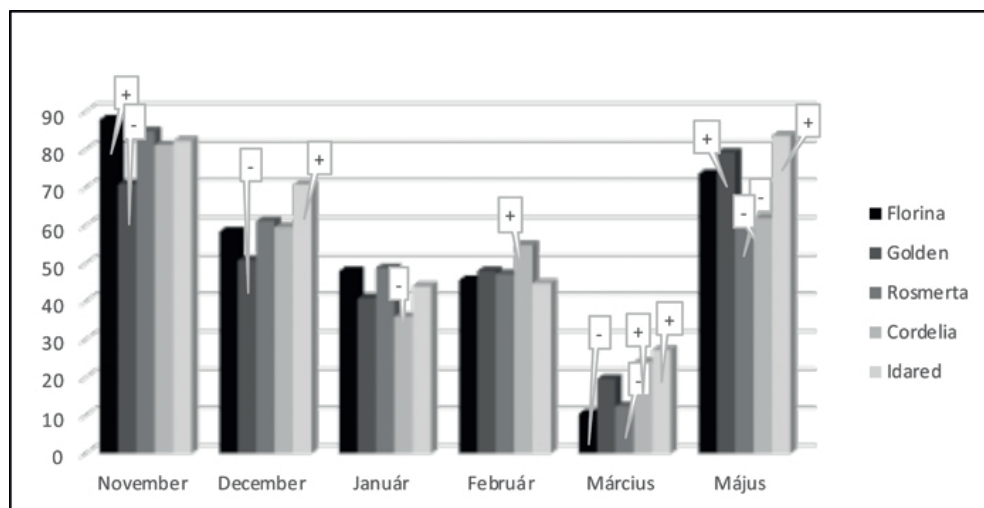


Figure 1. Mycorrhizal colonization, the infection frequency, F% of various apple varieties, grown on M.9 rootstock with decreasing frost hardiness values, between November 2017 and May 2018.

As a result of cross tabulation, varieties with significant positive or negative adjusted residuals are marked with „+” or „-”, respectively.

2. ábra. A mikorrhiza gomba hifák jelenlétének gyakorisága, az AM infekciós frekvencia (F%) alakulása 2017. november és 2018. május között vadalanyra oltott kajszifajtáknál, a csökkenő télállóság sorrendjében.

A grafikonon „+” illetve „-” megjelölést kaptak azok a fajták, amelyek a statisztikai összehasonlítások a módosított hibatajaik alapján pozitív, illetve negatív irányban szignifikáns eltérést mutattak.

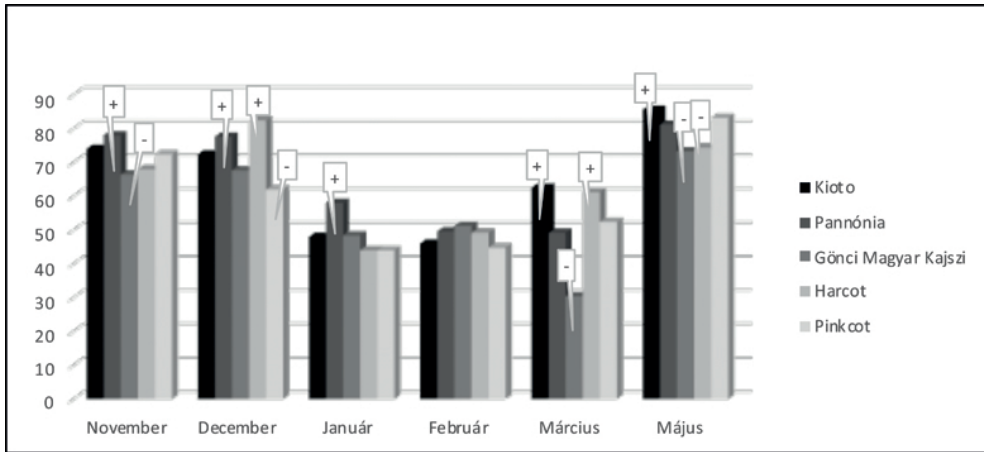


Figure 2. Mycorrhizal colonization, the infection frequency, F% of various apricot varieties, grown on wilde rootstock with decreasing frost hardiness values between November 2017 and May 2018.

As a result of cross tabulation, varieties with significant positive or negative adjusted residuals are marked with „+” or „-”, respectively.

A mikorrhiza vezikulumok (V%) mennyiségi alakulása a tél folyamán

A vezikulumok száma mutatja az AM gomba által gyűjtött tartalék-tápanyagok mennyiségét. Ennek fogyásából látható, hogy a gomba hogyan, milyen ütemben használja fel azokat a tápanyagokat a tél folyamán.

Az öt különböző almafajtánál a vezikulumok jelenlétének gyakoriságai alapján a különbség novemberben, decemberben és márciusban szignifikáns volt ($\chi^2(4) > 40,37$; $p < 0,001$), a többi hónapokban az eredmény nem volt szignifikáns ($\chi^2(4) < 5,8$; $p > 0,2$). A kolonizáltság gyakoriságainak időbeli dinamikáját vizsgálva a Khi-négyzet-próba minden fajtára a hifák és a vezikulumok esetében is szignifikáns különbséget mutatott ($\chi^2(5) > 176,28$; $p < 0,001$).

Az öt különböző kajszifajtának a vezikulumok jelenléte alapján végzett összehasonlítás során a Khi-négyzet-próba február kivételével minden hónapban szignifikáns különbséget jelzett ($\chi^2(4) > 10,76$; $p < 0,05$). Februárban az eredmény nem volt szignifikáns ($\chi^2(4) < 2,8$; $p > 0,5$). A kolonizáltság gyakoriságainak időbeli dinamikáját vizsgálva a Khi-négyzet-próba minden fajtára a hifák és a vezikulumok esetében is szignifikáns különbséget adott ($\chi^2(5) > 79,00$; $p < 0,001$).

A kolonizáltság fokát a vizsgált vezikulumok számával (V%) jellemezve hasonló téli lefutást tapasztaltunk mindkét gyümölcsfajnál. A magas novemberi értékről fokozatos a vezikulumok számának (és így az abban raktározott tápanyagoknak) a csökkenése, bár a fogyás üteme a hifákéhoz viszonyítva lassabb ütemű. Eltérést tapasztaltunk a vizsgált két gyümölcsfaj között abban is, hogy mikor éri el ez a csökkenés a mélypontját, kajszifajtánál a mélypont februárban, míg almafajtánál márciusban alakult ki. Ezután májusig a vezikulumok száma lassú növekedésnek indul, ami a hifák növekedésének mértékéhez képest jelentősen gyengébb. Mindkét tulajdonság vélhetően összefüggésben van a kétféle gyümölcsfaj élettani, ökofiziológiai tulajdonságaival, és a különbségeket leginkább ezeknek a tenyészidővel is összefüggő paramétereknek tulajdoníthatjuk.

A különböző gyümölcsfajták vezikulum-számának a vizsgálati eredményeit a 3. és 4. ábra mutatja be.

3. ábra. A mikorrhiza vezikulumok jelenlétének gyakorisága (V%) 2017. november és 2018. május között az M9 alanyra oltott öt különböző almafajtánál, a fajták fagyűrűrésének csökkenő sorrendjében. A grafikonon „+” illetve „-” megjelölést kaptak azok a fajták, amelyek a statisztikai összehasonlításakor a módosított hibatagjaik alapján pozitív, illetve negatív irányban szignifikáns eltérést mutattak.

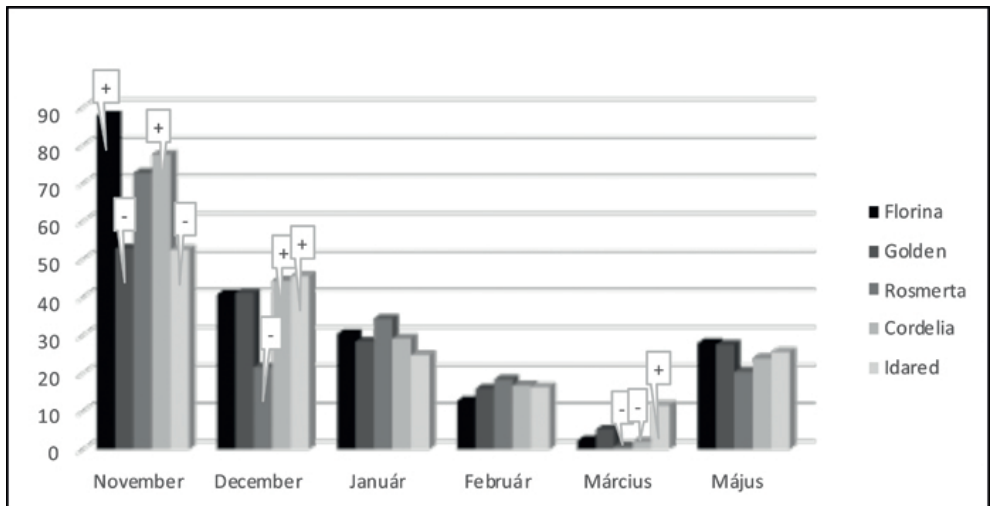


Figure 3. Mycorrhizal colonization, the presence of vesicles, V% of various apple varieties, grown on M9 rootstock with decreasing frost-hardiness values between November 2017 and May 2018.

As a result of cross tabulation, varieties with significant positive or negative adjusted residuals are marked with „+” or „-”, respectively.)

4. ábra. A mikorrhiza vezikulumok jelenlétének gyakorisága (V%) 2017. november és 2018. május között a vadalanyra oltott 5 különböző kajszifajtánál, a fajták fagyűrűrésének csökkenő sorrendjében. A grafikonon „+” illetve „-” megjelölést kaptak azok a fajták, amelyek a statisztikai összehasonlításkor a módosított hibatajgiaik alapján pozitív, illetve negatív irányban szignifikáns eltérést mutattak.

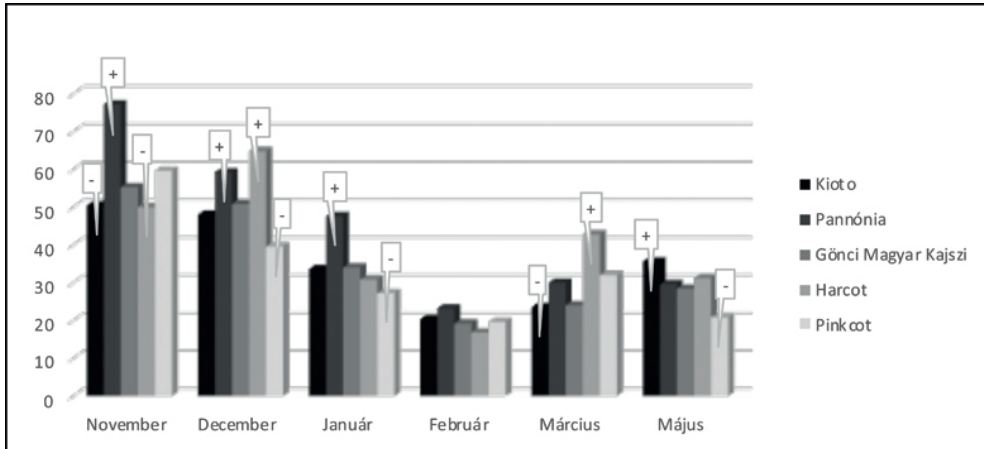


Figure 4. Mycorrhizal colonization, the presence of vesicles, V% of various apricot varieties, grown on wild-rootstock with decreasing frost-hardiness values between November 2017 and May 2018.

As a result of cross tabulation, varieties with significant positive or negative adjusted residuals are marked with „+” or „-”, respectively.

A mikorrhizáltsági mutatók és a gyümölcsfajták télállósága közötti összefüggések értékelése

A vizsgált alma és kajszi mind a tíz fajtájára elmondható, hogy szignifikáns eltérés tapasztalható a hónapok között az AM kolonizáltság mértékében. Általánosan (kevés kivételtől eltekintve) november-decemberben szignifikánsan magasabb, márciusra pedig szignifikánsan alacsonyabb a kolonizáltság. A tél közepén fajtától és a vizsgálati szemponttól (hifa, illetve vezikulumszám) függően a magas és alacsony értékek közti átmenetet tapasztaltuk. Ennek különböző üteme számos tényező együttes hatásaként alakul ki, amelyek között a legmeghatározóbbak a hőmérséklet alakulása és a növény téli tápanyagfelvételének a visszaesése. Ezen idő alatt az AM gomba az általa a vegetációs időszak során felhalmozott tartalék-tápanyagokat használja fel, de ezzel párhuzamosan a hifák gyakoriságával jellemzett kolonizációs értékek is csökkennek, mivel nincs aktív kapcsolat a növényekkel, azok nyugalmi állapota miatt.

A gyümölcsfajtákat összehasonlítva az első szembetűnő eredmény az, hogy február hónapban nem mérhető szignifikáns különbség sem a hifák (F%), sem a vezikulumok (V%) mennyiségében, egyik vizsgált gyümölcsfajtánál sem. Egyetlen kivétel a Cordelia almafajta micéliumának mennyisége, amely enyhén kiemelkedik a többi almafajtaéhoz viszonyítva, ennek okait, illetve az élettani tulajdonságokkal való összefüggéseit tovább kell vizsgálni.

A téli időszak végéhez közelítve megállapíthatjuk, hogy az esetleges fajták közti különbségek elmosódnak, az előzetesen becsült télállóságtól függetlenül is, ami mindkét gyümölcsnél igaz. Ennek oka vélhetően abban keresendő, hogy a tél folyamán a gomba és a növény közötti interakció csökken, a gomba függetlenedik a gazdanövény anyagcseréjétől és csak a tartaléktápanyagait hasznosítja. További indok lehet, hogy mindkét gyümölcsfajta területét azonos mikorrhiza fajták népesítették be az adott vizsgált területen és ezért az infekciót kialakító gombák ökofiziológiai tulajdonságai (pl. a tápanyagigényük) is azonosak mindegyik gyümölcsfajtnál. A tél végére a különbségek az azonos ütemet és a mikorrhiza gomba azonos élettani igényét feltételezve kiegyenlítődnek.

Az almafajták közül az Idared emelhető ki, mint amelyiknek az infekciós hifa (F%) kolonizáltsága a többi fajtához viszonyítva decemberben, márciusban és májusban is szignifikánsan magasabb értéket mutatott, bár novemberben, amikor az asszimilátumokat kell gyűjteni, gyengébbet. A fagyűrűs és a mikorrhiza kolonizáltság mértékének összefüggését vizsgálva érdekes lehet, hogy a novemberi gyenge kolonizáltság összefügghet az Idarednek az öt vizsgált almafajta közül a legrosszabb fagyűrűsével. A téli időszak végén, márciusban tapasztalt nagyobb infekciós aktivitás (F%) a leggyengébben a fagyűrűőknél, így a Cordelia és az Idared fajtáknál fordult elő, ami szintén jelzésértékű.

A kajszifajtáknál a Pannónia emelkedett ki az öt vizsgált fajta közül, novemberben, decemberben és januárban is szignifikánsan erősebben kolonizált volt, mint a többi fajta, és a többi hónapban sem tapasztaltunk átlagosnál gyengébb kolonizáltságot, azaz infekciós frekvenciát (F%) és vezikulum-számot (V%). Érdekes a Pannónia fajtánál, hogy mindkét mikorrhiza kolonizációs mutató azonos tendenciát mutatott az idővel a tél folyamán. A novembertől januárig tartó időszak a mikorrhiza téli visszaszorulásának időszaka, ami a Pannónia fajtánál lassabb ütemben megy végbe, mint a többi fajtánál. A télállóságot tekintve a Pannónia jó fagyűrűsűnek mondható, így elképzelhető, hogy az erősebb kolonizáltság a novembertől januárig terjedő időszakban elősegíti a télre való felkészülést és a rügyek jobb fagyűrűsének a kialakulását is. Kérdés ezek után, hogy vajon milyen mértékben segíthetjük a jobb fagyűrűs érdekében az erősebb mikorrhiza működőképességet?

Gyenge kolonizáltságot két kajszifajtánál is tapasztaltunk. A Pinkcotnál decemberben, januárban és májusban mértünk szignifikánsan gyengébb eredményeket, míg a Gönci magyar kajszinál novemberben, márciusban és májusban. A fagyűrűs tekintetében a Pinkcot az öt fajta közül a legérzékenyebb, fagyűrűse kifejezetten gyenge, a Gönci magyar kajszi fagyűrűse közepesnek mondható. A két fajta gyengébb kolonizáltságának mikéntjében több különbség is mutatkozik. Míg a Gönci magyar kajszinál a téli hónapokban (decembertől februárig) átlagos értékeket mértünk, addig a Pinkcotnál pont ezen hónapokból kettőben is gyenge eredményeket kaptunk. Egy másik különbség pedig abban mutatkozik, hogy a Pinkcotnál a hifák és a vezikulumok száma is kevesebb volt ezekben a hónapokban, míg a Gönci magyar kajszinál csak a hifák mennyisége volt kevesebb, a vezikulumok száma sosem maradt el az átlagostól. Mind a hifáknak, mind pedig a vezikulumoknak megvan a szerepe a gazdanövény télállóságában, de a gomba tartaléktápanyagainak a mennyisége mellett fontos lehet az összetétel, azaz a minőség vizsgálata is, ahogy arra a bevezetőben hivatkozott irodalmi adatok is utaltak.

Következtetések

Eredményeink mindkét gyümölcsfajnál (alma és kajszi) igazolták azt a kezdeti feltételezésünket, hogy az arbuskuláris mikorrhiza (AM) gomba-kapcsolat nem szakad meg a növények téli nyugalmi időszakában, annak ellenére, hogy nincs, vagy csak nagyon minimális az anyagcsere-kapcsolat a növény (makroszimbionta) és a gombapartner (mikroszimbionta) között.

Feltételezésünk szerint a gomba által kialakított infekció, a hifák mennyiségének mértéke a gyökérben nem állt meg a tél beköszöntével egy adott, addigra kialakult szinten, hanem a fokozatos csökkenés jellemezte a kialakult szimbiotikus kapcsolatot. A csökkenés igaz a gomba által addigra összegyűjtött tartalék-tápanyagok mennyiségére is, amit a vezikulumok számának alakulásával jellemeztünk. A vezikulum egy olyan tápanyag-raktározó képlet, amit a tél folyamán fokozatosan él fel a mikorrhiza-gomba, de kora tavasszal, a tápanyagáramlás felerősödésével ezt pótolni igyekszik. A vezikulumokat azonban a gomba kora tavasszal még nem tudja, és élettanilag akkor még nem is szükséges olyan gyors ütemben újraépíteni, mint a micéliumokat, amelyekkel a kapcsolat a növény és a mikroszimbionta között erősödhet. A növényi vegetációs időszakban az aktív növényi asszimilátumok tartják fenn elsősorban a szimbiózis hatékonyságát.

A jelen körülmények között a különböző fagyűrűsű és kiválasztott gyümölcsfajtákat azonos alanyra oltva vizsgáltuk azért, hogy a fajták közötti különbség valóban összehasonlítható legyen. Megállapítottuk, hogy mindegyik vizsgált mikorrhiza paraméter hatással van a két gyümölcsfaj fagyűrűse közti különbségekre. A téli időszak elején, különösen a november hónapban a mikorrhiza gomba által gyűjtött nagyobb mennyiségű tartalék tápanyagok, a nagyobb vezikulumszám általában javították a gazdanövényük fagyűrűző képességét is. A kajszi-fajták magasabb mikorrhizáltsági értékeit és a tavaszi korai mikorrhiza-aktivitását is a két növény (alma és kajszi) közötti élettani különbségekkel, így például a vegetációs időszak hosszával is magyarázhatjuk. További célként ezért érdemes vizsgálni a kiválasztott alma- és kajszi-fajták átlagos és általános mikorrhizáltsági tulajdonságait, a kajszi stabilabb és erősebb mikorrhiza-függőségének az okait, illetve a nemes lett a különböző alanyoknak az AM gomba-gyümölcs kapcsolatra kifejtett befolyásoló hatásait is.

Köszönetnyilvánítás

Sheak Rehana Begum munkáját a Stipendium Hungaricum ösztöndíj támogatta.

Irodalomjegyzék

1. Addy, H.D., Schaffer, G.F., Miller, M.H. and Peterson, R.I. 1994. Survival of the external mycelium of a VAM fungus in frozen soil over winter. *Mycorrhiza*, 5: 1-5.
2. Addy, H.D., Miller, M.H. and Peterson, R.I. 1997. Infectivity of the propagules associated with extraradical mycelia of two AM fungi following winter freezing. *New Phytologist*, 135: 745-753.
3. Addy, H.D., Boswell, E.P. and Koide, R.T. 1998. Low temperature acclimatization and freezing resistance of extraradical VA mycorrhizal hyphae. *Mycological Research*, 102: 582-586.
4. Bago, B., Pfeiffer, P.E., Abubaker, J., Jun, J., Allen, J.W., Brouillette, J., Douds, D.D., Lammers, P.J. and Shachar-Hill, Y. 2003. Carbon export from arbuscular mycorrhizal roots involves the translocation of carbohydrate as well as lipid. *Plant Physiology*, 131: 1496-1507.

5. Balla, I., Vértési, J., Biró, B., Vörös, I. 1998. Survival and growth of micropropagated peach inoculated with endomycorrhizal strains. *Acta Horticulturae*, 477: 115-118.
6. Balla, I., Vértési, J., Végvári, Gy., Szűcs, E., Kállay, T., Vörös, I. and Biró, B. 2003. Nutrition of the micropropagated fruit trees *in vitro* and *ex vitro*. *International Journal of Horticultural Sciences*, 9: 43-46.
7. Biró, B., Posta, K., Füzy, A., Kádár, I. and Németh, T. 2005. Mycorrhizal functioning as part of the survival mechanisms of barley (*Hordeum vulgare* L.) at long-term heavy metal stress. *Acta Biologica Szegediensis*, 49: 65-68.
8. Calvet, C., Estaún, V., Camprubí, A., Hernández-Dorrego, A., Pinochet, J. and Moreno, M. 2004. Aptitude for mycorrhizal root colonization in *Prunus* rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 100(1-4): 39-49.
9. Füzy, A., Biró, B. and Tóth, T. 2010. Effect of saline soil parameters on endomycorrhizal colonization of dominant halophytes in four Hungarian sites. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(S1): 44-48.
10. Grace, C. és Stribley, D.P. 1991. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, 95(10): 1160-1162.
11. Harnos, Zs. és Ladányi, M. 2005. *Biometria agrártudományi alkalmazásokkal*. Aula Kiadó Kft.
12. Hrotkó K. 1999. *Gyümölcsfaiskola*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
13. Kabir, Z., O'Halloran, I.P. és Hamel, C. 1997. Overwinter survival of arbuscular mycorrhizal hyphae is favored by attachment to roots, but diminished by disturbance. *Mycorrhiza*, 7: 197-200.
14. Nagy, P.T., Szabó, Z. and Nyéki J. 2009. Frost-induced nutrient disorders in integrated apple orchard. *Cereal Research Communication*, 37(2): 293-296.
15. Nagy P.T. és Szegedi L. 2017. Klimatikus anomáliák hatása gyümölcsösök tápanyag-gazdálkodására. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, 12(3): 97-107.
16. Parádi, I. 2013. Növényi szimbiózisok élettana. In: Fodor F. (szerk.) *A növényi anyagcsere élettana*. Eötvös L. Tudományegyetem, 12. fejezet.
17. Phillips, J.M. and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55(1): 158-161.
18. Rodrigo, J. 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees. Morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulture*, 85: 155-173.
19. Szalay, L., Ladányi, M., Hajnal, V., Pedryc, A. and Tóth, M. 2016. Changing of the flower bud frost hardiness in three Hungarian apricot cultivars. *Horticultural Science*, 43(3): 134-141.
20. Szalay, L. Molnár, Á. and Kovács, Sz. 2017. Frost hardiness of flower buds of three plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 214(1): 228-232.
21. Szalay, L., György, Zs. and Tóth, M. 2019. Frost hardiness of apple (*Malus x domestica*) flowers in different phenological phases. *Scientia Horticulturae*, 253: 309-315.
22. Takács, T., Biró, I., Anton, A. and Chaoxing H. 2005. The effect of AMF inoculation on growth and nutrient uptake of tomato. *Cereal Research Communications*, 33: 125-128.
23. Tóth M. 2013. Az alma. *Malus domestica* Borkh. Magyarország kultúrflórája 77. II. kötet. 3. füzet. Agroinform Kiadó, Budapest.
24. Vierheilig, H., Schweiger, P. and Brundrett, M. 2005. An overview of methods for the detection and observation of arbuscular mycorrhizal fungi in roots. *Physiologia Plantarum*, 125: 393-404.

Winter colonization of mycorrhiza fungi on apple (M9) and apricot (wilde-type) varieties selected for different frost hardiness

BAKOS, J.L.^{1*}, BEGUM, S.R.^{1*}, ERŐS-HONTI, ZS.², LADÁNYI, M.¹,
SZALAY, L.¹, BIRÓ, B.¹

¹Szent István University, Faculty of Horticulture

²Fazekas Mihály Primary and Secondary School and Training Centre

E-mail: bakosjozsef123456@gmail.com; biro.borbala@gmail.com

Summary

The arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis and the presence of AM fungi can be beneficial to the fruit trees, resulting in a faster turning of the productive phases and better health conditions. Furthermore, they can reduce the negative effects of several external stress-factors, such as diseases, pests, adverse weather and detrimental soil effects. We hypothesized, that the pattern of AM colonization parameters and the dynamics of changes may vary for species and potentially have a direct effect on the frost hardiness of the different fruit cultivars.

We carried out experiments for two fruit species, the apple (*Malus domestica* Borkh.) and the apricot (*Prunus armeniaca* L.), with various frost-tolerance abilities. The colonization levels of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi, the infection frequency (F%) and the numbers of vesicles (V%), including the use of reservoir nutrients during the winter were determined. Five varieties of each fruit species were examined during the winter dormant period, while samples were taken on a monthly basis.

The results showed that, AM fungal colonization is not diminished during the winter period, and both parameters examined show a specific dynamism over time. A decrease can be detected generally between November and March, followed by an increase with the warming weather, which was found to be faster in case of the apricot species. We proved statistically that this dynamism is highly dependent on the cultivars, and the frost-tolerance corresponds with the AM parameters, more particularly with the higher vesicle numbers and the collected nutrients of the mycorrhiza fungi. More examinations are required to study the reasons of higher AM-colonization rates of apricot cultivars and the role of various rootstocks in AM fungi-fruit tree interrelation.

Keywords: *Malus x domestica*, *Prunus armeniaca*, frost hardiness, dormant period

Szerzők

Bakos József László (kapcsolattartó szerző) – MSc hallgató, kertészmérnök, SZIE KERTK, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

Sheak Rehana Begum – PhD hallgató, SZIE KERTK, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

Erős-Honti Zsolt – PhD, igazgatóhelyettes, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 1082 Budapest, Horváth Mihály tér 8.

Ladányi Márta – PhD, egyetemi docens, SZIE KERTK Biometria és Agrárinformatika Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

Szalay László – PhD, egyetemi docens, SZIE KERTK Gyümölcsstermő Növények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

Biró Borbála, – DSc, egyetemi tanár, SZIE KERTK Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

Genetikai stabilitás és génexpressziós vizsgálatok alma hajtástenyészetekben

GULYÁS ANDREA¹, DOBRÁNSZKI JUDIT¹, KISS ERZSÉBET², HIDVÉGI NORBERT¹

¹Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet

²Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Genetikai,
Mikrobiológiai és Biotechnológiai Intézet

E-mail: gulyas.andrea@agr.unideb.hu

Összefoglalás

Az epigenetika a gén expressziójában vagy a sejtek fenotípusában bekövetkező változás, amely a mitózis vagy meiózis során következhet be és nem okoz DNS-szekvencia változást. Kémiai csoportok kapcsolódhatnak a DNS-hez, aminek következtében módosulhat a gén aktivitása. Az eukarióták egyedfejlődését kísérő ilyen „genetika fölötti” ún. epigenetikai változások az *in vitro* növényi tenyészetekben is történnek. Epigenetikai módosulások szabályozzák a szomatikus embriogenezist, az organogenezist a regenerációs folyamatok során. Felléphetnek azonban mikroszaporítás céljából létrehozott *in vitro* hajtástenyészetekben is a táptalaj-komponensek, a fenntartási körülmények hatására. Kísérleteinkben arra kerestük a választ, hogy több évtizedes *in vitro* hajtástenyészetek mikroszatellit (SSR) és transzkriptom profil mintázata azonos vagy eltérő-e a kiinduló (anya) növényekhez képest, illetve az esetleges változások visszaalakulnak-e az akklimatizáció során. A kutatásaink alapanyagául ‘McIntosh’ és ‘Húsvéti rozmaring’ almafajtákat használtunk. Az anyanövények és a több mint 20 éve hajtástenyészetben fenntartott *in vitro* növények genetikai azonosságát mikrosatellit markerekkel, a gének expressziós mintázatát RT-qPCR (reverz transzkripció kuantitatív polimeráz láncreakció) segítségével határoztuk meg 65 kiválasztott gén esetében, melyek az előzetes vizsgálataink alapján szignifikánsan eltérő DNS metilációs szinteket mutattak. DNS-szekvencia-változást nem tapasztaltunk, ugyanakkor a vizsgált gének esetében génexpressziós különbségeket mutattunk ki, amelyek negatív korrelációban állnak az adott DNS-szakasz metilációs szintjével.

Kulcsszavak: alma, epigenetika, génexpresszió, mikroszatellit marker, RT-qPCR

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A növényi *in vitro* mikroszaporításon a növényi szomatikus sejtek, valamint szervek tenyésztését és teljes növényé regenerálását értjük, azzal a céllal, hogy a kiindulási növényekkel azonos genotípusú utódnövényeket állítsunk elő a hagyományos szaporítási módokhoz viszonyítva a lehető legrövidebb időn belül és nagy egyedszámban. Mikroszaporítással egész évben folyamatosan biztosítható a szükséges vírus- és kórokozómentes növény az évszaktól, helytől és klímától függetlenül. Az *in vitro* mikroszaporítás arra is lehetőséget ad, hogy a termőhelynek és termesztési célnak legmegfelelőbb fajtákat felszaporíthassuk. Az alma esetében számos kidolgozott módszer van az alany és nemes fajta axilláris hajtásfejlődésére vagy járulékos hajtásregenerációjára (Dobránszki és Teixeira da Silva 2010).

Ugyanakkor felmerülhet a kérdés, hogy a környezeti hatások okoznak-e, és ha igen, milyen módosulásokat idéznek elő a genetikai állományban, számítanunk kell-e epigenetikai szabályozás következtében fellépő génexpressziós változásokra (Quadrana és Colot 2016).

Az epigenetikai változások, beleértve a DNS és hiszton-fehérjék metilációját, befolyásolhatják a DNS működését, az RNS átírást az *in vitro* nevelés folyamán. Különböző metilációs állapotok előfordulhatnak a szomatikus embriogenezis és regenerációs folyamatok során is, melyek génexpressziós változásokat eredményezhetnek a növényi szövettenyésztés során, de felléphetnek az *in vitro* mikroszaporítás során és a génbanki céllal fenntartott hajtástenyészetekben is (Dudits és Heszky 2000). A metilációs változások molekuláris szintű megértése hozzájárulhat az *in vitro* kultúrák esetében egy jobb növénynevelési stratégia kidolgozásához, ami a rekalcitráns növényfajok esetében növelheti a sejtekből történő hajtásregeneráció indukálásának lehetőségeit (Karim et al. 2016).

A mikroszatellit markerek (SSR, Simple Sequence Repeat) 1-10bp hosszú tandem ismétlődések, melyek a prokariotákban és eukariotákban találhatóak (Vieira et al. 2016). Az egész genomon széles körben elterjedtek, különösképpen az eukarióták eukromatinjában, illetve a kódoló és nem kódoló nukleáris és organelláris DNS-ben (Pérez-Jiménez et al. 2013; Phumichai et al. 2015). Napjainkban több, mint 300 alma SSR marker áll a kutatók rendelkezésére (<http://www.hidras.unimi.it>). Guilford és munkatársai (1997) voltak az elsők, akik SSR markereket alkalmaztak az almában és 21 fajtát sikerült azonosítaniuk vele. Magyarországon Galli és munkatársai (2005) 66 kereskedelmi almafajtát jellemeztek 6 mikroszatellit lókuszbán. Modgil és munkatársai (2005) RAPD (Random amplified polymorphic DNA) primerekkel MM106 alma *in vitro* és anyanövényeket vizsgáltak. Összesen 129 értékelhető fragmentumot kaptak, melyből 18 volt polimorf minden vizsgált egyedben. Pathak és Dhawan (2012) elsőként bizonyították, hogy az *in vitro* mikroszaporított alma minták (Merton 793) genetikailag stabilak, amit ISSR marker analízissel támasztottak alá. Jin és munkatársai (2014) 'Pingyitiancha' (*Malus hupehensis* var. *pinyiensis*) alma *in vitro* és anyanövényt hasonlítottak össze SSR markerekkel, melyekkel egyöntetű monomorf mintázatokat kaptak, bizonyítva, hogy genetikailag nincs különbség a kiindulási anyag és a regeneránsok között. Kohpiai és munkatársai (2017) szomaklonális variabilitást azonosítottak az *Ananas comosus* (ananász) *in vitro* és anyanövények között, morfológiai, sejtszintű és biokémiai megfigyelések alapján, melyeket ISSR markerekkel történő polimorfizmus vizsgálattal is bizonyítottak. Butiuc és

munkatársai (2019) különböző növénygyűjteményekből származó almamintákat vizsgáltak SSR markerekkel. Azt a megállapítást tették, hogy a CH03g07, CH05c02, CH05d11 és CH05e03 primerpárokkal alacsony szintű polimorfizmust kaptak. Ez a kísérlet rámutatott arra, hogy az *ex situ*, mikroszaporított és krioprezerválás után visszanyert növények között nincs lényegi különbség a DNS-szekvenciában.

Korábbi kutatásunkban a 'McIntosh' és 'Húsvéti rozmaring' almafajták DNS metilációs szintjeit határoztuk meg, *in vitro*, akklimatizált és anyanövényben. Kimutattuk, hogy a globális DNS metilációs szintben nincs szignifikáns eltérés, míg a génrégiónok CpG, CHG és CHH kontextusaiban szignifikáns különbségeket tapasztaltunk. Megállapítottuk, hogy összességében 65 génrégión fordul elő, melyek DNS metilációs szintje a CpG, CHG és CHH kontextusokban szignifikánsan eltérő (Gulyás et al. 2019).

Kutatásunk célja az volt, hogy kimutatható-e genetikai különbség és génexpressziós változás a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében több mint 20 éve fenntartott 'McIntosh' és 'Húsvéti rozmaring' almafajták anyanövényei, *in vitro* tenyészteti és akklimatizált *in vitro* növényei között kimutatható-e genetikai különbség és génexpressziós változás a 65 vizsgált génrégiónban.

Anyag és módszer

Genomi DNS- és össz RNS-izolálás

Két olyan almafajtát vizsgáltunk ('Húsvéti rozmaring', 'McIntosh'), amelyet a Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében már több mint 20 éve fenntartanak *in vitro* hajtástenyésztetben. Összesen 6 növényt vizsgáltunk meg három biológiai és technikai ismétlésben a PCR és RT-qPCR vizsgálatok során.

Liofilizált *in vitro* és *in vivo* levélmintákból genomi DNS-t izoláltunk a NucleoSpin Plant II kit (Macherey-Nagel, Németország) használatával a gyártói utasításokat alkalmazva. Az izolált DNS minőségét gélelektroforézissel (Clever Scientific Ltd., Warwickshire, Egyesült Királyság) és mikrokapilláris spektrofotométerrel (Thermo Fisher Scientific NanoDrop ND-1000) ellenőriztük. A DNS-mintákat mikroszatellit markerekkel teszteltük. Az össz RNS-izolálására Direct-zol™ kitet (Zymo Research, Irvine, CA, Egyesült Államok) alkalmaztunk, melyhez TRIzol reagenst adtunk. Az így kapott össz RNS-mintákat Implen n50 mikrokapilláris spektrofotométerrel (Implen, Munich, Németország), gélelektroforézissel (Clever Scientific Ltd., Warwickshire, Egyesült Királyság) és Agilent Bioanalyzer 2100 (Agilent, Santa Clara, CA, Egyesült Államok) fragmentum analízátorral ellenőriztük.

Alma mikroszatellit markerek

A PCR-t iCycler (Bio-Rad) készülékekben végeztük 15 µl végtérfogatban. A reakcióhoz 20 ng genomi DNS-t használtunk templátként, PCR Master Mixet (2x) (Thermo Fisher Scientific) 0,75 µl forward és reverse SSR primert (10 µM törzsoldatból) mértünk be a reakcióhoz. A reakció körülmények a következők voltak: 5 perces 95°C-os előciklus után 30 másodperc 95°C, 30 másodperc 57°C és 1 perc 72°C lépések következtek 35x ismételve, majd 5 perces 72°C-on történő utópolymerizációt állítottunk be. A mikroszatellit allélek hosszának meghatározásához

ALF-Express II készüléket használtunk, amely automatikusan detektálja a fluoreszcensen jelölt DNS-fragmentumokat poliakrilamid gélelektroforézis közben. Az ALFwin Fragment Analyser 1.00 szoftverrel értékeltük az eredményeket. A mintákat 8%-os poliakrilamid gélen (ReproGel TM High Resolution, GE Healthcare BioSciences) futtattuk. A pontos allélméret meghatározása céljából a forward primereket Cy5 fluoreszcens festékkel jelöltük meg. A belső standardok az SSR elemzésben 95 bp, 275 bp és/vagy 300 bp méretűek voltak. Külső standardként pedig 95 bp és 300 bp méretű fragmentumokat használtunk. A kutatás során használt mikroszatellit primerek: CH01f02, CH01h01, CH01h02, CH02c02, CH02c06, CH02c09, CH02c11, CH02d08, CH03a02, CH03g07, CH04e03, CH04e05, CH04g10, CH05c02, CH05c04, CH05d11, CH05e03 (Liebhard et al. 2002).

RT-qPCR vizsgálatok

Az össz RNS-mintákból 120 ng mennyiséget adtunk a cDNS szintézishez, melyet a FIREScript RT cDNA Synthesis MIX (Solis BioDyne, Tartu, Észtország) kittel szintetizáltunk. A qPCR-hez 5 × HOT FIREPol EvaGreen qPCR Supermix (Solis BioDyne) reagenst használtunk a gyártó utasítása szerint. Az RT-qPCR vizsgálatokat AriaMX (Agilent) készüléken végeztük el. A qPCR vizsgálatokhoz a Gulyás és munkatársai (2019) cikkben azonosított 72 szignifikánsan eltérő metilációs szintű génrégiókat választottuk ki (65 gén), melyekre a CLC Main Workbench programmal primereket terveztünk.

Adatok értékelése és statisztika

Az RT-qPCR eredményeket AriaMx Software (Agilent) segítségével határoztuk meg a Ct értékeket a kontroll (anyanövény) és kezelt (aklimatizált és *in vitro*) növények esetében. Referenciaként a GAPDH (Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase) gént használtuk. Microsoft Excel programmal számítottuk ki a gének Logarithmic Fold Change (LFC) értékeit a $\Delta\Delta C_t$ érték alapján. A génextpresszió és a DNS metilációs szintek (Gulyás et al. 2019) közötti kapcsolt linearitást Pearson-féle korrelációs tényező kiszámításával bizonyítottuk a 65 vizsgált génrégió esetében.

Eredmények

A mikroszatellit markerekkel kapott eredmények

A 17 mikroszatellit lókuszban nem tapasztaltunk hosszpolimorfizmust az *in vivo*, *in vitro* és az aklimatizált almafajták között. Az eredményeket az [1. táblázatban](#) szemléltetjük.

A génextpressziós eredmények

A [2/a. táblázatban](#) összegeztük a 65 kiválasztott gén RT-qPCR-es vizsgálatait során kapott LFC értékeit a kezelt növényekben, összehasonlítva a CpG kontextussal, valamint a [2/b. táblázatban](#) a CHG és CHH kontextusokkal. A génkifejeződés mértéke a 'McIntosh' aklimatizált növényben a legnagyobb esetben 5,55-ször kisebb intenzitású és 6,1-szer nagyobb intenzitású génextpressziót eredményezett az anyanövényhez képest. A 'McIntosh' *in vitro* növényben a legnagyobb esetben 5,55-ször kisebb intenzitású és 5,81-szer nagyobb intenzitású génextpressziós változást mutatott az

anyanövényhez képest. Ezzel szemben a 'Húsvéti rozmaring' akklimatizált növényben a legnagyobb esetben 5,57-szer kisebb intenzitású és 7,32-szer nagyobb intenzitású génexpressziót eredményezett az anyanövényhez képest. A 'Húsvéti rozmaring' *in vitro* növény génkifejeződésének mértéke a legnagyobb esetben 5,59-szer kisebb intenzitású és 5,39-szer nagyobb intenzitású génexpressziót mutatott, mint az anyanövény. A kiválasztott génekhez tartozó DNS metilációs szintek (Gulyás et al. 2019) és a génexpressziós LFC értékek közötti korrelációs tényezők a CpG kontextusban -0,18, -0,34, -0,018 és -0,17; a CHG kontextusban -0,36, -0,46, -0,15 és -0,36; a CHH kontextusban -0,35, -0,41, -0,30 és -0,38 voltak a 'McIntosh' akklimatizált, 'McIntosh' *in vitro*, 'Húsvéti rozmaring' akklimatizált és 'Húsvéti rozmaring' *in vitro* növények esetében (3. táblázat).

1. táblázat. Alma mikrosatellit allélek hosszmereteinek (bp) összehasonlítása

| Vizsgált növények | | | | | | |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
| SSR marker neve | Húsvéti rozmaring anyanövény | Húsvéti rozmaring <i>in vitro</i> | Húsvéti rozmaring akklimatizált | McIntosh anyanövény | McIntosh <i>in vitro</i> | McIntosh akklimatizált |
| CH01f02 | 170:184 | 170:184 | 170:184 | 174:206 | 174:206 | 174:206 |
| CH01h01 | 112 | 112 | 112 | 114:116 | 114:116 | 114:116 |
| CH01h02 | 203:206 | 203:206 | 203:206 | 249 | 249 | 249 |
| CH02c02 | 171:185:191 | 171:185:191 | 171:185:191 | 179:183 | 179:183 | 179:183 |
| CH02c06 | 216:220:252 | 216:220:252 | 216:220:252 | 230:254 | 230:254 | 230:254 |
| CH02c09 | 241:247 | 241:247 | 241:247 | 231:255 | 231:255 | 231:255 |
| CH02c11 | 222:232 | 222:232 | 222:232 | 226 | 226 | 226 |
| CH02d08 | 211:217 | 211:217 | 211:217 | 211:229 | 211:229 | 211:229 |
| CH03a02 | 135:145 | 135:145 | 135:145 | 119:157 | 119:157 | 119:157 |
| CH03g07 | 119:129 | 119:129 | 119:129 | 126:166 | 126:166 | 126:166 |
| CH04e03 | 193:197:203 | 193:197:203 | 193:197:203 | 185:199 | 185:199 | 185:199 |
| CH04e05 | 174:182 | 174:182 | 174:182 | 184:204 | 184:204 | 184:204 |
| CH04g10 | 135:135 | 135:135 | 135:135 | 139:143 | 139:143 | 139:143 |
| CH05c02 | 168:172 | 168:172 | 168:172 | 168:168 | 168:168 | 168:168 |
| CH05c04 | 185:207 | 185:207 | 185:207 | 207 | 207 | 207 |
| CH05d11 | 187:195:205 | 187:195:205 | 187:195:205 | 173:175 | 173:175 | 173:175 |
| CH05e03 | 162:172:190 | 162:172:190 | 162:172:190 | 162 | 162 | 162 |

Table 1. Comparison of apple microsatellite allele length (bp)

2/a. táblázat. A 65 kiválasztott gén LFC értékei az RT-qPCR vizsgálatok alapján (negatív érték: kisebb intenzitású géneexpresszió, pozitív érték: nagyobb intenzitású géneexpresszió az anyanövényhez viszonyítva) és a DNS metilációs szintek százalékos értékei a CpG kontextusban

| Gén azonosító | RNS | | | | CpG | | | |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|--|--|---------------------------|-----------------------------|--|--|
| | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozsmaring akklimatizált | Húsvéti rozsmaring <i>in vitro</i> | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozsmaring akklimatizált | Húsvéti rozsmaring <i>in vitro</i> |
| MD00G1006200 | -1,66 | 0,91 | -4,09 | 1,95 | 34,87 | 45,23 | 45,46 | 58,91 |
| MD00G1046300 | 1,7 | 1,5 | 2,6 | 2,2 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD01G1005500 | 3,29 | 2,99 | 3,68 | 3,59 | 56,37 | 57,00 | 58,74 | 61,57 |
| MD01G1019100 | -5,43 | -5,41 | -5,49 | -5,56 | 91,07 | 91,09 | 92,61 | 90,27 |
| MD01G1021400 | -5,47 | -5,41 | -5,49 | -5,56 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD02G1125700 | 0,27 | -1,1 | 0,1 | -1,85 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD02G1175400 | -5,41 | -5,33 | -5,67 | -4,51 | 46,82 | 47,21 | 46,22 | 49,47 |
| MD02G1278400 | 5,29 | 4,39 | 5,25 | 4,41 | 50,76 | 49,86 | 55,43 | 55,34 |
| MD03G1180400 | 4,3 | 4,1 | 3,71 | 3,1 | 43,34 | 39,85 | 35,71 | 50,30 |
| MD04G1051200 | -5,46 | -5,39 | -5,47 | -5,56 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD04G1190300 | -3,41 | -4,15 | -4,9 | -4,6 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD04G1232400 | 4,97 | 4,86 | 4,83 | 4,56 | 43,57 | 43,43 | 41,65 | 43,51 |
| MD05G1031300 | 5,1 | 4,72 | 4,72 | 4,25 | 38,14 | 38,69 | 34,59 | 36,12 |
| MD05G1050000 | 5,1 | 4,7 | 5,25 | 4,36 | 47,50 | 47,69 | 44,53 | 44,56 |
| MD05G1272000 | -3,1 | -2,38 | -3,98 | -3,65 | 46,79 | 47,50 | 43,61 | 37,85 |
| MD05G1319800 | 3,1 | -4,1 | 4,6 | -0,67 | 86,38 | 87,63 | 46,03 | 93,87 |
| MD05G1320100 | -4,89 | 0,82 | -2,78 | -0,54 | 2,27 | 3,30 | 90,10 | 90,00 |
| MD05G1320500 | -5,2 | -5,54 | 3,21 | -5,47 | 87,83 | 88,01 | 83,32 | 91,92 |
| MD05G1320800 | -0,6 | -4,77 | 7,32 | -5,55 | 82,51 | 93,32 | 55,10 | 92,28 |
| MD05G1321700 | 3,87 | 5,2 | 3,56 | 3,89 | 4,04 | 2,29 | 9,56 | 8,87 |
| MD06G1069300 | -1,35 | -1,73 | -0,1 | 0,78 | 80,43 | 83,92 | 66,47 | 67,39 |
| MD06G1077500 | 1,66 | 3,5 | 3,19 | 1,67 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD06G1080900 | -5,32 | -5,14 | -5,47 | -4,94 | 36,09 | 38,01 | 37,13 | 35,01 |
| MD06G1098700 | -5,41 | -5,11 | -0,9 | -2,59 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD06G1241300 | -5,41 | -5,35 | -5,47 | -5,56 | 11,36 | 13,28 | 17,40 | 16,25 |
| MD07G1051600 | 3 | 3 | 3,13 | 3 | 50,24 | 44,55 | 42,47 | 37,83 |
| MD07G1125500 | 4,58 | 4,67 | 4,59 | 4,34 | 45,54 | 45,24 | 44,67 | 48,15 |
| MD07G1239900 | -5,37 | -5,39 | -5,49 | -5,56 | 31,30 | 33,25 | 23,25 | 27,30 |
| MD07G1252700 | -5,43 | -5,41 | -5,45 | -5,59 | 45,12 | 44,94 | 41,58 | 43,90 |
| MD08G1010300 | 4,21 | 4,22 | 4,79 | 5,39 | 34,32 | 33,24 | 28,05 | 30,60 |
| MD08G1092600 | 2,55 | 2,1 | -0,57 | 0,11 | 10,97 | 30,92 | 9,31 | 12,81 |
| MD08G1121600 | 1,16 | -5,55 | -3,11 | -0,65 | 15,86 | 18,90 | 18,64 | 17,13 |

| Gén azonosító | RNS | | | | CpG | | | |
|---------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozmaring akklimatizált | Húsvéti rozmaring <i>in vitro</i> | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozmaring akklimatizált | Húsvéti rozmaring <i>in vitro</i> |
| MD08G1204800 | -5,45 | -5,43 | -5,51 | -5,59 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD09G1203800 | -5,39 | -5,35 | -5,43 | -5,55 | 47,40 | 46,25 | 47,02 | 37,96 |
| MD09G1226200 | -2,1 | -2,85 | -5,34 | -5,46 | 17,97 | 19,32 | 37,67 | 43,51 |
| MD10G1134500 | 2,24 | 1,8 | -5,45 | -5,59 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD10G1167800 | 4,59 | 3,36 | 4,51 | 3,19 | 8,94 | 11,29 | 34,15 | 33,47 |
| MD10G1256900 | -5,49 | -5,34 | -5,37 | -3,75 | 22,88 | 22,97 | 24,88 | 28,44 |
| MD10G1335600 | 3,2 | 3,54 | 3 | 2,87 | 22,36 | 22,87 | 29,88 | 29,85 |
| MD11G1004800 | 2,21 | 0,65 | 3,19 | 1,7 | 33,95 | 36,24 | 29,72 | 40,22 |
| MD11G1015400 | -5,45 | -5,34 | -5,45 | -5,59 | 15,20 | 18,23 | 19,34 | 18,37 |
| MD11G1094500 | 3,76 | 2,81 | 2,76 | 1,55 | 51,81 | 55,27 | 54,48 | 51,22 |
| MD11G1166100 | 3,41 | 3,55 | 4,41 | 4,25 | 34,84 | 34,26 | 46,04 | 45,96 |
| MD11G1186700 | -5,43 | -5,37 | -5,51 | -5,53 | 62,83 | 60,84 | 48,05 | 48,39 |
| MD11G1226100 | -4,71 | -5,36 | -5,45 | -5,49 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD11G1314400 | 1,15 | 1,37 | 0,66 | 0,34 | 68,46 | 62,49 | 40,41 | 40,69 |
| MD12G1013800 | 3,51 | 1,79 | 3,26 | 1,86 | 40,84 | 42,70 | 37,79 | 42,69 |
| MD12G1052100 | 1,78 | 1,3 | 1,55 | 0,49 | 32,01 | 31,82 | 37,30 | 34,68 |
| MD12G1076700 | -5,55 | -5,43 | -5,41 | -5,51 | 27,20 | 29,45 | 21,30 | 21,94 |
| MD12G1251400 | -4,46 | -2,86 | -5,47 | -5,58 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD14G1081400 | -5,45 | -4,5 | 1,32 | 0,33 | 66,30 | 66,83 | 60,69 | 65,35 |
| MD14G1206500 | -4,79 | -1,23 | -4,9 | -1,4 | 12,32 | 16,74 | 9,37 | 7,21 |
| MD14G1232200 | 6,1 | 4,1 | 5,96 | 3,94 | 11,48 | 11,38 | 13,71 | 22,86 |
| MD15G1025100 | -5,53 | -5,29 | -5,35 | -5,49 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD15G1077000 | 3,27 | 4,64 | 3,69 | 4,66 | 5,33 | 13,11 | 6,34 | 20,82 |
| MD15G1091800 | -5,43 | -5,37 | -5,49 | -5,56 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD15G1348800 | 5,51 | 5,81 | 5,29 | -0,34 | 15,54 | 20,66 | 18,74 | 32,94 |
| MD15G1426800 | 4,87 | 4,63 | 3,66 | 2,67 | 44,22 | 43,12 | 47,00 | 47,33 |
| MD16G1094100 | 5,41 | -2,63 | -5,41 | -4,79 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD16G1192100 | -3,98 | -2,39 | -2,99 | -0,14 | 29,67 | 30,26 | 27,48 | 28,29 |
| MD16G1203700 | -5,45 | -5,39 | -5,49 | -5,54 | 23,85 | 23,63 | 36,49 | 37,91 |
| MD16G1211900 | -5,55 | -5,34 | -5,49 | -5,51 | 88,27 | 90,00 | 62,64 | 69,98 |
| MD16G1232900 | 4,87 | 4,89 | 4,76 | 5,19 | NaN | NaN | NaN | NaN |
| MD16G1247200 | 2,15 | 1,39 | 1,81 | 0,92 | 41,77 | 42,23 | 49,27 | 51,23 |
| MD17G1115200 | -5,45 | -5,42 | 4,55 | 4,19 | 96,33 | 97,37 | 13,82 | 13,78 |

Table 2/a. LFC values of 65 selected genes based on RT-qPCR assays (negative value: down-regulation, positive value: up-regulation compared to control) with DNA methylation levels in percentage in CpG context

2/b. táblázat. A 65 kiválasztott gén DNS metilációs szintjeinek százalékos értékei a CHG és CHH kontextusokban az anyanövényhez viszonyítva

| Gén azonosító | CHG | | | | CHH | | | |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|--|--|---------------------------|-----------------------------|--|--|
| | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozsmaring akklimatizált | Húsvéti rozsmaring <i>in vitro</i> | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozsmaring akklimatizált | Húsvéti rozsmaring <i>in vitro</i> |
| MD00G1006200 | NaN | NaN | NaN | NaN | 10,35 | 4,43 | 11,69 | 11,65 |
| MD00G1046300 | 19,23 | 20,51 | 19,33 | 20,23 | 1,20 | 1,16 | 1,62 | 1,26 |
| MD01G1005500 | 16,37 | 18,50 | 15,19 | 14,11 | 2,74 | 3,20 | 2,82 | 2,34 |
| MD01G1019100 | NaN | NaN | NaN | NaN | 20,71 | 23,08 | 27,14 | 28,31 |
| MD01G1021400 | 43,91 | 42,40 | 42,95 | 45,64 | 3,85 | 1,52 | 6,02 | 4,96 |
| MD02G1125700 | 37,66 | 38,12 | 73,15 | 88,32 | 4,01 | 3,93 | 7,92 | 8,71 |
| MD02G1175400 | 29,78 | 30,63 | 24,86 | 29,64 | 4,51 | 4,14 | 5,62 | 4,13 |
| MD02G1278400 | 3,83 | 3,90 | 2,68 | 1,61 | 0,87 | 0,90 | 0,58 | 0,68 |
| MD03G1180400 | 17,56 | 23,18 | 7,21 | 10,72 | 3,40 | 3,06 | 2,39 | 2,04 |
| MD04G1051200 | NaN | NaN | NaN | NaN | 52,62 | 52,40 | 59,78 | 61,63 |
| MD04G1190300 | NaN | NaN | NaN | NaN | 19,76 | 22,68 | 19,56 | 39,93 |
| MD04G1232400 | 1,97 | 1,29 | 1,01 | 0,68 | 0,85 | 0,68 | 1,49 | 1,06 |
| MD05G1031300 | 1,30 | 0,78 | 0,79 | 1,15 | 1,03 | 0,70 | 0,90 | 0,81 |
| MD05G1050000 | 1,74 | 1,97 | 1,34 | 1,12 | 1,47 | 2,20 | 2,02 | 0,64 |
| MD05G1272000 | 27,75 | 29,61 | 14,03 | 20,67 | 2,28 | 2,38 | 1,48 | 3,13 |
| MD05G1319800 | 79,84 | 85,49 | 33,21 | 85,27 | 14,57 | 8,31 | 17,29 | 15,31 |
| MD05G1320100 | 2,05 | 4,15 | 88,56 | 89,45 | 0,42 | 11,43 | 14,60 | 14,05 |
| MD05G1320500 | 75,03 | 79,99 | 77,27 | 80,92 | 9,84 | 14,34 | 18,10 | 11,15 |
| MD05G1320800 | 72,17 | 84,81 | 46,96 | 80,63 | 13,88 | 10,29 | 15,14 | 16,18 |
| MD05G1321700 | 0,81 | 0,86 | 0,50 | 0,87 | 1,18 | 0,99 | 0,77 | 0,91 |
| MD06G1069300 | 45,52 | 48,59 | 5,15 | 2,75 | 8,94 | 5,40 | 1,91 | 1,95 |
| MD06G1077500 | 49,24 | 55,31 | 12,05 | 32,20 | 2,54 | 3,32 | 2,46 | 1,68 |
| MD06G1080900 | 24,01 | 21,99 | 21,22 | 22,12 | 5,73 | 5,18 | 5,90 | 6,17 |
| MD06G1098700 | 34,27 | 29,33 | 17,48 | 22,26 | 10,07 | 20,59 | 16,30 | 18,82 |
| MD06G1241300 | 7,38 | 8,94 | 7,79 | 8,28 | 3,54 | 9,22 | 7,67 | 3,30 |
| MD07G1051600 | 3,09 | 1,80 | 1,38 | 1,24 | 1,22 | 0,72 | 1,66 | 2,63 |
| MD07G1125500 | 8,93 | 9,04 | 10,80 | 8,87 | 4,33 | 4,21 | 2,38 | 3,47 |
| MD07G1239900 | 28,19 | 26,64 | 25,57 | 25,60 | 3,28 | 2,07 | 4,18 | 1,99 |
| MD07G1252700 | 14,83 | 17,65 | 14,62 | 14,02 | 6,00 | 2,78 | 6,67 | 5,50 |
| MD08G1010300 | 0,74 | 1,52 | 1,51 | 0,87 | 0,86 | 0,82 | 1,68 | 0,62 |
| MD08G1092600 | 6,64 | 17,60 | 3,95 | 7,15 | 8,38 | 6,41 | 6,25 | 5,93 |

| Gén azonosító | CHG | | | | CHH | | | |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|--|--|---------------------------|-----------------------------|--|--|
| | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozmarying akklimatizált | Húsvéti rozmarying <i>in vitro</i> | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozmarying akklimatizált | Húsvéti rozmarying <i>in vitro</i> |
| MD08G1121600 | 12,20 | 11,80 | 8,85 | 12,73 | 4,65 | 2,91 | 5,64 | 5,39 |
| MD08G1204800 | 62,56 | 55,96 | 25,40 | 18,77 | 8,78 | 4,91 | 5,02 | 3,59 |
| MD09G1203800 | 26,54 | 27,39 | 17,88 | 18,14 | 5,77 | 6,22 | 8,32 | 5,90 |
| MD09G1226200 | 7,04 | 6,71 | 5,49 | 9,01 | 4,72 | 2,30 | 2,34 | 2,80 |
| MD10G1134500 | 49,93 | 55,27 | 87,35 | 88,37 | 5,23 | 3,32 | 8,57 | 7,49 |
| MD10G1167800 | 0,94 | 1,43 | 2,73 | 4,23 | 0,95 | 1,88 | 1,32 | 0,98 |
| MD10G1256900 | 31,62 | 31,38 | 29,98 | 31,34 | 5,30 | 4,04 | 4,06 | 4,24 |
| MD10G1335600 | 1,04 | 0,95 | 0,85 | 2,67 | 1,04 | 1,33 | 0,86 | 1,06 |
| MD11G1004800 | 24,38 | 32,31 | 10,35 | 22,43 | 4,05 | 4,39 | 6,35 | 5,51 |
| MD11G1015400 | 7,49 | 13,39 | 3,42 | 4,21 | 0,82 | 1,45 | 1,75 | 0,93 |
| MD11G1094500 | 48,75 | 50,43 | 49,11 | 52,92 | 12,44 | 12,39 | 13,02 | 10,80 |
| MD11G1166100 | 11,86 | 13,98 | 11,34 | 12,24 | 5,30 | 4,22 | 4,98 | 3,03 |
| MD11G1186700 | 31,04 | 30,88 | 25,61 | 26,55 | 5,26 | 10,08 | 7,89 | 8,44 |
| MD11G1226100 | 72,08 | 74,38 | 30,64 | 16,23 | 11,72 | 7,08 | 2,14 | 3,32 |
| MD11G1314400 | 10,88 | 11,14 | 8,21 | 10,86 | 2,64 | 1,58 | 1,30 | 1,57 |
| MD12G1013800 | 6,40 | 6,94 | 4,16 | 4,26 | 2,23 | 1,95 | 1,73 | 0,94 |
| MD12G1052100 | 16,02 | 14,62 | 11,25 | 14,75 | 2,83 | 3,04 | 3,11 | 2,72 |
| MD12G1076700 | 7,25 | 8,90 | 6,22 | 5,61 | 7,71 | 7,40 | 5,54 | 8,80 |
| MD12G1251400 | 27,84 | 30,75 | 24,59 | 34,64 | 2,80 | 3,11 | 3,58 | 3,04 |
| MD14G1081400 | 52,75 | 56,49 | 43,80 | 45,36 | 11,11 | 11,32 | 11,68 | 12,22 |
| MD14G1206500 | 4,58 | 5,96 | 3,82 | 2,16 | 3,15 | 2,73 | 2,67 | 3,56 |
| MD14G1232200 | 2,65 | 2,94 | 2,59 | 2,07 | 1,14 | 0,98 | 0,97 | 1,89 |
| MD15G1025100 | 22,60 | 21,51 | 8,93 | 16,51 | 7,51 | 4,09 | 7,33 | 7,19 |
| MD15G1077000 | 2,73 | 11,51 | 1,55 | 5,76 | 1,70 | 2,54 | 3,51 | 2,11 |
| MD15G1091800 | NaN | NaN | NaN | NaN | 45,28 | 40,71 | 36,84 | 11,44 |
| MD15G1348800 | 13,18 | 15,57 | 13,52 | 23,92 | 9,81 | 7,41 | 4,30 | 8,24 |
| MD15G1426800 | 16,22 | 17,94 | 36,15 | 30,52 | 1,75 | 2,12 | 2,29 | 2,28 |
| MD16G1094100 | NaN | NaN | NaN | NaN | 10,08 | 4,52 | 13,37 | 9,95 |
| MD16G1192100 | 22,94 | 22,75 | 20,17 | 23,49 | 8,75 | 7,80 | 9,68 | 10,00 |
| MD16G1203700 | 7,21 | 8,27 | 22,55 | 27,45 | 1,76 | 1,73 | 3,31 | 3,52 |
| MD16G1211900 | 66,11 | 71,26 | 47,04 | 59,43 | 10,03 | 10,33 | 12,43 | 10,82 |
| MD16G1232900 | 49,70 | 46,70 | 78,93 | 47,74 | 4,86 | 2,90 | 3,72 | 3,65 |
| MD16G1247200 | 35,99 | 38,24 | 15,92 | 19,00 | 2,77 | 1,28 | 1,72 | 2,41 |
| MD17G1115200 | 90,79 | 90,33 | 9,99 | 9,77 | 17,78 | 14,47 | 2,74 | 1,20 |

Table 2/b. Table 2/b. DNA methylation levels in percentage in CHG and CHH context

3. táblázat. DNS metilációs szintek és a génextpressziós LFC értékek közötti korrelációs tényezők összehasonlítása ($r=0$ akkor a két változó között nincs lineáris kapcsolat; $r>0$ pozitív lineáris kapcsolat; $r<0$ negatív lineáris kapcsolat)

| | McIntosh akklimatizált | McIntosh <i>in vitro</i> | Húsvéti rozmaring akklimatizált | Húsvéti rozmaring <i>in vitro</i> |
|-----|------------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| CpG | -0,18 | -0,34 | -0,018 | -0,17 |
| CHG | -0,36 | -0,46 | -0,15 | -0,36 |
| CHH | -0,35 | -0,41 | -0,3 | -0,38 |

Table 3. Comparison of correlation factors between DNA methylation levels and gene expression LFC values ($r = 0$ no linear relationship between the two variables; $r > 0$ positive linear relationship; $r < 0$ negative linear relationship)

Következtetések

Kutatási eredményeink alapján az *in vitro*, *in vivo* (anyanövény) és akklimatizált növényminták között a 17 SSR-lókuszában hosszpolimorfizmust nem tapasztaltunk, ugyanakkor elmondható, hogy a DNS-szekvencia változások és genetikai stabilitás vizsgálatokhoz további szekvencia alapú vizsgálatok bevonása szükséges, mint például a DNS-szekvenálás. Eredményeinket alátámasztják az irodalomban alkalmazott ISSR (Pathak és Dhawan, 2012) és SSR markerekkel (Jin et al., 2014; Butiuc et al., 2019) kapott genetikai stabilitási eredmények az *in vitro* növénymintákban, még több mint két évtizedes *in vitro* tenyésztést követően is. Gulyás és munkatársai (2019) által szignifikáns DNS metilációs szintű eltérések azonosítása alapján 65 gén került kiválasztásra, melyek génextpressziós változásai összességében közepes negatív lineáris korrelációban állnak a tanulmányunkban kapott LFC értékek és korrelációs tényezők alapján a CHH kontextusban lévő metilációs szinttel, mindegyik környezeti tényezőben. Ez összhangban van azzal, hogy a DNS metiláció a genom bizonyos régióiban összefügg, korrelál a génextpresszióval (Wang et al. 2015). Brenet és munkatársai (2011) CpG kontextusban alacsony negatív korrelációt tapasztaltak a gén DNS metilációs szintje és a génextpresszió között. Ezt azzal magyarázták, hogy a gén downstream található első transzkripció indító szekvenciájának (5' UTR) DNS metilációja magasabb korrelációt mutat, mint a gén vagy upstream régióké. Ezt igazolva saját tanulmányunkban a CpG kontextusban szintén gyenge negatív lineáris korrelációt figyeltünk meg, kivéve a 'McIntosh' *in vitro* növényekben, ahol közepes negatív lineáris korreláció tapasztalható. A CHG kontextus esetében a 'Húsvéti rozmaring' akklimatizált növények mutattak gyenge negatív lineáris korrelációt, míg a többi növényminta esetében közepes negatív lineáris korreláció volt megfigyelhető. Yang és munkatársai (2015) alacsony korrelációt tapasztaltak *Arabidopsis thaliana* esetében a CpG kontextus és génextpresszió között, míg a CHG és CHH kontextusokban erős pozitív korrelációt figyelt meg. Lin és munkatársai (2019) megállapították, hogy azon régiókban, ahol a legmagasabb volt a DNS metilációs szint a *Nelumbo nucifera* esetében, ott a gén expressziója lecsökkent. A gén expressziója és a DNS metiláció között negatív korrelációt mutattak ki, mely a CpG esetében alacsonyabb, míg a CHG és CHH estében magasabb volt ez az érték.

Eredményeinkkel igazoltuk azt, hogy a CpG, CHG és CHH kontextusokban a gén DNS metilációs szint változása összefüggésben áll a génexpresszió szintjével, mivel a korrelációs vizsgálataink során, ha a gén DNS metilációs szintje nőtt a különböző kontextusokban, akkor a génexpresszió csökkent, ugyanakkor, ha a gén DNS metilációs szintje csökkent, akkor a génexpressziós növekedését eredményezte. Eredményeinkből ugyanakkor arra is lehet következtetni, hogy a DNS metilációs szint és a génexpressziós intenzitás mértékének korrelációja közötti kapcsolat nem független az egyéb epigenetikai változásoktól (például a kis RNS-molekulák, hiszton-fehérjék változásai), amelyek szintén befolyásolhatják a DNS metilációját vagy a génkifejeződés mértékét.

Irodalomjegyzék

1. Brenet, F., Moh, M., Funk, P., Feierstein, E., Viale, A.J., Socci, N.D. and Scandura, J.M. 2011. DNA methylation of the first exon is tightly linked to transcriptional silencing. *PloS One*, 6(1): 14524.
2. Butiuc, A., Coste, A., Farkas, A., Cristea, V., Isac, V. and Halmagyi, A. 2019. Molecular characterization of apple (*Malus × domestica* Borkh.) genotypes originating from three complementary conservation strategies. *Turk. J. Agric. For.* 43(5): 464-477.
3. Dobránszki, J. and Teixeira da Silva, J.A. 2010. Micropropagation of apple - a review. *Biotechnol. Adv.* 28(4): 462-488.
4. Dudits, D. és Heszky, L. 2000. Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroiinform Kiadó, Budapest. 312.
5. Galli, Z., Halász, G., Kiss, E., Heszky, L. and Dobránszki, J. 2005. Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers. *Hort. Sci.* 40(7): 1974-1977.
6. Guilford, P., Prakash, S., Zhu, J. M., Rikkerink, E., Gardiner, S., Bassett, H., and Foster, R. 1997. Microsatellites in *Malus × domestica* (apple): abundance, polymorphism and cultivar identification. *Theor. Appl. Genet.* 94: 249-254.
7. Gulyás, A., Dobránszki, J., Kiss, E., Teixeira da Silva, J.A., Posta, K. and Hidvégi, N. 2019. Changes in DNA methylation pattern of apple long-term *in vitro* shoot culture and acclimatized plants. *J. Plant Physiol.* 239: 18-27.
8. Jin, W., Wang, Y. and Wang, H. 2014. Adventitious shoot regeneration from leaves of apple rootstock 'Pingyitiancha' (*Malus hupehensis* var. *pinyiensis*) and genetic fidelity of regenerated plantlets using SSR markers. *Can. J. Plant Sci.* 94(8): 1345-1354.
9. Karim, R., Nuruzzaman, M., Khalid, N. and Harikrishna, J.A. 2016. Importance of DNA and histone methylation in *in vitro* plant propagation for crop improvement: a review. *Ann. Appl. Biol.* 169(1): 1-16.
10. Kohpali, F.N., Farahani, F. and Noormohammadi, Z. 2017. Somaclonal variation in the *in vitro* regenerated pineapple (*Ananas comosus*): investigation of the cellular characteristics, biochemical specificities and ISSR markers. *Phytol. Balcan.* 23(1): 73-83.
11. Liebhart, R., Gianfranceschi, L., Koller, B., Ryder, C.D., Tarchini, R., Van de Weg, E. and Gessler, C. 2002. Development and characterisation of 140 new microsatellites in apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Mol. Breeding*, 10(4): 217-241.
12. Lin, Z., Liu, M., Damaris, R.N., Nyong'a, T.M., Cao, D., Ou, K. and Yang, P. 2019. Genome-wide DNA methylation profiling in the lotus (*Nelumbo nucifera*) flower showing its contribution to the stamen petaloid. *Plants*, 8(5): 135.
13. Modgil, M., Mahajan, K., Chakrabarti, S.K., Sharma, D.R. and Sobti, R.C. 2005. Molecular analysis of genetic stability in micropropagated apple rootstock MM106. *Sci. Hort.* 104(2): 151-160.
14. Pathak, H. and Dhawan, V. 2012. ISSR assay for ascertaining genetic fidelity of micropropagated plants of apple rootstock Merton 793. *In Vitro Cell Dev-Pl.* 48(1): 137-143.

15. Pérez-Jiménez, M., Besnard, G., Dorado, G. and Hernandez, P. 2013. Varietal tracing of virgin olive oils based on plastid DNA variation profiling. *PLoS One*. 8:e70507.
16. Phumichai, C., Phumichai, T. and Wongkaew, A. 2015. Novel chloroplast microsatellite (cpSSR) markers for genetic diversity assessment of cultivated and wild *Hevea* rubber. *Plant Mol. Biol. Report*, 33: 1486-1498.
17. Quadrana, L. and Colot, V. 2016. Plant transgenerational epigenetics. *Annu. Rev. Genet.* 50: 467-491.
18. Vieira, M.L.C., Santini, L., Diniz, A.L. and Munhoz, C.D.F. 2016. Microsatellite markers: what they mean and why they are so useful. *Genet. Mol. Biol.* 39(3): 312-328.
19. Wang, H., Beyene, G., Zhai, J., Feng, S., Fahlgren, N., Taylor, N.J., Bart, R., Carrington, J.C., Jacobsen, S.E. and Ausin, I. 2015. CG gene body DNA methylation changes and evolution of duplicated genes in cassava. *P. Natl. A. Sci.* 112(44): 13729-13734.
20. Yang, H., Chang, F., You, C., Cui, J., Zhu, G., Wang, L., Zheng, Y., Qi, J. and Ma, H. 2015. Whole-genome DNA methylation patterns and complex associations with gene structure and expression during flower development in *Arabidopsis*. *The Plant J.* 81(2): 268-281.

Genetic stability and gene expression tests in apples shoot cultures

GULYÁS, A.¹, DOBRÁNSZKI, J.¹, KISS, E.², HIDVÉGI, N.¹

¹Research Institute of Nyíregyháza, IAREF, University of Debrecen, Nyíregyháza

²Institute of Genetics, Microbiology and Biotechnology, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Szent István University

Summary

Epigenetics is a change in the expression of a gene or in the phenotype of a cell that can occur during mitosis or meiosis and does not result in DNA sequence alteration. Chemical groups can attach to DNA, which can alter the activity of the gene. The so-called “above genetics” of eukaryotes that accompany the development of individuals. epigenetic changes also occur in *in vitro* plant cultures. Epigenetic modifications regulate somatic embryogenesis and organogenesis during regeneration. However, the medium components may also be present in *in vitro* shoot cultures for micropropagation upon running conditions. In our experiments, we sought to determine whether the microsatellite (SSR) and transcriptome profile patterns of several decades *in vitro* shoot cultures are the same or different from the parent (mother plant) plants and whether any changes reverse during acclimatization. The ‘McIntosh’ and ‘Húsvéti rozmaring’ apple varieties were used as the basis for our research. The genetic identity of the mother and the plants maintained in *in vitro* shoot culture for more than 20 years was determined by microsatellite markers, and the gene expression pattern was determined by RT-qPCR (reverse transcription quantitative polymerase chain reaction) in 65 selected genes levels. No DNA sequence changes were observed in our results; however, gene expression differences were found for the genes tested, which are negatively correlated with DNA methylation levels.

Keyword: apple, epigenetics, gene expression, microsatellite marker, RT-qPCR

Szerzők:

Gulyás Andrea (kapcsolattartó szerző) – tudományos segédmunkatárs, Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.

Hidvégi Norbert – tudományos segédmunkatárs, Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.

Dobránszki Judit – DSc, tudományos tanácsadó, Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.

Kiss Erzsébet – CSc, professor emeritus, Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Genetika, Mikrobiológia és Biotechnológiai Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Szabadföldi rózsák tavaszi lombdekorativitásának értékelése matematikai modellezés alapján

BORONKAY GÁBOR

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ
Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutatóintézet

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

Összefoglalás

Ahhoz, hogy a NAIK GyDKI kezelésében álló Budatétényi Rózsakert rózsatételeinek esztétikai értékét vizsgálhassuk, objektív módszerekre van szükség. A különböző szervek dekorativitását ezért egységes logikájú, „dekorativitás= mennyiségi index + minőségi index” szerkezetű modellekkel kívánjuk jellemezni. Lombdekorativitás esetén a mennyiségi index a bonitált lombsűrűségből kalkulált lomb-termelés, a minőségi index pedig a lomb felületének mért csillogása (reflexiója). A bonitált lombsűrűség és a mért lombtermelés között reprezentatív mintán számított, korábban már publikált korrekciós függvényt pontosítottuk, és hatvány jellegűnek találtuk megfelelő illeszkedéssel és szignifikanciával. A lombdekorativitás (LOD) modell képlete ez alapján: $LOD = \text{standardizált} [(0,346 \times X^{4,789}) + \text{standardizált} (Q)]/2$; ahol X= bonitált lombsűrűség osztály, Q= mért 8° Gloss reflexió érték. A modell segítségével, a 2018-19-ben felvett 19690 adat alapján kiszámítottuk a Budatétényi Rózsakert 1036 tételének tavaszi lombdekorativitását, és lombjának színparamétereit. Adataink szerint a világos, élénk zöld lomb elsősorban a közel-keleti történelmi fajtákra és a *Rosa multiflora* hibridekre jellemző, míg a sötétbíbor lombzat a karmazsin színű *Rosa chinensis* 'Bengal Rose' utódainál gyakori. Méréseink szerint legszebb tavaszi lombú (legmagasabb LOD értékű) a magyar, Márk Gergely által nemesített 'Lippay János emléke' floribunda rózsza volt, illetve a 'Dorothy Perkins' és a 'The Fairy' wichuraiana hibridek. Leginkább csillogó tavaszi lombzatúnak a 'Gärtnerfreunde'-t, leginkább bíboros lombúnak a 'Deep Secret'-et és legzöldebbnek a 'Britannia' rózsát találtuk. Méréseink alapján a tiszta bíbor-bordó lomb színe CIE L*=29,5; C*=11,1 és h*=43,7° (h*₃₃=10,7°), az élénk zöld fiatal lombé pedig a CIE L*=43,0; C*=30,1 és h*=107,6° (h*₃₃=74,6°) színparaméterekkel jellemezhető.

Kulcsszavak: csillogás, reflexió, kolorimetria, lombzat, rózsza

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A NAIK GyDKI kezelésében álló Budatétényi Rózsakert 1100 rózsá tétele ideális lehetőséget biztosít nagyszámú és igen eltérő fajta és taxon összehasonlító értékelésére. Ezt kihasználva megkíséreljük, hogy a rózsatételek dekorativitását mérhetővé tegyük és ennek alapján a fajták - különösen a magyar nemesítésű rózsák - kiültetési értékét objektíven, számszerűsítve értékelhessük. Koncepciónk szerint a dekorativitás, elsősorban is a virágzás, a lombozat és a termés (itt áltermés) díszítőértéke egységes logikával modellezhető. Erre olyan kolorimetrián alapuló matematikai modelleket dolgozunk ki, amelyek „dekorativitás = mennyiség index + minőségi index” logikai felépítésűek, ahol a mennyiségi index egy produkciós érték, melyet bonitálás után korrekciós függvény segítségével kapunk meg, a minőségi index pedig egy mért kolorimetrikus érték. A modellek célja, hogy nagy tömegben, viszonylag gyorsan felvételezhető adatokból a szubjektív esztétikai értékhez pszichológiailag lehető legközelebb álló, index jellegű eredményt kaphassunk.

Már kidolgozott metodika áll rendelkezésre a termésdekorativitás értékelésére és közel ezer fajtát ilyen módszerrel már értékeltünk is (Boronkay 2018a; 2018b). A lombozat értékelését is megkezdtük (Boronkay és Jámborné 2006), azonban itt eddig csak a mennyiségi indexet (lomb-produkció) dolgoztuk ki.

Annak ellenére, hogy rózsá esetén a lombozat tűnik a legkevésbé jelentős dekorativitási paraméternek, mégis igen nagy jelentősége van (Torre 2003). A lombozat kiemeli a felette elhelyezkedő virágok díszítő hatását (Ferrante et al. 2010), a sűrű és dekoratív lomb pedig több hajtást jelez, így többnyire a virágszám növekedésével is együtt jár, tekintve, hogy a termesztett rózsá virágzata hajtásvégi (Palocsay 1960) összetett buga (Cuizhi és Robertson 2003). Ebből következik, hogy a lombozat díszítőértékének ismerete nélkül nem bírálhatunk el egy rózsá fajtát, vagy nemesítési vonalat. Például a rózsá fajtaújdonosságokat értékelő Allgemeine Deutsche Rosenneuheitenprüfung tesztjeiben (ADR 2002) a lombozat szerepe 51%-os.

Mint szerv, a rózsá levele párosan összetett, 3-9 (15) de leggyakrabban 5 levélkéből áll (Palocsay 1960), ahol a csúcsi levélke többnyire nagyobb felületű a többinél. Bár a levél alapi részén pálhalevelek, a virágok alatt pedig egyszerű murvalevelek is találhatóak, a dekorativitás fő forrását az összetett levél levélkéi jelentik.

„Minőség + Mennyiség” dekorativitási modell és alkalmazása a tavaszi lombra

A könnyebb átláthatóság kedvéért a lomb dekorativitásának modelljét külön is kiemeljük, és röviden magyarázzuk. Hipotézisünk szerint egy rózsá tétel lombozatának díszítőértékét a „dekorativitási érték = minőségi index + mennyiségi index” modellel fejezhetjük ki.

Mennyiségi index

A lombozat mennyiségét legkönnyebben a levelek összesített friss tömegével lehetne jellemezni, de a lombozat leválasztása és lemérése kivitelezhetetlen egy élő, és több évig fenntartandó állomány esetében. Ezért becslés alapján osztályba sorolással (bonitálással) tudunk csak dolgozni. Előzetes tapasztalataink szerint azonban a vizuális becslés nemlineáris összefüggést mutat a tényleges produkcióval, ezért az osztályok számozása nem fejezi ki helyesen a biológiai produkciót. Ezt lombozat (Boronkay és Jámborné 2006), csipkebogyó (Boronkay 2018a) és

virágtömeg (Boronkay és Jámborné 2010a) esetén matematikailag is bizonyítani tudtuk. Ezért a korrekciót egy reprezentatív mintán méréssel határoztuk meg (Boronkay és Jámborné 2006), és regresszió-analízissel kapcsoltuk össze a mért produkciót a vizuálisan bonitált értékkel. Így a bonitált lombsűrűség „friss lombtömeg $g/0,25 \text{ m}^3 \text{ növény}$ ” produkciós értékre számítható át, és ez az érték lesz a továbbiakban a mennyiségi index.

Noha a lombsűrűség értékelését már előzetesen kidolgoztuk (Boronkay és Jámborné 2006), az adatokat újraértékeljük, hogy a virágzás- és a termésdekorativitással azonos logikájú modellhez jussunk. Exponenciális helyett hatvány típusú korrekciós függvényt kerestünk a bonitált lombsűrűség és a lombprodukció között.

Minőségi index

A lombzat minőségének index jellegű értékelésére kolorimetriát használtunk. A lomb színe azonban önmagában nem értékmérő (mind az élénk zöld, a bronzos futtatású és a sötétbíbor is lehet nagyon esztétikus). Ezért minőségi index céljára a levélkék felső felületének csillogását, vagyis a ráeső fény visszatükröződését (reflexió) mértük, abból kiindulva, hogy a lombzat dekorativitását elsősorban a csillogása biztosítja (De Rieck et al. 2018). Ez a paraméter nem kíván korrekciót, mivel közvetlenül és gyorsan mérhető.

Modell

A két index jelentősen eltérő értékészletű, ugyanakkor azonos jelentőséget tulajdonítunk neki. Kiegyensúlyozásukat leghelyesebben standardizálással (értékek eltérése az átlagtól a szórás arányában) tudjunk elérni (Boronkay 2018b), ez Dodge et al. (2006) alapján $X'=(X-\mu)/\sigma$. Mivel a standardizált értékek negatívak is lehetnek, a lombdekorativitás a minőségi és a mennyiségi index átlaga (nem szorzat).

A fentiek alapján egy rózsatétel lombzatának díszítőértéke a „(standardizált számított lomb produkció + standardizált lombfényesség) /2” logika alapján számítható.

Tavaszi lomb

A lombdekorativitás modell tesztjeként a rozárium teljes állományát értékelni kívántuk. Tekintve, hogy a rózsza kihajtáskori lombzata sokkal jellegzetesebb a kifejlett levélnél, igen nagy a varianciája, de fajtára mindig jellemző, ezért az értékelést kifejezetten a tavaszi lombdekorativitására végeztük el. Az éppen kiterülő, még fejlődőben lévő levél levélkéi nagyságrenddel fényesebbek, mint a növekedésében lezárt, kifejlett levélzeté, és színében is eltérő: szinte csak itt lehetnek a levélkék bronzosak vagy bíborosak. Az egészséges, kifejlett levél - talán a *Rosa glauca* Pourret kivételével (Shepherd 1954) - mindig zöld, csillogása mérsékelt, és a taxonok közötti különbség is jóval kisebb.

Anyag és módszer

Helyszín

Minden adatot (lombzat színe, reflexiója, friss tömege, lombsűrűség) a Budatétényi Rózsakertben (Budapest, XXII. kerület, Park utca 2.) vettük fel.

Időpont

A modell kidolgozásához a bonitálást és a friss lombtömeg mérést 2005. október 28-án és november 8-án végeztük. A teljes állomány bonitálásos felvételezése 2018. április 23-án és 2019. április 26-án történt, míg a kromatikus adatok felvételét 2018. április 23. - május 4. és 2019. április 15-25. között végeztük.

Lombprodukciónak számítás reprezentatív mintán

Bár a lombprodukciónak és a bonitált lombsűrűség közötti kapcsolat kiszámításához szükséges mérések metodikája már publikálásra került (Boronkay és Jámborné 2006), de mivel munkánkban újra feldolgoztuk az adatokat, az eredmények könnyebb reprodukálhatósága érdekében az alábbiakban összefoglaljuk:

Egy reprezentatív mintán 32, hozzávetőleg $0,7 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ méretű, közel $0,25 \text{ m}^3$ - térfogatú tövet bonitáltunk lombsűrűségre. A relatív alacsony adatszámot az indokolja, hogy az osztályba sorolást követő mérés a tövek teljes roncsolásával járt. A kiválasztott töveket először vizuálisan értékeltük lombsűrűségre, és 0-6 között kategóriákba soroltuk negyed fokos lépésközzel. A fő kategóriák leírását az 1. táblázat mutatja be. Az osztályokba sorolás után ugyanerről a 32 töről teljesen eltávolítottuk a levézetet, és megmértük a levelek friss tömegét. A méréseket zárt térben, szobahőmérsékleten végeztük $0,1 \text{ gramm}$ pontosságú CAS MW-1200 Micro Weight típusú elektromos mérlegen. Bár összesen mértünk, de a vizsgált tövek lombja még alapvetően zöld volt és textúrája is megközelítette a nyári lombzatétét. Az őszi felmérést az indokolta, hogy a módszer erősen roncsoló, és a génbanki állomány súlyos kártételét okozta volna egy korábbi lombeltávolítás.

Lombsűrűség felvételezés fajtaértékeléshez

Bonitálással értékeltük a Budatétényi Rózsakert minden olyan tételét, ahol legalább 1 m^3 (kb. 4 tő) térfogaton látszódott a lomb, ez 2018-ban 1051, 2019-ben pedig 1061 adatot jelentett. A kiértékelést az 1. táblázat szerint végeztük, 0-6 osztállyal, $0,5$ lépésközzel. A két adatfelvételezés összehasonlítására, és az évjáráthatásra Pearson féle páros korrelációt alkalmaztunk. Ennek alapján a két adatsor pozitív korrelációt mutat, de erős az évjárat hatása ($R=0,40$; mely $P<0,05$ szinten szignifikáns). Ennek alapján csak azok a tételek értékelhetők, melyeknél mindkét évben van lombsűrűség adat, mert az évjáráthatás túl magas ahhoz, hogy az 1 éves értékek reprezentatívak legyenek.

Csillogás felvételezés

2019-ben a vizuálisan látható reflexiót is bonitáltuk, hogy a műszer 8° Gloss mérését hitelesítsük. Ezt a fenti módszerhez hasonlóan 0-6 kategóriával értékeltünk, de a nehezebb becslés miatt csak 1 lépésközzel.

Mérések

A kolorimetrikus méréseket Konica-Minolta 600d spektrofotométerrel végeztük, D_{65} (napfény) megvilágítás és 10° megfigyelői szabvány szerint, diffúz 8° SCE (tükröződésmentes) méréssel. A reflexió mérésénél diffúz 8° SCI (tükröződést magába foglaló) vizsgálatot is végeztünk. Összesen 2018-ban 966 tételen 9660 mérést, 2019-ben pedig 1003 tételen 10030 mérést végeztünk. Minden tételnél és évenként 10-10 mérést készítettünk, egy levélkén maximum 3 ponton, tételenként legalább 3 levélkét mértünk be. Az egészen kis levelű fajtákat azonban nem tudtuk bemérni, mert a műszer mintavételi nyílása 8 mm átmérőjű.

1. táblázat. Rózsa lomb­sűrűség kategóriák és a hozzájuk tartozó számított lomb­produkt­ió­k értékei az $Y = 0,346 \times X^{4,789}$ hat­vány­függvény alapján

| Kategória (X) (1) | A lomb vizuális sűrűsége (2) | Korrigált lomb­produkt­ió (gramm/0,25m ³ növény) (3) |
|-------------------|---|---|
| 0 | Az egész állományon* egyetlen kiterülőfélben lévő levél sincs | 0,000 |
| 0,5 | 1-2 félig kiterült levél található az állományon (a levélkezdemények mellett) | 0,013 |
| 1 | 1-2 levél található az állományon (a levélkezdemények mellett) | 0,35 |
| 1,5 | Összesen 3-4 levél található az állományon (a levélkezdemények mellett) | 2,41 |
| 2 | Kisebb csomóban található néhány levél az állományon | 9,57 |
| 2,5 | A lomb észrevehető, de összefüggő foltot nem képez | 27,85 |
| 3 | A lomb jól észrevehető, összefüggő foltot csak az állomány kis részén képez | 66,68 |
| 3,5 | A lomb jól látható, de csak elszórtan takarja a hajtásrendszert | 139,51 |
| 4 | A lomb jól látható, lazán borítja a hajtásrendszert | 264,45 |
| 4,5 | A lomb alapvetően zárt de foltokban látható a hajtásrendszer | 464,85 |
| 5 | Majdnem a teljes látható növényfelületet beborítja a lombozat, a hajtásrendszer csak oldalról látható | 769,92 |
| 5,5 | A teljes látható növényfelületet beborítja a lombozat, a hajtásrendszer alig látszik | 1 215,27 |
| 6 | A teljes látható növényfelületet sűrűn beborítja a lombozat | 1 843,5 |

* állomány: legalább 1 m³ bokorméret

Table 1. Categories of foliage density and the calculated foliage production (gram/0.25m³ plant) based on the power type formula $Y = 0.346 \times X^{4.789}$. (1) Category (X), (2) Visual density of foliage, (3) Adjusted foliage production (gram/0.25m³ shrub)

A műszerrel közvetlenül CIELAB szabvány szerinti kromatikus L*, a*, b* paramétereket (világosság, zöld-vörös, sárga-kék tengely) vettük fel (CIE 1976), melyből CIE L*, C*, h* értékeket (világosság, színteltség, színezet) Baronius et al. (1991) alapján számítottunk ki. A könnyebb számítás érdekében CIE h* helyett az általunk kidolgozott h*₃₃ paramétert (Boronkay 2018b) használtuk, ahol a fokbeosztás nem, csak a 0 érték helye változik, így a neutrális vörös színezet esetén h*₃₃ = 0°, az ennél kékesebb színek negatív értékűek (-180° - 0°), és nem 180° - 360° között állnak. (Algoritmus: h*₃₃ = CIE h* - 33°, illetve CIE h* - 360° ha CIE h* > 180°).

A Konica-Minolta 600d spektrofotométer a tárgyra eső fény reflexióját (Q) (Nemcsics 2004) két független mérésből számítja, a diffúz 8° SCE és a diffúz 8° SCI mérés alapján. Erre az értékre a műszer 8° Gloss paraméterként hivatkozik, és feltételezhetően a két mérés közötti hányadosból számítja, de az algoritmus nem nyilvános. A készülék ennek alapján nem közvetlenül méri az értéket, ezért ha a két - automatikusan egymást követő - mérés között a műszer bemozdul, az komoly adattorzuláshoz vezet. Szintén torzítja a mérés pontosságát, ha a mérőfej szállítónyaláb (levélér) fölött mér, ilyenkor erősen csökken a mért 8° Gloss érték. Az ebből következő kiugró adatok nagy száma miatt az egyes tételek lombfelszínének tükröződését nem a 10-10 mérés átlagával, hanem mediánjával (középső érték) jellemeztük. Néhány tételnél olyan nagy mértékűnek találtuk a reflexiós értékek szórását, hogy ki kellett zárunk az adatokat, ezt szórás (σ) >40 esetben tettük, mivel a szórások gyakorisága alapján ezt már mérési hibának kellett tekintenünk. Összesen 74 tétel 8° Gloss értékét zártuk ki.

A lomb egyéb, spektrofotométerrel felvett kromatikus paramétereit is vizsgáltuk, itt adatkizárára nem volt szükség. A lomb felületének világosságát a CIE L^* paraméterével jellemeztük, színteltségét (élénkességét) a CIE C^* érték adja meg, a lomb hamvaságát illetve bíborosságát pedig a h^{*}_{33} színezeti értékkel jellemeztük. Ha ez az érték erősen negatív volt, az bíboros lombozatot jelez, ha magas, a levél felszíne kékes-zölden hamvas színű.

Ennek szélső értékeit keresve 2019-ben vizuálisan kiválasztottunk 12 fajtát (2. táblázat), hogy mért kromatikus értékeiket átlagolva megkapjuk a legszélsőségesebb bíbor és zöld tavaszi lombozat kromatikus paramétereit. A fajták lombszínének távolságát az optimális értéktől CIEDE₂₀₀₀ szabvány szerint (Central 2001) vizsgáltuk, ennek dimenziója ΔE_{00} .

2. táblázat. 2019-ben vizuálisan kiválasztott bíborvörös és élénkzöld tavaszi lombú fajták levelének színparaméterei, műszeres mérés alapján

| Bíborvörös lombú fajták* (1) | L^* | C^* | h^{*}_{33} | Élénk zöld lombú fajták (2) | L^* | C^* | h^{*}_{33} |
|------------------------------------|-------|-------|--------------|---|-------|-------|--------------|
| 'Esze Tamás emléke' (Márk, -) | 31,0 | 13,2 | 15,7° | 'Ingrid Stenzig' (Hassefras Bros., 1951) | 43,2 | 33,0 | 76,4° |
| 'Daily Sketch' (McGredy, 1961) | 27,7 | 9,4 | 6,2° | 'Forever Royal' (Cowlshaw, 2001) | 44,5 | 32,6 | 76,3° |
| 'Paddy Stephens' (McGredy, 1991) | 31,9 | 14,0 | 25,6° | 'Jasmina' (Kordes, 2006) | 43,2 | 27,6 | 70,3° |
| 'Friedrich Schwarz' (Kordes, 1952) | 29,4 | 11,2 | 3,4° | 'Freiburg II' (Krüger, 1917) | 43,8 | 30,3 | 72,9° |
| 'Idylle' (Laperriere, 1959) | 29,0 | 12,3 | 7,8° | 'Fighting Temerarie' (Austin, 2011) | 40,3 | 27,1 | 77,2° |
| 'Rosenrot' (Tantau, 1978) | 26,2 | 8,6 | -7,9° | | | | |
| 'Vérnász' (Halász, 1974) | 31,5 | 9,3 | 23,7° | | | | |
| ÁTLAG | 29,5 | 11,1 | 10,7° | ÁTLAG | 43,0 | 30,1 | 74,6° |

* Fajtanév (nemesítő, év)

Table 2. The chromatic parameters of the foliage of the cultivars, which have the most saturated purple, and green leaves (year 2019, picked up visually). (1) Cultivars with dark purple foliage, (2) Cultivars with bright green foliage. h^{*}_{33} = CIE h^{*} -33° and CIE h^{*} -360° if CIE h^{*} >180°.

Számítás

Az adatok mediánjának számítására a Microsoft Office Excel függvényét használtuk. A Pearson féle korreláció-analízis eszköze az Microsoft SPSS V:26 verziója volt. A nemlineáris, CIEDE₂₀₀₀ szabványú kromatikus differenciát saját készítésű, online elérhetővé tett „Colour Conversion Centre V4.0” szoftver segítségével (Boronkay 2019) számítottuk ki, mely elsősorban Sharma et al. (2005) munkáján alapul. Ezt a szoftvert használta többek között Riascos (2015) a paradicsom, Vicuña (2015) a rizsparéj (*Chenopodium quinoa* Willd.) vizsgálatánál, legújabban pedig a humán evolúciós kutatásokban dolgozott vele Tan et al. (2018).

Fajtacsoportok

A fajtacsoportba sorolásánál külföldi fajták esetén az International Cultivar Registration Authority aktuális rendszerét vettük át (Young és Schorr 2007), magyar fajták esetén pedig a nemesítők saját besorolását tekintettük referenciának (Márk 2004). Vad taxonok esetén az online „Catalog of Life” nevezékτανát használtuk fel (Naturalis 2019).

Eredmények

Mennyiségi index

Első feladatunk az volt, hogy a már korábban kiszámított lombosűrűség - lombprodukción összefüggést pontosítsuk, és ennek segítségével véglegesítsük a lomb dekorativitását leíró komplex modellt, melynek a LOD elnevezést adtuk (mivel az LD-t hagyományosan a letális dózis rövidítésére használják).

A 2006-os évben (Boronkay és Jámborné 2006) 26 adatpár alapján a becsült lombosűrűség és a mért lombprodukción közötti regressziós összefüggés leírására legjobbnak az exponenciális függvényt találtuk. Ez a regressziós modell azonban $X=0$ esetén nem biztosítja az $Y=0$ összefüggést, ezért egy másik módszerrel, nemlineáris regresszió-analízissel új összefüggést számítottunk $Y=a \times X^b$ hatványfüggvény modell alapján, most már 32 adatpárral dolgozva. A bonitálási kategóriák (0-6) és a hozzájuk tartozó friss lombtömeg produkcion (g/tő) esetén a regresszió analízis szerint a lineáris modell determinációs együtthatója $R^2=0,594$, míg az exponenciális összefüggés esetén már $R^2=0,887$, nemlineáris módon számított hatványfüggvény esetén pedig $R^2=0,980$ értéket kaptunk. A determinációs együttható alapján igazolni látjuk, hogy az összefüggés valóban nemlineáris. A 3. táblázatban mutatjuk be az egyes regressziós modellek jellemzőit.

Az $Y=a \times X^b$ nemlineáris hatvány regressziós modell szerint $a=0,346$ $b=4,789$ értékű. A paraméterek értékei 95%-os konfidencia szinten 0-tól eltérő érték tartományban helyezkednek el, így szignifikánsnak tekinthetők (a P szignifikancia érték nemlineáris modell esetén nem evidens). Így ha az 1. táblázat alapján végzett bonitálási értéket X-nek tekintjük, a lombprodukción (Y) a következő egyenlettel tudjuk becsülni: $Y=0,346 \times X^{4,789}$. Az adatok alapján elfogadtuk, hogy a rózsza lomboszat produkcionja is jól jellemezhető hatványfüggvényvel. A továbbiakban ezt a függvényt tekintettük a lombdekorativitás modell mennyiségi indexének. Az 1. táblázatban közöljük az egyes bonitálási kategóriákhoz tartozó számított lomb produkcion értékeket.

Ennek alapján a lomboszat díszítőértékének pontos modellje: $LOD = \text{standardizált} [(0,346 \times X^{4,789}) + \text{standardizált} (Q)]/2$; ahol X= bonitálás kategóriái, Q= a műszer által kalkulált 8° Gloss reflexiós érték.

3. táblázat. A vizsgált lomb­sűrűség korrekciós modellek, ahol X a bonitálási kategória, Y pedig a lomb­produkciós érték (friss lombtömeg gramm/0,25 m³)

| Paraméterek (1) | Lineáris modell (2) | Exponenciális modell (3) | Hatvány modell (nemlineáris)(4) |
|--|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Függvény | $Y=116,498 \times X-179,756$ | $Y=1,893 \times e^{1,243 \times X}$ | $Y=0,346 \times X^{4,789}$ |
| Determinációs együttható | $R^2=0,594$ | $R^2=0,887$ | $R^2=0,980$ |
| Paraméterek szignifikanciája $P<0,05$ | szignifikáns | szignifikáns | szignifikáns |
| Modell szignifikanciája $P<0,05$ | szignifikáns | szignifikáns | nem kalkulált |

Table 3. The examined models for correcting the foliage density, where X is the class of foliage density and Y is the foliage production (fresh foliage in gram/0.25 m³ plant). (1) Parameters, (2) Linear model, (3) Exponential model, (4) Power model (nonlinear)

Lombdekorativitás a modell alapján

Reflexió: Amennyiben csak a tavaszi lomb fényességét (reflexióját) nézzük (4. táblázat), a legjobb fajták mért értéke 8° Gloss=20 körüli értéket mutat. Összehasonlításképpen: saját méréseink alapján a hagyományos papír Gloss értéke 6,4, a fényezetté 64, az ablaküvegnél 160, a tükörnél pedig 1915 ez az érték. Azért, hogy ezt a reflexió értékét a vizuálisan észlelt csillogással összevegyjük, a 2019-es adatoknál Pearson féle páros korrelációvizsgálatot végeztünk. A bonitált csillogás és a mért 8° Gloss érték között $R=0,68$ erősségű összefüggést találtunk, mely $P<0,05$ értékkel szignifikáns. A korreláció a 8° Gloss reflexió értékek nagy varianciája miatt kisebb a vártnál, de ezt mérés­technikailag nehéz korrigálni. A korreláció mértéke azonban elfogadható, így a mért reflexió értékét elfogadtuk a modell minőségi indexének.

A leginkább csillogó lombú rózsák (4. táblázat) mind feltűnően új fajták, többnyire az utóbbi évtizedekben nemesített kúszórózsák, parkrózsák és rezisztens lombú floribunda fajták. Mindennek a háttérében a fénylő lombú Wichura rózsák (*Rosa wichuraiana* Crép.), illetve utódai, a kordesii hibridek ('Rote Max Graf' és leszármazottai) állnak, mivel ezt a fajt kifejezetten fénylő és gombakártevőkkel szemben toleráns lombja miatt vontak termesztésbe. Például a leginkább csillogónak mért 'Gärtnerfreunde' kétszeresen is 'The Fairy' utód, ez pedig Wichura rózsák származású.

Lombsűrűség: Három olyan fajtát találtunk, melyet a 2018-ban és a 2019-ben is igen magas lombsűrűségűnek ítéltünk (4. táblázat), ezek a Márk Gergely által nemesített miniatűr 'Árpád-házi Boldog Jolán' és a polianta 'Lippay János emléke', illetve az amerikai 'Dorothy Perkins', mely az egyik legkorábbi wichuraiana hibrid.

4. táblázat. A legszélsőségebb színparaméterrel rendelkező rózsza tételek a 2018-2019-es, Budatétényi Rózsakertben felvett adatok alapján

| Legnagyobb lomsűrűségű fajták (mind 972 g/tő) | L* | C* | H*₃₃ | 8° Gloss | |
|--|-----------|-----------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 'Lippay János emléke' (Márk, 2002) | 43,8 | 25,5 | 76,8° | 13,4 | |
| 'Árpádházi Boldog Jolán' (Márk, -) | 46,7 | 28,0 | 71,6° | 3,8 | |
| 'Dorothy Perkins' (1901, J&P) | 45,4 | 24,9 | 79,6° | 8,1 | |
| Leginkább csillogó tavasi lombú tételek (legmagasabb 8° Gloss érték alapján) | L* | C* | H*₃₃ | 8° Gloss | |
| 'Gärtnerfreunde' (Kordes, 1999) | 40,2 | 27,1 | 80,3° | 19,6 | |
| 'Acropolis' (Meilland, 2002) | 45,8 | 28,4 | 74,8° | 19,3 | |
| 'Red Leonardo da Vinci' (Meilland, 2004) | 42,8 | 25,9 | 63,7° | 19,1 | |
| Legvilágosabb tavasi lombú tételek (legmagasabb CIE L* érték alapján) | L* | C* | H*₃₃ | 8° Gloss | |
| szent rózsza = <i>R. richardii</i> (Terraciano, 1843 előtt) | 53,1 | 41,8 | 69,3° | 1,2 | |
| csemege rózsza = 'Conditorum' (Dieck, 1889) | 52,9 | 41,0 | 73,9° | 1,9 | |
| 'Rosa Verschuren' (Verschuren, 1904) | 51,3 | 29,5 | 62,2° | 2,6 | |
| Legsötétebb tavasi lombú tételek (legalacsonyabb CIE L* érték alapján) | L* | C* | H*₃₃ | 8° Gloss | |
| 'Credo' (Gaujard, 1965) | 24,2 | 12,4 | -1,0° | 2,6 | |
| 'Amsterdam' (Verschuren, 1972) | 23,1 | 7,7 | -19,4° | 10,7 | |
| 'Ambassador' (Meilland, 1979) | 22,8 | 11,2 | -17,1° | 3,4 | |
| Legbíborosabb lombozatú tételek (átlagolt bíbor lomszintől mért ΔE_{00} differencia alapján) | L* | C* | H*₃₃ | 8° Gloss | ΔE_{00} |
| 'Deep Secret' (Tantau, 1977) | 25,8 | 10,4 | -14,0° | 1,7 | 0,9 |
| 'Rachel Louise Moran' (Harkness, 2008) | 25,6 | 10,3 | -12,7° | 5,1 | 1,1 |
| 'Red Lion' (Harkness, 2008) | 25,4 | 10,4 | -12,0° | 2,5 | 1,2 |
| Legzöldebb lombozatú tételek (átlagolt zöld lomszintől mért ΔE_{00} differencia alapján) | L* | C* | H*₃₃ | 8° Gloss | ΔE_{00} |
| 'Britannia' (Burbage Nursery, 1929) | 45,1 | 32,5 | 76,6° | 5,7 | 0,3 |
| 'Ingrid Stenzig' (Hassefras Bros., 1951) | 44,5 | 32,6 | 76,3° | 9,4 | 0,5 |
| 'Ispahan' (perzsa tájfajta, 1832 előtt) | 45,6 | 32,6 | 76,1° | 2,4 | 0,6 |

* Fajtanév (nemesítő, év)

Table 4. The 5-5 rose items with the most extreme chromatic parameters, based on the data measured in the Budatétény Rose Garden in the years 2018-2019. (1 in order of appearance): Densest foliage, most glossy foliage, lightest foliage, darkest foliage, most purple foliage, most bright green foliage

Teljes lobdekorativitás modell (LOD): Összesen 1036 tételnél tudtunk lombdekorativitást számítani. A kalkulált lombprodukción és a lombzat felületi reflexióját is figyelembe véve a legjobb tavaszi lombdekorativitást (LOD) mutató tételek (5. táblázat) között sok a Wichura rózsza származású. Ilyen a 'Dorothy Perkins' és a 'The Fairy', de a Kordes cég 'Angelica', 'Juanita', 'Baby Blanket' és 'Palmengarten Frankfurt' fajtája is valószínűleg ide sorolható. Érdeemes megjegyezni, hogy a legjobb (ezer tétel közül!) egy magyar nemesítésű fajta lett, a Márk Gergely által nemesített és érmet is nyert 'Lipay János emléke'. Összesen két magyar fajta fért bele az összesített legjobb tízes listába. Több olyan fajtát is találtunk ('Old Blush', 'The Sun and the Heart', 'Palmengarten Frankfurt', stb.), melyek lombja nem kifejezetten fényes, csupán rendkívül sűrű tavaszi lombzata miatt kerültek a legdekoratívabb fajták közé. Olyan tételt azonban, ahol mind a minőségi, mind a mennyiségi index magas lenne (sűrű lomb, fénylő levélzet) nem tudtunk kimutatni, mert bár ilyenek valószínűleg léteznek, de ezek egészen apró levelűek, melyeket nem lehetett bemérni.

5. táblázat. A 10 legmagasabb lombdekorativitású tétel a 2018-2019-es, Budatétényi Rózsakertben felvett adatok alapján, $LOD = [\text{standardizált}(0,346 \times x^{4,789})] + [\text{standardizált}(\rho)/2]$ modell szerint

| Fajtanév (nemesítő, év) (1) | Standardizált minőség index (2) | Standardizált mennyiségi index (3) | LOD (4) |
|--|---------------------------------|------------------------------------|---------|
| 'Lipay János emléke' (Márk, 2002) | 1,99 | 6,99 | 4,50 |
| 'Dorothy Perkins' (1901, J&P) | 0,53 | 6,99 | 3,76 |
| 'The Fairy' (Bentall, 1932) | 2,45 | 4,04 | 3,25 |
| 'Angelica' (Kordes, 1984) | 1,02 | 5,38 | 3,20 |
| 'Árpádházi Boldog Jolán' (Márk, -) | -0,69 | 6,99 | 3,16 |
| 'Old Blush' (1752 körül) | 0,06 | 5,38 | 2,72 |
| 'Juanita' (Kordes, 2007) | 2,40 | 2,95 | 2,68 |
| 'Baby Blanket' (Kordes, 1993) | 1,83 | 2,95 | 2,39 |
| 'The Sun and the Heart' (Harkness, 2009) | 1,73 | 2,95 | 2,34 |
| 'Palmengarten Frankfurt' (Kordes, 1988) | 2,41 | 2,06 | 2,24 |

Table 5. The 10 items of the Budatétény Rose Garden (years 2018-19), with the highest ornamental value of the foliage (OVF), according to the $OVF = \text{standardized} [(0,346 \times x^{4,789}) + \text{standardized}(\rho)]/2$ formula. (1) Cultivar name (breeder, year), (2) Standardized Quality Index, (3) Standardized Quantity Index, (4) Ornamental value of foliage

Egyéb kromatikus paraméterek

Összesen 965 (2018-ban) és 1003 (2019-ben) olyan tétel volt a Budatétényi Rózsakertben, ahol az áprilisi fiatal hajtást és lombozatot kolorimetrikusan le tudtuk mérni és kiértékelni. A mért paraméterek között többnyire létezik összefüggés (Pearson féle korreláció), egyedüli kivétel a fényesség (reflexió), ami független a színtől ($R < 0,25$). A színparaméterek esetén valóban erős kapcsolatot azonban csak a C^* színteltség és az L^* világosság között találtunk ($R=0,91$), ez annak a következménye, hogy a világos lombozat többnyire élénk (sárgászöld), a sötét pedig fakó (bordó). Ez annak ellenére is igaz, hogy a bíbor-bordó lomb sokkal feltűnőbb, ennek azonban a kifejlett lomb és a fű színével alkotott színkontraszt az oka, nem a színek teltsége.

Vizuálisan kiválasztottunk 7 intenzív bíborvörös lombú és 5 feltűnően élénk zöld lombozatú fajtát, hogy megállapítsuk a tavaszi lombszín variabilitásának a határait. A fajták mért értékeit átlagoltuk, eredményeinket a [2. táblázat](#)ban mutatjuk be. Ezek szerint a tipikus élénk bordó lomb paraméterei CIE $L^*=29,5$; $C^*=11,1$ és $h^*_{33}=10,7^\circ$ ($h^*=43,7^\circ$); a zöld lomb színe pedig CIE $L^*=43,0$; $C^*=30,1$ és $h^*_{33}=74,6^\circ$ ($h^*=107,6^\circ$). Ettől, mint referencia színtől való CIEDE₂₀₀₀ kromatikus távolsága (ΔE_{00}) alapján leginkább sötét bíborvörösnek a 'Deep Secret' fajtát, legerőteljesebben élénk zöldnek pedig az 'Britannia' fajtát találtuk ([4. táblázat](#)).

A legsötétebb tavaszi lombú tételek (a [4. táblázat](#) fajtái mellett a 'Red American Beauty', 'Chrysler Imperial', 'National Trust' és a 'Petula Clark' érdemel még említést) mind vörös, bíbor, vagy sötétrózsaszín szirmúak, és kivétel nélkül teahibridek. Ennek alapján a vörös lomb és a virág magas antociánin tartalma összefüggést mutat, valószínűleg genetikailag részben kapcsolt tulajdonságok. Ez talán a bengál rózsza (*Rosa chinensis* Jacq. 'Bengal Rose') öröksége lehet, mert az általunk mért többi chinesis hibridre, például a polianta rózsákra ez a színeződés nem jellemző.

A tiszta zöld tavaszi lombozatot többnyire polianta rózsákon találtuk meg ('Britannia', 'Ingrid Stenzig', 'Bem Apó emléke'), illetve a 'Purple Skyliner' és a 'Rose-Marie Viaud' rambler kúszórózsán. Közöttük annyi a közös, hogy mind *Rosa multiflora* Thunb. leszármazásúak. E mellett a közel-keleti fajtára is jellemző az antocián-mentes lombozat, mint amilyen az 'Ispahan' damaszkuszi-, és az 'Officinalis' gallica rózsza (*Rosa gallica* L.).

Megvitatás

A régebbi lombtömeg-adatok újrafeldolgozása után megkaptuk a lombozat dekorativitásának egy olyan modelljét, mely azonos elveken alapul, mint az általunk már kidolgozott termés- és virágdekorativitás. A matematikai-statisztikával hitelesített lombdekorativitás modell (LOD) segítségével azután a Budatétényi Rózsakert közel összes tételén ki tudtuk értékelni tavaszi lombozatának esztétikai értékét.

Bár találtunk összefüggést az egyes mért és számított paraméterek között, tökéletes, minden tulajdonságában kiemelkedő tavaszi lombú fajtát nem találtunk. Méréseink alapján a legértékesebb lombú fajták többnyire fénylő lombozatú, Wichura rózsza hibridek. Az adatok alapján úgy tűnik, hogy a bronzos lombozat és a bíboros színek a bengál rózsával terjedtek el a világban, míg a tisztán európai-közeli-keleti formákra és a sokvirágú rózsára a világos, antocián-mentes élénk zöld tavaszi lomb a jellemző.

Míg saját adataink értékelése viszonylag egyértelműnek tűnik, munkánk összevetése más hasonló kutatási eredményekkel már sokkal problémásabb. Gyakorlatilag minden, általunk ismert, a rózsá lombozatával, mint dekorativitási tényezővel foglalkozó munka kifejezetten a kifejtett, nyári levélzetet veszi alapul, és egyszerű osztályba sorolással - bonitálással - dolgozik. Talán még leginkább az Észak-dakotai Állami Egyetem munkatársai (C. Larson et al. 2007) által végzett komplex értékelés áll legközelebb eredményeinkhez, ők a 'Rainbow Sorbet' floribunda fajta lombját találták egyedül kifejezetten fényesnek, míg a floribundák lombját általában is csillogóbbnak értékelték, mint a teahibridekét. Tekintve, hogy a floribundák alapvetően genetikai alapját a *Rosa multiflora*, *Rosa chinensis* és a *Rosa odorata* var. *gigantea* adja, melyek közül egyik sem fényes lombú, itt is a *Rosa wichuriana* öröksége gyanítható. Sajnos mi a 'Rainbow Sorbet' fajtát nem vizsgálhattuk, így összehasonlítható adataink erről nincsenek. Kolozsvárott (Cantor et al. 2013) is vizsgáltak lombozatot, itt szintén bonitálták a fajtákat. Meglepő módon ők a teahibrideket találták értékesebbnek, ennek talán az az oka, hogy az általuk végzett értékelés a lomb robosztusságát is kifejezi. Itt egyértelműen a 'Monica' és a 'Fruhro' fajta volt a legértékesebb. Összehasonlítást itt sem tehetünk, mivel a nálunk szereplő 'Monika' fajta valószínűleg nem azonos a cikkben csak fajtanévvel említett 'Monica' teahibriddel. Publikálásra kerültek még lombozati adatok Arkansasból (USA) is (Shahidul és Lee 2009), de itt csak a lombozat színét írták le.

Saját korábbi adataink viszont foglalkoznak tavaszi lombozattal, és bár külön kezeltük a robosztusságot, színt és fényességet, de a metodika itt is bonitálás volt. Mind Törökbálinton (Boronkay és Jámborné 2007) mind Budatétényben (Boronkay és Jámborné 2010b) a parkrósák lombozatát találtuk a legjobbnak, melyet a miniatűr és polianta rósák követtek. A Budatétényi rózsakertben a 'City of York' és a 'Chaplin's Pink Climber' kúszórósát és a 'Royal Dane' teahibridet találtuk a legjobbnak, míg Törökbálinton, Márk Gergely akkori nemesítő telepén a 'Savaria', 'Géderlak', 'Marosvásárhely' polianta, illetve park-floribunda rósákat. Ezek a fajták a Minőség + Mennyiség modell alapján is kiválóan bizonyultak és saját fajtacsoportjukban a LOD értékük szerint is legjobbak között állnak (kivéve a felmérésben nem szereplő 'Géderlak' és 'Marosvásárhely' fajtákat. Az adatok összevetéséből megállapíthatjuk, hogy a fajták lombozatát - amennyire csak lehet - hasonlóan ítélik meg az egyes felmérések, de nem találtunk egyetlen olyan vizsgálatot sem, amelyik numerikus indexek alapján értékelné a termesztett szabadföldi rózsafajták tavaszi lombját.

Lombdekorativitási adataink alapján tavasszal is változatos anyagból lehet dekoratív rózsaaágysokat tervezni, ahol újra szerepet kaphatnak a természetből már kikopott polianták, és történelmi rósák, mivel kevés modern fajtánál található tiszta világos zöld tavaszi lombozat.

Irodalomjegyzék

1. ADR. 2002. Allgemeine Deutsche Rosenneuheitenprüfung. Online: http://www.adr-rose.de/html/adr_bewertung.htm.
2. Baronius, G., Fiedler, H.J. and Montag, H.G. 1991. Comparative investigations by means of Munsell-color charts and the CIElab color system on the winter chlorosis of *Pinus sylvestris* L. in the pollution area of the Dueben Heath. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110(4): 263-277.
3. Boronkay, G. 2017. Hungarian Roses and Research Activities in the Rose Garden Budatétény. First Regional Convention of the World Federation of Rose Societies for Eastern and Central Europe. Proceedings, 99-110.

4. Boronkay G. 2018a. Modell a termesztett rózsza (*Rosa hybrida* hort.) termésdekorativitásának objektív értékelésére. *Kertgazdaság*, 50(1): 41-50.
5. Boronkay G. 2018b. A Budatétényi Rózsakert tételeinek értékelése termés-dekorativitásra, matematikai modellek felhasználásával. *Kertgazdaság*, 50(4): 37-46.
6. Boronkay G. 2019. Colour Conversion Centre V4.0c. online: <http://ccc.orgfree.com>.
7. Boronkay G. és Jámborné Benczúr E. 2006. Lombsűrűség felvételezés módszere floribunda rózsáknál. *Kertgazdaság*, 38(2): 35-40.
8. Boronkay G. és Jámborné Benczúr E. 2010a. Matematikai összefüggés a bonitált virágzás intenzitás és virágborítottság között kerti rózsza (*Rosa* Linnaeus) esetén. *Kertgazdaság*, 42(2): 53-60.
9. Boronkay G. és Jámborné Benczúr E. 2007. A budatétényi Rózsakert legértékesebb fajtáinak kiválasztása 2001-2007. *Botanikai Közlemények*, 94(1): 206.
10. Boronkay G. és Jámborné Benczúr E. 2010b. Márk Gergely rózsafajtáinak kiértékelése Törökbalinton (2003-2008). *Botanikai Közlemények*, 97(1): 179-180.
11. C. Larson, J., Winch, T. and Ringwall, K. 2007. Rose Variety Evaluation Project. Dickinson Research Extension Center 2007 Annual Report. Online: <https://www.ag.ndsu.edu/archive/dickinson/research/2006/hort06b.htm>
12. Cantor, M., Erszebet, B. and Conțiu, I. 2013. Behavior of some new Rose varieties in pedoclimatical conditions at Cluj-Napoca. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 17(1): 6-10.
13. Central Bureau of the CIE. 2001. Improvement to industrial colour-difference evaluation. CIE Publication 142-2001. Vienna.
14. CIE. 1976. L*a*b* Colour space. szabvány: ISO 11664-4:2008 (CIE S 014-4/E:2007).
15. Cuizhi, G. and Robertson, K.R. 2003. 41. *Rosa* Linnaeus, Sp. Pl. (1): 491. 1753. 339-381. in *Flora China*. Missouri Botanical Garden Press. Beijing and Science Press. St. Louis.
16. De Rieck, J., De Keyser, E., Calsyn, E., Eeckhaut, T., Van Huylenbroeck, J. and Kobayashi, N. 2018. Azalea: Leaf Morphology. 263. In Van Huylenboeck, J. (ed): *Ornamental Crops*. Springer.
17. Dodge, Y., Cox, D., Commenges, D., Davison, A., Solomon, P. and Wilson, S. (Eds.) 2006. *The Oxford Dictionary of Statistical Terms*. Oxford University Press. Oxford.
18. 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.
19. Márk G. 2004. A kerti rózsák gyakorlati csoportosítása. 46-164 in: Márk G. *Magyar rózsák könyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
20. Naturalis Biodiversity Center. 2018. Catalogue of Life. Annual Checklist Interface v1.9 r2126ab0 online: <http://www.catalogueoflife.org>.
21. Nemcsics A. 2004. A színhordó felület. 32-34 in Nemcsics A.: *Szindinamika*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
22. Palocsay R. 1960. A rózsza növénytani leírása. 37-40 in Palocsay R.: *Virágnemesítési kísérleteim*. FM Mezőgazdasági és Erdészeti Kiadó, Bukarest.
23. Riascos, M.V.A. 2015. Estimación de las coordenadas CIEL*a*b* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales. Tesis Magister en Ingeniería Agroindustrial Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ingeniería y Administración Maestría en Ingeniería Agroindustrial Palmira, Colombia.
24. Shahidul, I. and Lee, A. 2009. Genotypic and Phenotypic Characterization of Twelve Rose (*Rosa* spp.) Varieties in Southeast Arkansas Conditions. *AR. Environ. Agric. Consumer Sci. J.* 2162-7711. 15-17.
25. 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): online: <http://www.ece.rochester.edu/~gsharma/cided2000>.
26. Shepherd, R.E. 1954. Two Old World Roses. 131-136. in Shepherd, R.E.: *History of the Rose*. The Macmillian Company, New York.
27. Tan, K.W., Tiddeman, B. and Stephen, I.D. 2018. Skin texture and colour predict perceived health in

- Asian faces. *Evolution and Human Behavior*. 39(3): 320-335.
28. Torre, S. 2003. Leaves 497-504. in: Roberts, A., Debener, Th., Gudín, S. (eds). *Encyclopedia of Rose Science*. Elsevier.
29. Vicuña, G.C. 2015. *Elaboración de compota a base de frutas y quinua (Chenopodium quinoa) como alimento complementario para infantes*. Tesis Ingeniera en Agroindustria Alimentaria. Zamorano (Honduras): Escuela Agrícola Panamericana, Facultad Agroindustria Alimentaria, 11.
30. Young, M.A. and Schorr, P.H. (eds.) 2007. *Modern Roses 12*. The American Rose Society, 7-576. Shrewport, Louisiana, USA.

Ornamental value of the spring foliage of roses based on mathematical modelling

BORONKAY, G.

National Agricultural Research and Innovation Centre
Fruitgrowing and Ornamentals Research Institute

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

Summary

The different ornamental values of the roses of the Rose Garden Budatétény should be described objectively. For this reason “ornamental value = quantity index + quality index” type models are being created. In case of the ornamental value of foliage, the quantity index is the foliage production calculated from ranked foliage density, while quality index is the measured glossiness (reflection) of the surface of leaves. The previously published correction function between the estimated foliage density and the foliage production measured in a representative sample was re-calculated, the new and improved formula is power type, with good correlation and significance. According to our calculations, the proper model of the Ornamental Value of the Foliage (OVF) is $OVF = \text{standardised} [(0.346 \times X^{4.789}) + \text{standardised} (Q)]/2$, where X = classes of ranked foliage density, Q = measured 8° Gloss reflection value. Based on this model 1036 items of the Budatétény Rose Garden were evaluated for ornamental value of spring foliage and the chromatic features of the young leaves. According to our data (19690 values) the light and bright green foliage is most typical in case of the old cultivars of Near East and the hybrid *Rosa multiflora*, while deep purple foliage can be found most often among the descendants of ‘Bengal Rose’ *Rosa chinensis*. We found that the Hungarian ‘Lippay János emléke’ floribunda (bred by Gergely Márk), ‘Dorothy Perkins’ and ‘The Fairy’ wichuraiana hybrids have the highest spring OVF. ‘Gärtnerfreunde’ had the shiniest foliage, while ‘Deep Secret’ had the deepest purple and ‘Britannia’ had the most intensive green leaves in spring. According to our measurement, the chromatic parameters of the clear deep purple foliage are: CIE $L^* = 29.5$; $C^* = 11.1$; and $h^* = 43.7^\circ$ ($h^*_{33} = 10.7^\circ$), while those of the clear green foliage are CIE $L^* = 43.0$; $C^* = 30.1$ and $h^* = 107.6^\circ$ ($h^*_{33} = 74.6^\circ$).

Keywords: glossiness, reflection, colorimetry, foliage, rose

Szerző:

Boronkay Gábor (kapcsolattartó szerző) – PhD, tudományos főmunkatárs, tudományos osztályvezető (Dísnövénytermesztési Osztály), Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Gyümölcs- és Dísnövénytermesztési Kutatóintézet (NAIK GyDKI), 1223 Budapest, Park u. 2.

Egyes biostimulátorok hatása mikroszaporított *Hosta* ‘Gold Drop’ növények morfológiai és élettani jellemzőire

ÖRDÖGH MÁTÉ¹, BEREGI ZSÓFIA², TILLYNÉ MÁNDY ANDREA¹

¹Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

²Kasib Mérnöki Manager Iroda

E-mail: ordogh.mate@kertk.szie.hu

Összefoglalás

A *Hosta* ‘Gold Drop’ *in vitro* felszaporítását ½ makroelem töménységű, 5,5 g l⁻¹ agar, 20 g l⁻¹ szachróz és 4 féle koncentrációjú (0,1-0,8 ml l⁻¹) Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V kiegészítésű Murashige és Skoog (MS) alaptáptalajon végeztük. A kontrollal és a többi biostimulátorral összehasonlítva, a Kelpak tartalmú táptalajokon fejlődött *in vitro* növények friss tömege, levélmérete, a sarjak, gyökerek hossza nagyobb, peroxidáz enzimaktivitása pedig alacsonyabb volt. E készítményből 0,4 ml l⁻¹ bizonyult optimális dózissnak az *in vitro* gyökeresedés, sarjképzés mértékét, a friss tömeget, valamint az akklimatizált (*ex vitro*) növények levelének klorofill, karotinoid tartalmát, enzimaktivitását is figyelembe véve. A legkevésbé hatékony Pentakeep-V biostimulátor koncentrációjának növelése a legtöbb esetben csökkentette a gyökér- és sarjértékeket, a levelek klorofilltartalmát és méretét (rendellenes kalluszképződés is jelentkezett nem kívánt jelenségként), nem csak *in vitro*, hanem (utóhatásként) az akklimatizált növényállományokban is, gyengébb felépítésű növényeket és nagyobb pusztulási arányt eredményezve.

Kulcsszavak: biostimulátor, kallusz, *Hosta*, felszaporítás, akklimatizáció

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A káros környezeti hatások csökkentése érdekében a növénytermesztés során alkalmazható készítmények (pl. kémiai növényvédelmi szerek, bizonyos növekedésszabályozó anyagok) jelentős részét kivonták a forgalomból vagy korlátozták használatukat (Ludwig-Müller 2000). Ezért a helyettesítő anyagként szóba jöhető, környezetbarát biostimulátorok (amelyek csak meghatározott, alapos regisztrációs folyamatot követően kerülhetnek nyilvántartásba) gyakorta kerülnek előtérbe (Dabrowski 2008) és bizonyos készítmények (mint például a Kelpak, Pentakeep-V)

alternatívát jelenthetnek az EU rendeletek nyomán zárolt, betiltott kemikáliák helyett (Dobrzański et al. 2008). A biostimulátorok különféle hormonális összetevőket, növekedésszabályozókat tartalmazhatnak. Ezek a természetes eredetű anyagok gyakran csökkentik a stresszhatásokat, fokozzák a fiziológiai aktivitást, serkentik a gyökeresedést. Kertészeti felhasználásuk rendszeres, ám kifejezetten a növényszaporításban ritkábban alkalmazzák őket (Szabó et al. 2011).

A kísérletünk szempontjából releváns biostimulátorok (Pentakeep-V, Kelpak, Ferbanat L) számos dísznövény termesztése során pozitívan hatottak. A klorofill-prekursor (Vágújfalvy 2007; Kosáry 2008), 5-amino-levulinsav tartalmú Pentakeep-V a *Tillandsia usneoides* esetén több oldalhajtást eredményezett, amennyiben optimális koncentrációban ($0,5 \text{ ml l}^{-1}$) alkalmazták (Tilly-Mándy et al. 2010a). A *Petunia* Veranda 'Rose Vein' nevelésekor $0,3 \text{ ml l}^{-1}$ Pentakeep-V kompakt, kisebb levelű, korábban és többet virágzó növényeket eredményezett (Duchaj 2011). Ugyanennyi (illetve magasabb: $0,5 \text{ ml l}^{-1}$) dózis ideális volt a *Saintpaulia ionantha* számára, ugyanis a kezelt állomány egyedei két héttel előbb virágoztak a kontrollnál, illetve nagyobb levélrozettát is képeztek, magasabb klorofilltartalommal (Tilly-Mándy et al. 2010b). Ehhez hasonlóan, a *Begonia x tuberhybrida* 'Nonstop' növények nevelési ideje is rövidült, valamint levelük klorofilltartalma is megnőtt, különösen akkor, amikor $0,5 \text{ ml l}^{-1}$ Pentakeep-oldatot permeteztek rájuk (Kisvarga et al. 2015). Awad (2008) azt tapasztalta, hogy $0,04$ vagy $0,08\%$ Pentakeep-V gyorsabb növekedéshez, magasabb klorofilltartalomhoz vezetett *Phoenix dactylifera* 'Kalas' állományban: a kezelt növényegyedek 4-5 hónappal előbb érték el az értékesíthető méretet a kontrollal összehasonlítva. *Pelargonium zonale* 'Serena' dugványokat áztatva vagy az áztatás mellett pluszban permetezve $0,5\%$ Pentakeep-V oldattal, jelentősen hosszabb, több és nehezebb gyökerekhez jutottak, ugyanakkor a kijuttatás módját tekintve nem mutatkoztak szignifikáns eltérések (Köbli et al. 2012). Ami a hagymás dísznövényeket illeti, a kezelésben részesült 'Leen van der Mark' és 'Ballerina' tulipánok hagymahozama (hagymaszám és -méret) is számottevő mértékben fokozódott a nem kezeltékhez képest (Yoshida et al. 2005). $0,03$ vagy $0,05\%$ Pentakeep-V adta a legjobb eredményeket (nehezebb, több hagymát vagy hagymagumót) más hagymás vágottvirágok, mint például az *Allium christophii*, *Tulipa* 'Lucky Strike', *Lilium* 'Star Gazer' és *Gladiolus* 'White Friendship' esetén (Krzyminska 2007).

A Kelpak az *Ecklonia maxima* tengerialgából speciális technológiával nyert, biológiailag aktív citokinin- és auxin-hatású anyagokat is tartalmazó készítmény (Featonby-Smith és Van Staden 1984), $0,2\%$ mennyiségben pozitívan befolyásolta *Sorbus aucuparia* magoncok fejlődését, mivel szignifikánsan magasabbra nőttek, a gyökérszet-jellemzőik is jobbak lettek (Magyar et al. 2008). Ugyanilyen kezelés fokozta a *Prunus marianna* 'GF 8-1', *P. mahaleb* 'Bogdány' anyanövények hajtásainak számát, azok friss tömegét és a levelek klorofilltartalmát (Szabó és Hrotkó 2009). Továbbá, e biostimulátor használata a 'GF 8-1' fajta dugványain a legnagyobb gyökeresedési arányhoz vezetett, megnövekedett friss tömeg mellett (Szabó et al. 2011), és a nehezen gyökeresedő *Prunus mahaleb* 'Magyar' fajta dugványozását is megkönnyítette (Szabó 2015).

A Kelpak, valamint a huminsav alapú, Bistep márkanéven is ismert Ferbanat L egyaránt növelte a *Lilium* 'Rialto' fajta gyökértömegét; ismételt Ferbanat L alkalmazással ($0,2$ and $0,4\%$ koncentrációkban) hosszabb szárazak, jelentősen nagyobb virágbimbók képződtek (Tilly-Mándy et al. 2012; Takács et al. 2015). *Petunia x grandiflora* 'Musica Blue' magoncok nevelésekor már $0,1\%$ Ferbanat L serkentette a hajtások fejlődését, és töményebb dózisban ($0,2$ vagy $0,3\%$)

adagolva további növekedést tapasztaltak (Kisvarga et al. 2014). *Forsythia x intermedia* 'Beatrix Farrand' konténeres állományában az eredmények (nagyobb gyökér és hajtástömegek, hosszabb hajtások, nagyobb, vastagabb levelek) azt mutatták, hogy 0,5%-os oldat bizonyult optimálisnak (Kovács et al. 2017).

A különböző növények sikeres *in vitro* szaporítása érdekében széles választékban alkalmaznak természetes, növényi eredetű összetevőket (Jámborné és Dobránszki 2005). Bár az esetek többségében kémiaiilag pontosan meghatározott, mesterséges előállítású kiegészítőket használnak mikroszaporításakor, időnként hasznos alternatívát jelenthetnek egyes szerves eredetű anyagok (Molnár et al. 2011). A steril táptalajokhoz némely esetben Kelpak, Ferbanat L, Pentakeep-V készítményeket is hozzáadtak.

A 'BP1' burgonyafajta *in vitro* szaporításakor Kowalski et al. (1999) azt tapasztalták, hogy a Kelpak rejuvenalizálta a növényeket, ugyanakkor túl magas dózisban (0,5 és 1%) csökkentette a sarjak hosszát, azok friss tömegét, a gyökeresedés mértékét (ebből következik, hogy kedvező hatást csak alacsony, 0,25%-os koncentráció esetén kaptak). Ezzel szemben *in vitro* *Melissa officinalis* kultúrában 1%-os szint volt ideális (ekkor volt a legnagyobb a növények tömege, klorofilltartalma). Ennél töményebb (1,5%-os) oldatot javasoltak burgonya fajták esetén (Tantos 2002). A *Sorbus borbasii* 'Herkulesfürdő' steril sokszorosítása során a Kelpak csak 0,1 vagy 0,2 ml l⁻¹ koncentrációban hatott pozitívan a sarjképzésre és a klorofillmennyiségre, gyökeresedést azonban egyik töménység esetén sem figyeltek meg (Vidák 2014).

Myrmecophyla tibicinis és *Peristeria elata* orchideák tenyésztésében a módosított MKC (Knudson 1946) táptalajhoz adott 0,1 ml l⁻¹ Ferbanat L csökkentette az enzimaktivitást, magasabb (0,5 ml l⁻¹) koncentráció növelte a gyökerek, új levelek számát, a klorofilltartalmat, ugyanakkor a legnagyobb dózis (1 ml l⁻¹) már lassúbb, gyengébb fejlődést, fokozott peroxidáz aktivitást, színanyagtartalom-csökkenést eredményezett (Thuróczy 2012). *In vitro* *Sorbus borbasii* 'Herkulesfürdő' növények számára 0,8 ml l⁻¹ Ferbanat L vált be leginkább, ekkor képződtek a legmagasabb klorofill- és karotinoidtartalmú levelekkel rendelkező, legalacsonyabb enzimaktivitást mutató egyedek. E magyar berkenyefajtára a Pentakeep-V hasonlóan hatott, és ugyanebben a mennyiségben alkalmazva a sarjak számában, levelek méretében is kedvező változást tapasztaltak (Vidák 2014). Egy másik kísérletben 0,4 és 0,8 ml l⁻¹ Pentakeep-V eredményezte a legtöbb *in vitro* *Phlaidendron erubescens* sarjat a leghosszabb levelekkel (azokban pedig legmagasabb klorofilltartalommal), noha a dózis emelése csökkentette a sarjak hosszát. Továbbá, a Pentakeep-V kiegészítésű táptalajokról származó növények a kontrollal összehasonlítva magasabbra is nőttek, nagyobb leveleket fejlesztettek az akklimatizálási szakaszban (Asztalos 2014).

Az *Asparagaceae* családba tartozó árnyékliliomok (*Hosta*) népszerű, árnyéktűrő, többségükben Japánból származó élől dísznövények, vaskos rizómával, változatos formájú-színű levelekkel és tetszetős, fehér vagy kékeslila, harang alakú, kevés pollent termelő virágokkal (Božek et al. 2015). Magról vagy tóosztással történő hagyományos szaporításuk heterogén, lassan fejlődő magoncokat vagy viszonylag kevés szétosztott utódnövényt eredményez (Hamrick 2003; Rice 2006). Ha nagy mennyiségű, jó minőségű, egységes, fajtaazonos, egészséges állományok létrehozása a cél, a mikroszaporítás hatékony és jövedelmező lehet (Jámborné és Dobránszki 2005). Számos *Hosta* fajtát sikerrel szaporítottak szilárd Murashige és Skoog (1962) alaptáptalajon, ugyanakkor a hormonok optimális koncentrációja gyakran az adott fajtától függően változott.

Erre jó példa, hogy a *H.* ‘Devon Green’, *H.* ‘Blue Cadet’, *H.* ‘Samurai’ számára ideálisnak bizonyult 6 mg l⁻¹ BA cytokinin, míg a *H.* ‘Gold Haze’, *H.* ‘Gold Drop’ alacsonyabb dózist (3 mg l⁻¹) igényelt. Szintén az adott fajta határozta meg a szóba jöhető szénhidrátforrást, általában szacharózt, 20-35 g l⁻¹ mennyiségben (Szafián 2010). Egyes esetekben agart nem tartalmazó, folyékony táptalajokon több sarjat, gyökeret és nagyobb szárazanyagtartalmat értek el (Adelberg et al. 2000; Adelberg 2005).

Munkánkban a *Hosta* ‘Gold Drop’ fajtát alkalmaztuk tesztnövényként. Egy másik, hasonló termetű fajta, a fehérén szegélyezett levelű *H.* ‘Dew Drop’ mikroszaporításakor korábban már alkalmazták a Pentakeep-V, Ferbanat L és Kelpak biostimulátorokat (auxinok és/vagy citokininek helyett), és e készítmények egyrészt nagyobb friss tömegű *in vitro* sarjakat, valamint utóhatásként nagyobb méretű és magasabb klorofill, karotinoidtartalmú levelekkel rendelkező akklimatizált növényeket eredményeztek, főként Ferbanat L és Kelpak *in vitro* alkalmazásakor (Gere 2017). A pozitív hatásokat nézve tudni szeretnénk volna, hogy a *H.* ‘Gold Drop’ hasonlóan vagy eltérő módon fog-e reagálni ugyanezen típusú és koncentrációjú biostimulátorok hatására.

Anyag és módszer

A növényanyag eredete

A felszaporításhoz felhasznált, gyökerek nélküli, 2,5-3 cm-es, 3-4 leveles növények a Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában előzetesen fenntartott tenyészetekből származtak (jelen *in vitro* kísérletet ugyanitt végeztük). A *Hosta* ‘Gold Drop’ törpe fajta, kicsi, halvány, sárgászöld levelekkel és lila virágokkal (Schmid 1991; Liu és Zhao 2012). Az akklimatizálásra a tanszék egyik (a Budai Arborétumban lévő) üvegházában került sor.

Az *in vitro* szaporítás, akklimatizálás körülményei

A felszaporítást fél makroelem töménységű MS (Murashige és Skoog 1962) alaptáptalajon végeztük, amit négy különböző koncentrációban (0,1; 0,2; 0,4 és 0,8 ml l⁻¹) három biostimulátorral egészítettünk ki. Ezek a következők: Ferbanat L (gyártó: Turkish Ekosistem, Magyarországon „Bistep” néven került forgalomba), Kelpak (Kelp Products Ltd., Dél-Afrika) és Pentakeep-V (Cosmo Seiwa Agriculture Ltd., Japán). A kontroll táptalaj egyiket sem tartalmazta. Minden táptalajban literenként 20 g l⁻¹ szacharózt (Reanal Finomvegyszergyár Zrt., Magyarország) és 5,5 g l⁻¹ agart (Sigma-Aldrich, Merck, USA) oldottunk fel. A pH értéket 5,6-ra állítottuk KOH-dal, és az autoklavozást 35 percig végeztük túlnyomáson (10⁵ Pa). Az *in vitro* tenyészeteket 22 ± 2 °C-on, 40 μmol m⁻¹ s⁻¹ fotoszintetikus fényáram *sűrűségű* (PPFD), 16/8 órás megvilágításon tartottuk. 14 héttel később rögzítettük az *in vitro* morfológiai adatokat (sarjak, gyökerek száma és hossza, levelek hossza és szélessége, friss növénytömeg, kalluszosodott rendellenes növények %-os aránya).

A felszaporító táptalajokhoz használt biostimulátorok utóhatását kiderítendő, minden *in vitro* növényt kiültettünk egységesen 50% perlit + 50% tőzeg keverékbe. Az akklimatizálás üvegházi körülmények között történt (70% páratartalom, 20-25 °C-on), mesterséges megvilágítást, tápanyagutánpótlást nem alkalmaztunk. Az akklimatizálás előtt nem volt szükség *in vitro* gyökeresítő szakasz beiktatására, ugyanis minden táptalajon (a kontrollon is) spontán gyökeresedést tapasztaltunk. 20 héttel az akklimatizálás indítását követően megvizsgáltuk az *ex vitro* sarjak, levelek

paramétereit (sarjszám és -hossz, levélhossz és -szélesség), meghatároztuk a túlélési arányt. Minden kezelésbe (csoportba) 30 növény tartozott, és minden kezelést megismételtünk kétszer.

Élettani paraméterek mérése, meghatározása

A klorofill (a + b) és karotinoid tartalom meghatározására 3x0,1 g levélmintát vettünk minden csoportból (*in vitro* és akklimatizált állományokból egyaránt). A leveleket dörzsmozsárban homogenizáltuk egy csipet kvarchomokkal és 10 ml (80%-os) acetonnal. 24 órás 4 °C-os hűtést követően az ülepített kivonatot GeneSys VIS-10 (Thermo Fisher Scientific Inc., USA) spektrofotométerbe helyezve a vakkal (80% aceton) szemben 644, 663 és 480 nm hullámhosszon mértük az abszorbanciát. Az abszorbancia-értékeket a $(20,2 \times A_{644} + 8,02 \times A_{663}) \times V/w$ és $(5,01 \times A_{480})/w$ képletekbe helyettesítve kaptuk meg a klorofill és karotinoid tartalmat ($\mu\text{g g}^{-1}$), ahol V= levélszövetkivonat mennyisége (10 ml), w= levélszövet friss tömege (0,1 g), A= abszorbancia (Arnon 1949).

A peroxidáz enzim (POD) aktivitás méréséhez kezelésként 3x0,15 g *in vitro* és *ex vitro* levelet 1,5 ml KH_2PO_4 (pH=6,5; 0,05 M) jelenlétében mozsárban eldörzsöltünk, majd centrifugálást (4 °C, 20 perc, 13500 rpm) követően a szilárd frakciókat már nem tartalmazó, elkülönített kivonatot használtuk fel a fentebb már említett készüléken végzett spektrofotometriás vizsgálathoz, 460 nm hullámhosszon. A reakcióhoz a szövetkivonatot (3 x 0,01 ml-t kezelésként) 1,7 ml $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ (pH=4,5; 0,1 M), 0,03 ml H_2O_2 és 0,02 ml ortodianizidin (3, 3'-dimetoxibenzidin) reagensekkel elkevertük. Az enzimaktivitást (U mg^{-1}) a $(\Delta A1 \times \text{hígulás})/\varepsilon$; egyenlettel határoztuk meg, ahol $\Delta A1$ = abszorbanciaváltozás/1 min, ε = 11,3: ortodianizidin extinkciós koefficiense (Shannon et al. 1966; Blinda et al. 1996).

Kiértékelés

Az adatokat (klorofill és karotinoid tartalom, POD aktivitás, levélhossz és -szélesség, sarj, gyökérszám és -hossz, *in vitro* friss növénytömeg) a Microsoft Excel (2016) táblázatkezelő programmal rendeztük. Az egyes csoportok (független minták) egyszempontos összehasonlítását, az adatsorokból számolt átlagok Tukey és Games-Howell-féle páronkénti összevetését az SPSS 23.0 (IBM Corp., USA) statisztikai szoftver segítségével elemeztük, $p \leq 0,05$ valószínűség mellett.

Eredmények

Gyökérszám és -hossz

Az *in vitro* gyökerek száma és hossza a 0,1 ml l⁻¹ Ferbanat L, valamint a 0,4 ml l⁻¹ Kelpak kiegészítésű táptalajokon volt a legnagyobb (32,13 db és 83,93 mm, illetve 34,23 db és 78,2 mm; 1. ábra A). A Pentakeep-V koncentrációjának növelése kevesebb és rövidebb gyökereket eredményezett, szignifikánsan is a legalacsonyabb átlagokat a legtöményebb, 0,8 ml l⁻¹ oldat alkalmazásakor kaptuk (1. ábra B, 1. táblázat). Az adott táptalajtól függetlenül az esetek többségében a gyökérszám egyenes arányban állt azok hosszával. A *Hosta* 'Dew Drop' *in vitro* sokszorosításakor (Gere 2017) a legmagasabb értékeket 0,1, 0,2 ml l⁻¹ Pentakeep (26,76 és 24,55 db), illetve 0,2, 0,4 ml l⁻¹ Ferbanat (88,47 and 81,88 mm) használata eredményezte. Ahogy nálunk is, a Pentakeep-V koncentrációjának emelése e *Hosta* fajtánál is csökkentette a gyökerek számát és hosszát.

1. táblázat. 0,1-0,8 ml l⁻¹ Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V tartalmú Murashige és Skoog (MS, 1962) alaptáptalajon szaporított *in vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények gyökérszáma és -hossza, friss növénytömege

| | | Gyökérszám Root number ± SD | Gyökérhossz (mm) Root length ± SD | Friss növénytömeg (g) fresh weight ± SD |
|-----------------------|------------|-----------------------------------|---|---|
| Kontroll | | 31,48 ± 7,86 efg | 83,25 ± 34,87 e | 1,5 ± 0,82 bc |
| | 0,1 | 32,13 ± 6,35 fg | 83,93 ± 29,61 e | 1,48 ± 0,57 bc |
| Ferbanat L | 0,2 | 26,86 ± 5,44 cde | 82,1 ± 36,82 e | 1,31 ± 0,66 bc |
| (ml l ⁻¹) | 0,4 | 23,8 ± 3,33 bc | 51,73 ± 17,06 b | 1,33 ± 0,4 bc |
| | 0,8 | 25,46 ± 6,06 cd | 59 ± 31,4 bcd | 1,43 ± 0,44 bc |
| | 0,1 | 28,86 ± 5,65 def | 62,93 ± 23,91 bcde | 1,68 ± 0,61 bc |
| Kelpak | 0,2 | 33,1 ± 4,89 fg | 77,1 ± 23,63 cde | 2,26 ± 0,65 de |
| (ml l ⁻¹) | 0,4 | 34,23 ± 5,41 g | 78,2 ± 29,21 de | 2,53 ± 0,95 e |
| | 0,8 | 26,86 ± 4,28 cde | 44,46 ± 10,8 b | 1,74 ± 0,71 cd |
| | 0,1 | 27,17 ± 4,75 cde | 55,75 ± 19,44 bc | 1,44 ± 0,74 bc |
| Pentakeep-V | 0,2 | 22,75 ± 5,38 bc | 49,58 ± 15,4 b | 1,14 ± 0,56 ab |
| (ml l ⁻¹) | 0,4 | 20,37 ± 6,13 b | 41,75 ± 20,16 b | 1,17 ± 0,48 abc |
| | 0,8 | 5,07 ± 3,12 a | 7,6 ± 5,47 a | 0,7 ± 0,52 a |

Table 1. Root number and length, fresh weight of *in vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants cultured on Murashige and Skoog (MS, 1962) medium with 0.1-0.8 ml L-1 Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V

Friss növénytömeg

A Kelpak tartalmú táptalajokon fejlődtek a legnagyobb friss tömegű *in vitro* növények, főként 0,2 és 0,4 ml l⁻¹ koncentráció esetén, amikor szignifikánsan is a legmagasabb értékek születtek (2,26 és 2,53 g). Megjegyzendő, hogy az utóbbi kezelés eredményezte a legtöbb és a leghosszabb sarjat. A *Hosta* 'Dew Drop' (Gere 2017) számára azonban nem a Kelpak, hanem 0,2 and 0,4 ml l⁻¹ Ferbanat L volt optimális (maximális friss növénytömegek: 2,62 and 2,93 g), e készítmény a sarjak számát, hosszát ugyancsak jelentős mértékben megnövelte.

Sarjszám és -hossz

Csaknem minden Kelpak-kiegészítés több *in vitro* *Hosta* 'Gold Drop' sarj kialakulásához vezetett a kontrollal összehasonlítva, a legnagyobb értéket (5,43 db) 0,4 ml l⁻¹ Kelpak koncentráció eredményezte (1. ábra C). Hasonló mértékű sarjadzást tapasztaltunk 0,8 ml l⁻¹ Pentakeep-V alkalmazásakor, ugyanakkor ez a kezelés abnormalis kalluszosodással járt (1. ábra D) a növénygyedek 39,28%-án. E biostimulátor (különösen magasabb dózisban) a *Philodendron erubescens in vitro* sarjképződését is optimális mértékben serkentette, ám kallusztömeg kialakulása nélkül (Asztalos 2014).

Szignifikánsan is a leghosszabb (23,2 mm-es) sarjakat a 0,4 ml l⁻¹ Kelpak kiegészítésű táptalajon találtuk, és csak ez a biostimulátor eredményezett a kontrollhoz képest minden koncentrációban hosszabb sarjakat. A Pentakeep-V dózisának növelése egyre rövidebb sarjak kialakulásához vezetett, így tehát a legrövidebbeket 0,8 ml l⁻¹ esetén kaptuk. Ezzel ellentétben ez utóbbi készítmény a *Philodendron erubescens in vitro* szaporításakor a leghosszabb sarjakat eredményezte (Asztalos 2014), míg a Kelpak egyik koncentrációban sem vált be a *Sorbus borbasii* 'Herkulesfürdő' esetén (Vidák 2014).

1. ábra. *In vitro* és *ex vitro* (akklimatizált) *Hosta* 'Gold Drop' növények: A) Erősen gyökeresedett példányok 100 ml Erlenmeyer lombikban, ½ MS táptalajon, 0,4 ml l⁻¹ Kelpak jelenlétében. B) 0,8 ml l⁻¹ Pentakeep-V használata kevés, rövid gyökeret eredményezett. C) 0,4 ml l⁻¹ Kelpak hatására több, hosszabb *in vitro* sarj képződött nagyobb levelekkel D) 0,8 ml l⁻¹ Pentakeep-V hatására gyengén fejlődött *in vitro* növények (a kalluszképződést nyilak mutatják). E) Az *ex vitro* növények jobban fejlődtek, amennyiben az akklimatizálás előtt *in vitro* szaporításuk Kelpak kiegészítésű táptalajon ment végbe. F) A Pentakeep utóhatásként gyengébb *ex vitro* növényeket eredményezett. A fotókon lévő vonalmérték 10 mm-t jelez

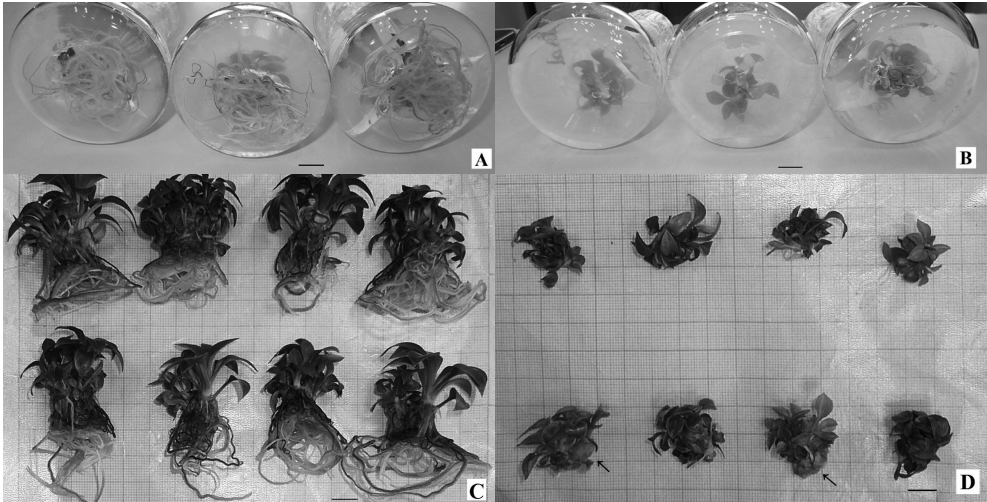


Figure 1. *Hosta* 'Gold Drop' *in vitro* and acclimatized (*ex vitro*) plants: A) Well rooted plants in 100 ml Erlenmeyer flasks containing ½ MS medium with 0.4 ml l⁻¹ Kelpak. B) 0.8 ml l⁻¹ Pentakeep-V resulted plants without or with few and short roots. C) *In vitro* plants cultured on ½ MS medium with 0.4 ml l⁻¹ Kelpak produced more and longer shoots, larger leaves. D) Poorly developed *in vitro* plants (callus formation shown by arrows) from ½ MS medium supplemented with 0.8 ml l⁻¹ Pentakeep-V. E) *Ex vitro* plants grown better when Kelpak was previously used before acclimatization. F) As after-effect, Pentakeep resulted weaker *ex vitro* plants. Scale bars on pictures: 10 mm

Az akklimatizált *Hosta* 'Gold Drop' állományokban a legtöbb (4,83-4,94 db) sarjat a 0,2-0,8 ml l⁻¹ Kelpak tartalmú táptalajról származó növényeken találtuk (1. ábra E). A Pentakeep-V magasabb

koncentrációban való alkalmazása utólagosan kevesebb és rövidebb *ex vitro* sarjat eredményezett (1. ábra F). A többi biostimulátorral összehasonlítva a Kelpak bizonyult (utóhatásként) optimálisnak az elongációra: a leghosszabb (31,86-39,32 mm-es) akklimatizált sarjakat ebben az esetben kaptuk (2. táblázat). Gere (2017) kísérletében a *Hosta* 'Dew Drop' számára 0,1-0,4 Ferbanat L volt ideális, ekkor fejlődött a legtöbb (4,85-5,23 db) és átlagosan a leghosszabb (26,07-26,45 mm) *in vitro* sarj. Később (akklimatizáláskor) is ez a biostimulátor fejtett ki pozitív utóhatást a *Hosta* fajta sarj-jellemzőit tekintve, főleg akkor, ha előzőleg magasabb koncentrációban (0,4-0,8 ml l⁻¹) használták. Tehát különböző *Hosta* fajták közt is adódhatnak eltérések aszerint, hogy mely biostimulátor bizonyulhat kedvezőnek.

2. táblázat. *In vitro* és *ex vitro* (akklimatizált) *Hosta* 'Gold Drop' növények sarj- és levélparaméterei

| | Sarjszám ± SD | | Sarjhossz (mm) ± SD | | Levélhossz (mm) ± SD | | Levélszélesség (mm) ± SD | | |
|--|------------------|-------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|
| | <i>in vitro</i> | <i>ex vitro</i> | <i>in vitro</i> | <i>ex vitro</i> | <i>in vitro</i> | <i>ex vitro</i> | <i>in vitro</i> | <i>ex vitro</i> | |
| Kontroll | 4 ± 2,09 ab | 4,06 ± 2,2 ab | 21 ± 2,81 bc | 31,97 ± 4,33 def | 13,9 ± 2,21 bcde | 25,23 ± 4,54 efg | 6,96 ± 1,04 abc | 15,55 ± 2,73 ef | |
| Ferbanat L (ml l⁻¹) | 0,1 | 3,36 ± 2,8 a | 3,36 ± 2,49 ab | 21,86 ± 2,54 bc | 31,73 ± 3,29 def | 15,33 ± 2,2 defg | 26,13 ± 3,72 g | 7,43 ± 1,04 bcd | 15,33 ± 2,24 ef |
| | 0,2 | 2,76 ± 1,86 a | 2,7 ± 2,02 a | 21 ± 2,75 bc | 30,1 ± 3,53 cde | 14 ± 1,91 bcdef | 23,2 ± 3,92 cdefg | 7,2 ± 0,99 abcd | 13,77 ± 2,47 cdef |
| | 0,4 | 3,76 ± 1,38 ab | 4,06 ± 2,18 ab | 21,6 ± 2,45 bc | 29,07 ± 5,87 cde | 15,2 ± 2,28 cdefg | 20 ± 4,09 bc | 7,53 ± 1,07 bcd | 13,7 ± 2,88 cde |
| | 0,8 | 3,92 ± 1,98 ab | 3,46 ± 1,73 ab | 20,75 ± 2,48 bc | 25,5 ± 4,92 b | 14,64 ± 2,32 bcdefg | 17,39 ± 4,52 ab | 7,57 ± 1,03 bcd | 11,36 ± 2,97 ab |
| Kelpak (ml l⁻¹) | 0,1 | 3,17 ± 2,05 a | 3,35 ± 1,56 ab | 21,96 ± 2,24 c | 39,32 ± 4,44 g | 16,41 ± 2,59 g | 25,46 ± 4,09 fg | 7,93 ± 0,88 d | 15,46 ± 2,82 ef |
| | 0,2 | 4,3 ± 2,57 ab | 4,93 ± 2,47 b | 22,33 ± 2,9 c | 32,52 ± 3,03 ef | 16,03 ± 3,28 fg | 23,65 ± 3,82 defg | 7,83 ± 1,14 cd | 15,06 ± 2,33 ef |
| | 0,4 | 5,43 ± 3,53 b | 4,82 ± 2,98 b | 23,2 ± 2,91 c | 33,83 ± 4,15 f | 15,76 ± 2,81 efg | 24,86 ± 5,02 efg | 7,53 ± 0,86 bcd | 15,9 ± 2,82 f |
| | 0,8 | 4,2 ± 2,32 ab | 4,89 ± 2,17 b | 22,4 ± 4,81 c | 31,86 ± 2,62 def | 16,36 ± 2,68 g | 21,9 ± 3,45 cdef | 7,93 ± 1,08 d | 14,31 ± 2,2 def |
| Pentakcep-V (ml l⁻¹) | 0,1 | 4,68 ± 3,16 ab | 4,41 ± 2,75 ab | 22,48 ± 2,74 c | 30,83 ± 2,95 cdef | 13,2 ± 1,69 bc | 21,62 ± 3,18 cde | 6,96 ± 1,01 abc | 14,07 ± 1,73 cdef |
| | 0,2 | 3,89 ± 1,81 ab | 4,36 ± 2,53 ab | 21,2 ± 2,12 bc | 28,64 ± 2,66 bcd | 12,93 ± 1,64 b | 20,24 ± 3,44 bcd | 6,72 ± 1,03 ab | 12,12 ± 1,74 bc |
| | 0,4 | 3,79 ± 2,16 ab | 3,74 ± 2,29 ab | 19,41 ± 2,84 b | 28,15 ± 3,13 bc | 13,62 ± 2,69 bcd | 21,7 ± 4,81 cde | 7,06 ± 1,3 abcd | 12,41 ± 2,17 bcd |
| | 0,8 | 5,42 ± 1,91 b | 3 ± 1,8 ab | 16,46 ± 3,2 a | 22,06 ± 2,41 a | 10,17 ± 1,92 a | 15,71 ± 1,72 a | 6,28 ± 1,15 a | 9,88 ± 1,11 a |

Table 2. Shoot and leaf parameters of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants

Levélhossz és -szélesség

Szignifikánsan a leghosszabb (16,41 és 16,36 mm) és legszélesebb (7,93 mm) leveleket a 0,1 és 0,8 ml l⁻¹ Kelpak kiegészítésű táptalajokon fejlesztették a növények (az eltérés a kontrollhoz képest is jelentős volt statisztikailag). Hasonló tendenciát tapasztaltak *Sorbus borbasii* ‘Herkulesfürdő’ *in vitro* szaporításakor (Vidák 2014). A mi kísérletünkben a Pentakeep-V eredményezte a legrövidebb és legkeskenyebb *in vitro* és *ex vitro* leveleket, különösen a készítmény 0,8 ml l⁻¹ mennyiségben történő alkalmazásakor (2. táblázat). Megfigyeltük azt is, hogy a különböző biostimulátorok eltérő összefüggésekhez vezettek a sarjak száma, hossza, valamint a levelek mérete között: 0,8 ml l⁻¹ Pentakeep-V használatakor ezek fordított arányban álltak egymással, míg a Kelpak több, hosszabb sarjakat eredményezett nagyobb levelekkel. A *Hosta* ‘Dew Drop’ fajtánál (Gere 2017) mind a három biostimulátor csökkentette a levelek hosszát, szélességét a kontrollal összehasonlítva, ám a Ferbanat L, Kelpak utóhatásként (az akklimatizált növényeken) már növelte a levelek méretét.

Klorofill- és karotinoidtartalom

Az *in vitro* *Hosta* ‘Gold Drop’ növények levélmérete (hossza, szélessége) és klorofill tartalma között egyenes arány mutatkozott, vagyis a legnagyobb klorofill értékeket (5169,56 és 5397,33 µg g⁻¹) ebben az esetben is a Kelpakot 0,1 és 0,8 ml l⁻¹ koncentrációban tartalmazó táptalajon kaptuk. A karotinoid tartalom hasonlóan alakult. Az akklimatizált állományban azok az egyedek mutatták a legnagyobb átlagokat (5085,76 és 5012,58 µg g⁻¹), amelyeket előzőleg 0,1 ml l⁻¹ Ferbanat L vagy 0,4 ml l⁻¹ Kelpak tartalmú táptalajon szaporítottunk, míg a Pentakeep-V minden koncentrációban a legkisebb értékekhez vezetett (2. ábra). A karotinoid tartalom másképp alakult, mert szignifikánsan is a legnagyobb átlagok (130,61-142,31 µg g⁻¹) éppen e biostimulátor (főleg nagyobb koncentrációinak) hatására jöttek létre (3. ábra). A *Hosta* ‘Dew Drop’ esetén zömében a Kelpak növelte (a Pentakeep-V pedig csökkentette) a klorofill, karotinoid tartalmakat, mind az *in vitro*, mind az akklimatizált csoportokban (Gere 2017). Ugyanakkor a *Philodendron erubescens in vitro* egyedeinél a legtöményebb Pentakeep-V dózis vezetett a legmagasabb levélpigment-átlagértékekhez (Asztalos 2014), és ehhez hasonló jelenség mutatkozott *in vitro* *Sorbus borbasii* ‘Herkulesfürdő’ (Vidák 2014), illetve akklimatizált *Phoenyx dactylifera* (Awad 2008) növényeken is.

Peroxidáz enzimaktivitás

Az *in vitro* *Hosta* ‘Gold Drop’ állományokban a 0,1 ml l⁻¹ Kelpak kezelésben részesülteknél kaptuk a legalacsonyabb stressz-értéket (0,019 U mg⁻¹), míg a töményebb (0,4 és 0,8 ml l⁻¹) Pentakeep-V kiegészítésű táptalajra került növények mutatták a legnagyobb (0,082 és 0,073 U mg⁻¹) enzimaktivitást (4. ábra). Gere (2017) kísérletében szintén ez utóbbi biostimulátor vezetett a legmagasabb POD-értékekhez (0,12-0,15 U mg⁻¹) a *Hosta* ‘Dew Drop’ *in vitro* szaporításakor, noha a legalacsonyabb aktivitást (0,03-0,07 U mg⁻¹) e fajtánál nem a Kelpak, hanem a Ferbanat L eredményezte. A mi kísérletünkben az akklimatizált *H. ‘Gold Drop’* növényeknél csak a Kelpak esetén tapasztaltunk az *in vitro* állományokhoz képest csökkent enzimaktivitást az adott biostimulátort minden koncentrációban adva a felszaporításakor alkalmazott táptalajhoz. A Ferbanat L csak 0,1 és 0,2, míg a Pentakeep-V 0,1 és 0,4 ml l⁻¹ dózisban fejtett ki hasonló hatást. A másik *Hosta* fajta (*H. ‘Dew Drop’*) akklimatizálásakor sem a Kelpak, sem a Ferbanat L nem bizonyult stressz-csökkentőnek (Gere 2017).

2. ábra. *In vitro* és *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények levelének klorofill (a+b) tartalma

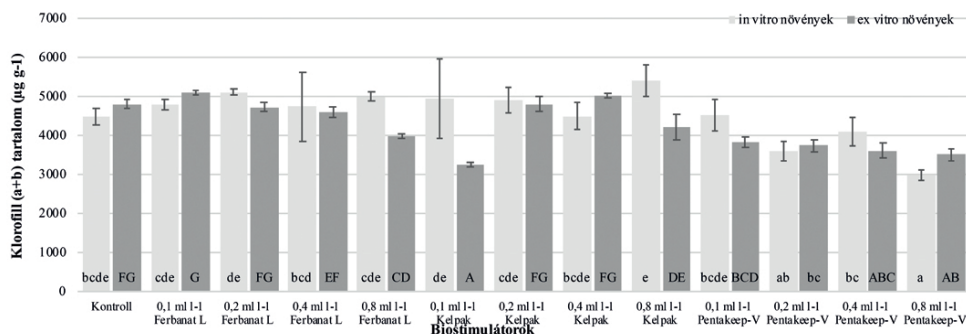


Figure 2. Chlorophyll (a+b) content of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants' leaves

3. ábra. *In vitro* és *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények levelének karotinoid tartalma

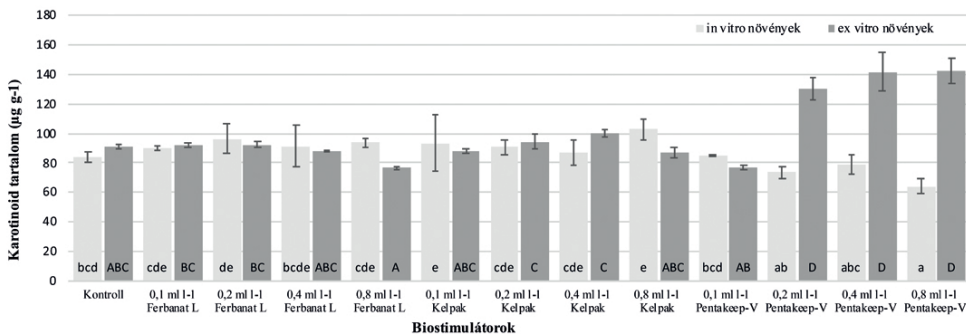


Figure 3. Carotenoid content of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants' leaves

4. ábra. *In vitro* és *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények levelének peroxidáz enzimaktivitása

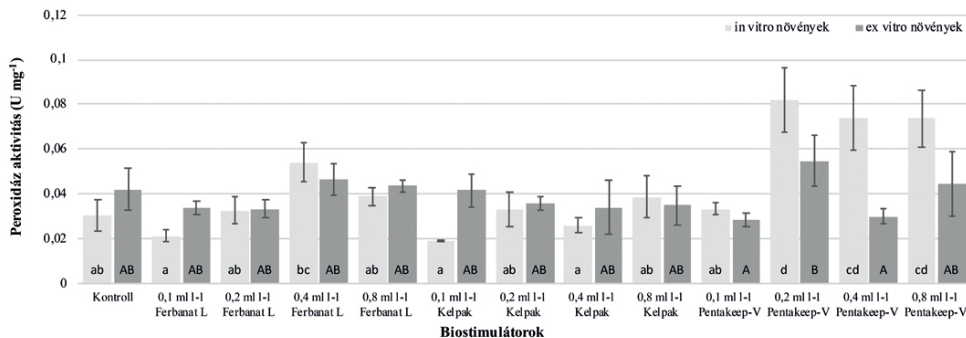


Figure 4. Peroxidase activity of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants' leaves

Akklimatizált növények túlélési aránya

A teljes (a kontrollt és mind a három biostimulátorral, összesen 12 kezelt csoportot magába foglaló) állományból 92%-os arányban élték túl az akklimatizálást a kiültetett növények. Ha az egyes készítményeket külön nézzük, 100%-os túlélési arányt a Kelpak és Ferbanat L minden koncentrációban, a Pentakeep-V pedig csak 0,1 ml l⁻¹ dózisban eredményezett. Ha ez utóbbi biostimulátorból 0,8 ml l⁻¹-t adtunk a táptalajhoz a felszaporítási szakaszban, akkor az akklimatizációt csak 56%-ban élték túl a növények. Mindazonáltal a kontroll-egyedek is mindannyian sikeresen akklimatizálódtak, ebből a szempontból tehát az alkalmazásra került biostimulátoroknak nem volt egyértelműen pozitív hatásuk. Ezt kiderítendő, kevésbé kedvező (például szárazabb és/vagy az optimálisnál hűvösebb/melegebb, nem üvegházi) körülmények között elvégezhető további akklimatizációs kísérletekre, illetve e kritikus szakaszban ismételt biostimulátoros kezelésekre lehetne sort keríteni, újabb kutatásokat lehetővé tevő javaslatként.

Következtetés

Mindent egybevetve, a Pentakeep-V nem vált be a *Hosta* 'Gold Drop' mikroszaporítása során, nem kívánt hatások miatt. E készítményt a legnagyobb (0,8 ml l⁻¹) koncentrációban tartalmazó táptalajokba került sarjak csaknem 40%-ának az alapi részén gömbölyded-szabálytalan, halványzöld kalluszosomók jelentkeztek. Emellett a gyökeresedésre, a levél-tulajdonságokra (méret, klorofill- és karotinoidtartalom) is kedvezőtlenül hatott a Pentakeep-V, és további negatív következményként az efféleképpen *in vitro* gyengén fejlődött állománynak mintegy fele elpusztult az akklimatizálási szakaszban. A legjobb eredményt (főként 0,2 vagy 0,4 ml l⁻¹ koncentrációban alkalmazva) a Kelpak adta. Túlnyomórészt ez a biostimulátor eredményezte a legtöbb sarjat a legnagyobb méretű és színanyagtartalmú levelekkel (ebből következően a sarjak friss tömege is elérte a maximális értéket), nem csak *in vitro*, hanem utólag, az akklimatizálást 100%-os arányban túlélő növényeken is. Noha a kontroll csoport egyedei ugyancsak mind megmaradtak, a Kelpak előzőleg történő használata utólag is kedvezőbb hatásokhoz vezetett; az így nyert, több sarjat, nagyobb leveleket fejlesztett, dúsabb *ex vitro* növények eladási szempontból is tetszetősebb küllemmel rendelkeztek. Ugyanakkor érdemes lehet további *in vitro* és akklimatizációs kísérleteket folytatni más *Hosta* taxonokkal is, árnyaltabb képet festve e környezetbarát, természetes eredetű készítmények pozitív/negatív/közömbös hatását illetően.

Irodalomjegyzék

1. Adelberg, J., Kroggel, M. and Toler, J. 2000. Physical Environment *in vitro* Affects Laboratory and Nursery Growth of Micropropagated *Hostas*. HortTechnology, 10(4): 754-757.
2. Adelberg, J. 2005. Efficiency in thin-film liquid system for *Hosta* micropropagation. Liquid Culture Systems for *in vitro* Plant Propagation, 443-447.
3. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24(1): 1-15.
4. Asztalos J. 2014. Különféle növekedésszabályozó anyagok hatása a *Philodendron erubescens* mikroszaporításában. Diplomamunka. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
5. Awad, M.A. 2008. Promotive effects of a 5-aminolevulinic acid-based fertilizer on growth of tissue culture-derived date palm plants (*Phoenix dactylifera* L.) during acclimatization. Sci Hortic. 118(1): 48-52.

6. Blinda, A., Abou-Mandour, A., Azarkovich, M., Brune, A. and Dietz, K.J. 1996. Heavy metal-induced changes in peroxidase activity in leaves, roots and cell suspension cultures of *Hordeum vulgare* L. Plant Peroxidases, Biochemistry and Physiology, 380-385.
7. Božek, M., Strzałkowska-Abramek, M. and Denisow, B. 2015. Nectar and pollen production and insect visitation on ornamentals from the genus *Hosta* Tratt. (*Asparagaceae*). Journal of Apicultural Science, 59(29): 119-125.
8. Dąbrowski, Z. 2008. Field Crops. Preface. In: Dąbrowski Z (Ed.). Biostimulators in modern agriculture. Wiś Jutra, Warsaw, Poland.
9. Dobrzański, A., Anyszka, Z. and Elkner, K. 2008. Reakcja marchwi na ekstrakty pochodzenia naturalnego z alg z rodzaju *Sargassum* – AlgaminoPlant i z leonardytu – HumiPlant. [Carrot response to natural extracts from *Sargassum* algae – AlgaminoPlant and from leonardit – HumiPlant]. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 53: 53-58.
10. Duchaj O.V. 2011. A Pentakeep-V kiegészítő műtrágya hatása *Petunia Veranda 'Rose Vein'* és *Sanvitalia procumbens 'Aztekengold'* balkonnövények növekedésére és fejlődésére. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
11. Featonby-Smith, B.C. and Van Staden, J. 1984. Identification and seasonal variation of endogenous cytokinins in *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf. Botanica Marina, 17: 527-531.
12. Gere A.J. 2017. Biostimulátorok hatásának vizsgálata *Hosta 'Dew Drop'* mikroszaporítása során. Szakdolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
13. Hamrick, D. 2003. Crop Culture A-Z. In: Ball Redbook. 17th edition, Volume 2. Ball Publishing, Batavia, Illinois, USA.
14. Jámborné B.E. és Dobránszki J. 2005. Kertészeti növények mikroszaporítása. *In vitro* növényklónozás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
15. Kisvarga, Sz., Kerezi, R., Kohut, I. and Tilly-Mándy, A. 2014. The effect of Ferbanat L nanofertilizer on the growing of *Petunia x grandiflora* 'Musica Blue'. Int J Hort Sci. 20(3-4): 107-109.
16. Kisvarga, Sz., Honfi, P. and Tilly-Mándy, A. 2015. Effect of Pentakeep-V on *Begonia x tuberhybrida* 'Nonstop' line. Bulletin UASVM Horticulture, 72(1): 115-119.
17. Knudson, L. 1946. A new nutrient solution for the germination of orchid seeds. Amer Orchid Soc Bull. 15: 214-217.
18. Kosáry J. 2008. [Biochemistry of storage. 2. Food biochemistry] A tárolás biokémiája 2. Élelmiszerbiokémia. Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék, Internetes kiadás, p. 14–16. http://www.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/tanszekek/elelmiszertudomanyi/alkalmazottkemia/segedanyag_ppt_pdf/TarbioElbio2008.DOC
19. Kovács, D., Magyar, L., Sütöriné Diószegi, M. and Hrotkó K. 2017. Treatments affecting the growth of *Forsythia x intermedia* Zabel. 'Beatrix Farrand' container grown shrubs. Gradus, 4(2): 284-289.
20. Kowalski, B., Jäger, A.K. and Van Staden, J. 1999. The effect of a seaweed concentrate on the *in vitro* growth and acclimatization of potato plantlets. Potato Research, 42: 131-139.
21. Köbli, V., Honfi, P., Túróczy, M. and Tilly-Mándy, A. 2012. The influence of Kelpak® and Pentakeep-V® on the root formation of *Pelargonium zonale* 'Serena' cuttings. In: Perata P, Brown P, Ponchet M editors. Abstract Book for Oral and Poster Presentations at: The 1st World Congress on the use of Biostimulators in Agriculture. 26-29. November 2012;, Strasbourg, France: Strasbourg Congress Centre, 164.
22. Krzyminska, A. 2007. Influence of Pentakeep-V on yield and quality of tulip, allium, lilium bulbs and gladiolus corms. Conference paper: Pentakeep International Scientific Workshop. Prague, Czech Republic, 1: 146-151.
23. Liu, D.H. and Zhao, S.W. 2012. The impacts of light levels on growth and ornamental characteristics of *Hosta*. Acta Hort. 977: 183-188.

24. Ludwig-Müller, J. 2000. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regulation*, 32(2): 219-230.
25. Molnár, Z., Virág, E. and Ördög, V. 2011. Natural substances in tissue culture media of higher plants. *Acta Biologica Szegediensis*, 5500000 (1): 123-127.
26. Magyar, L., Barancsi, Z., Dickmann, A. and Hrotkó, K. 2008. Application of biostimulators in nursery. *Bulletin UASVM Horticulture*, 65(1): 515.
27. Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*. 15: 473-497.
28. Rice, G. 2006. *Encyclopedia of perennials*. American Horticultural Society. Dorling Kindersley. London, England.
29. Schmid, W.G. 1991. *The genus Hosta*. Portland, OR, USA. Timber Press
30. Shannon, L.M., Kay, E. and Lew, J.Y. 1966. Peroxidase isozymes from horseradish roots. I. Isolation and physical properties. *The Journal of Biological Chemistry*, 241(9): 2166-2172.
31. Szabó V. 2015. Effect of biostimulators on rooting of *Prunus mahaleb* softwood cuttings. *Doktori értekezés*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
32. Szabó, V. and Hrotkó, K. 2009. Preliminary results of biostimulator treatments on *Crataegus* and *Prunus* stockplants. *Bulletin UASVM Horticulture*, 66(1): 223-228.
33. Szabó, V., Sárvári, A. and Hrotkó, K. 2011. Treatment of stockplants with biostimulators and their effects on cutting propagation of *Prunus marianna* 'GF 8-1', *Acta Hort.* 923: 277-282.
34. Szafián Zs. 2010. Biological and technological aspects of micropropagation of *Hosta* varieties. *Doktori értekezés*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
35. Takács A., Köbli V., Honfi P. és Tillyné Mándy A. 2015. Biostimulátorok alkalmazása a vágottliliom-termesztésben. *Kertgazdaság*, 47(1): 40-47.
36. Tantos, Á. 2002. Study on the effects of naturally occurring growth regulators in the plant tissue culture. *Doktori értekezés*. Szent István Egyetem, Budapest.
37. Thuróczy J. 2012. *Myrmecophila tibicinis* és *Peristeria elata* mikroszaporítása Ferbanat L^o tartalmú táptalajon. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
38. Tilly-Mándy, A., Honfi, P., Marczika, A., Köbli, V. and Palásti, Gy. 2010a. The Effect of Bioactive Agents on the Growth and Chlorophyll Content of *Tillandsia usneoides* L. *Bulletin UASVM Horticulture*, 67(1): 388-393.
39. Tilly-Mándy, A., Honfi, P., Stefanovits-Bányai, É., Mosonyi, I.D., Köbli, V. and Hrotkó, K. 2010b. The effect of 5-aminolevulinic-acid (ALA) on the development of *Saintpaulia ionantha*. *Int J Hort Sci*. 16(5): 33-36.
40. Tilly-Mándy, A., Köbli, V., Honfi, P. and Takács, A. 2012. Applying biostimulators in cut lily production. In: Kramarič, M., Pogorolec, A., Artiček, MK., Jerala, M., editors. 1. znanstvena konferenca z mednarodno udeležbo s področja kmetijstva, naravovarstva in hortikulture: Prenos inovacij, znanj in izkušenj v vsakdanjo rabo. 19-20 April 2012; Naklo, Slovenia: Biotehniški center Naklo, p. 17.
41. Vágújfalvi D. 2007. [Porfirines]Porfirinek.In:LángF. (ed./szer.): [Plant Physiology, The Metabolism of Plants II.] *Növényélettan, A növényi anyagcsere II.*. Budapest. ELTE Eötvös Kiadó, 584-587.
42. Vidák A. 2014. Biostimulátorok alkalmazásának lehetőségei *Sorbus borbasii* 'Herkulesfürdő' mikroszaporításában. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
43. Yoshida, R., Ohta, E., Iwai, K., Tanaka, T. and Okada, H. 2005. Effects of liquid fertilizer containing 5-aminolevulinic acid on thickening growth in tulip bulbs. In: Potter, MA., Quill, BE., editors. *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America*, 24-27 July; Newport Beach, California, USA, 91-94.

The effect of different biostimulators on morphological and physiological parameters of micropropagated *Hosta* 'Gold Drop'

ÖRDÖGH, M.¹, BEREGI, ZS.², TILLYNÉ MÁNDY, A.¹

¹Szent István University, Faculty of Horticultural Science, Department of Floriculture and Dendrology

²Kasib Engineering Management Office

E-mail: ordogh.mate@kertk.szie.hu

Summary

During *in vitro* multiplication of *Hosta* 'Gold Drop' plants, 5.5 g l⁻¹ agar, 20 g l⁻¹ sucrose and 4 concentrations (0.1-0.8 ml l⁻¹) of Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V were added to half-strength Murashige and Skoog (MS) basal medium. As compared to the control and other biostimulators, *in vitro* plants with more, longer shoots and roots, larger leaves with larger fresh weight and lower peroxidase activity were grown on medium containing Kelpak. The best concentration was 0.4 ml l⁻¹ for *in vitro* rooting, shoot formation, plant weight and *ex vitro* chlorophyll, carotenoid level, peroxidase activity. Pentakeep was the less efficient biostimulator, increasing of its concentration mainly decreased root and shoot values, chlorophyll content and sizes (length, width) of leaves (furthermore, abnormal, non-wanted callus formation was observed), not only during *in vitro* propagation but also (as after-effect) acclimatization because of the high mortality and weakly developed survivor plants.

Keywords: biostimulator, callus, *Hosta*, multiplication, acclimatization

Szerzők:

Ördögh Máté (kapcsolattartó szerző) – PhD, egyetemi adjunktus, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Beregi Zsófia – Kasib Mérnöki Manager Iroda, 1191 Budapest, Ady Endre út 32-40.

Tillyné Mándy Andrea – CSc, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

A magyar csemegezőlőnemesítés története

HAJDU EDIT

Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ,
Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Kecskeméti Kutató Állomás

E-mail: hajduedit.m@gmail.com

Összefoglalás

A Kárpát-medence kiváló környezeti adottságú földrajzi régióiban termelt szőlő már régóta kedvelt gyümölcse az itt lakóknak. Az ember maga mellé édesgette az erdei szőlőt, és szelektálva, metszve, nemesítve kultúrnövénné tette. Az egyre szebb és nagyobb szőlőfürtök, az emberek étkezési szokásai, a kereskedelem fellendülése és az egyre nagyobb profit termelés magával vonzotta a szőlőnemesítőket a minél szebb, finomabb, a piaci igényeknek megfelelőbb étkezési fajták előállítására.

Magyarországon a csemegezőlők nemesítését a XIX. század végén magán nemesítők kezdték. E munkában Mathiász János és Stark Adolf úttörő szerepet játszott, majd őt követte Kocsis Pál, Poczik Ferenc, Szűcs József, jóval később Lubik István, Sz. Nagy László. Állami intézetekben (kutató intézetekben, egyetemeken) csak a II. világháború után kezdték a csemegezőlő nemesítését, ami az elődök munkáján alapult. A nemesítéshez gazdag fajtagyűjteményeket hoztak létre, mint génforrást. A nemesítés célját mindig a termelési és a piaci igények határozták meg. A XX. század közepén kezdték a rezisztencianemesítést. A XXI. században a fogyasztók már a rezisztens fajták mellett a magvatlan csemegezőlő-fajtákat igénylik. A rezisztens fajtáknak óriási a jelentősége a környezetkímélő termesztésben és az egészséges táplálkozásban.

Az értékes fajtákat államilag minősítették. Jelenleg 37 államilag minősített csemegezőlő-fajta van a Nemzeti Fajtajegyzéken, amiket Magyarországon nemesítettek és szelektáltak. A magyar szőlőnemesítők munkája és fajtái világhírűek, amelyeket nem csak Magyarországon, de külföldön is szaporítják és eredményesen termesztik.

A csemegezőlő fogyasztása

Ha betekintünk a szőlőtermesztés történeti múltjába, egy lendületes fejlődését láthatjuk a magyar csemegezőlő kiskerti termesztésének és fogyasztásának. Még akkor is, ha környezeti feltételeink nem ideálisak az étkezésre alkalmas fajták termesztéséhez.

A középkorban, s azt követő évszázadokon át, az emberek a nagy bogyójú borszőlők termését fogyasztották friss gyümölcsként, nem azért mert csemegeszőlő, hanem azért, mert szép és finom volt. A Kárpát-medencében élő népek között a magyarok már több csemegeszőlőt ismertek, köztük a 'Kecskecsöcsű', a 'Tüskés púpú zamatos' fajtákat (Pápai Páriz 1708). A későbbi évszázadokban feltűnt borszőlők, így a Fehér góhér, a Bogdányi dinka, a Kövérszőlő, a Piros szlanka, majd később a Kadarka, az Arany sárféher fürtjei kedvelt csemegéjükké váltak. A borszőlők közül frissen is és télire eltartva fogyasztották a Kövidinka fürtjeit. Mindig a szebb, a finomabb és a nagybogójú fürtök voltak kelendők. A középkortól fennmaradt ételreceptek sorai tárolják azokat az étkezési szokásokat, melyekben a királyi lakomák harmadik vagy utolsó fogásaként gyümölcsöt, köztük szőlőt tááltak fel (Bornemissza 1680). Hogy a középkorban élő emberek milyen szőlőfajtákat fogyasztottak, azokat évszázadunk kutatói magleletek alapján igazolták. A régészeti magleletek azonosítása alapján az is feltételezhető, hogy a nagy bogyójú, és ropogós húsú, muskotályos szőlőfajták gyümölcse került a szőlőt kedvelő bencés rend bőjti asztalára is. A bencések kertjeiben, 1838-ban elültetett olasz, francia, német eredetű közel 50 fajta között, megtalálhatóak az Oportó, a Raisin d'Orleans, a Chasselas royal, a Muscat d'Alexandrie, stb. fajták. A XIII. században a polgár városok kútjaiból, szemétdödreiből és a fekália maradványaiból kiszedett magok azonosítása alapján fényt derítettek a Fügér, a Góhér, a Csíkos muskotály, a Gyűszűszőlő, a Lisztes, a Mézes, a Papsapka, a Tüsképúpú zamatos, a Szagos bajnár fajtákra. Ekkor, különösen a Góhér gyakori fajta a csemegeszőlő körzetekben, így Nagymaroson, Mecsek-alján, a Duna-Tisza közti szőlőkben (Mészáros és Csoma 2009). Csókás (1857) étkezési szőlőnek homokra a Török szőlőt, a Szlankát és a muskotályos ízű fajtákat javasolta telepíteni. A szegény ember a tőkéről csipegette az érett fürtöket. Többben a kertjükből frissen szedett fürtöket teljes értékű ételként a főtt ételek helyett, forró nyári napokon kenyérrel és olajos magvakkal (mogyoróval, dióval vagy mandulával) fogyasztották (Hajdu 2009). A csemegének való szőlőfürtöket kökényágra, falécekre, rudakra függesztve vagy zsupszalmára fektetve tárolták télire. A tárolásra alkalmas fajták: a Bajor, a Csíri-csuri, a Csaba gyöngye, a Góhér, az Izabella, a Kövidinka, a Margit, a Mézes, a Piros bakator, a Piros dinka, a Rakszőlő, stb. A mazsola szőlő fogyasztása az országba nyomuló törököknek köszönhető, akik eltartási módszerként a Kárpát-medencébe behozták a gyümölcs és a szőlőaszalást. Ehhez a kisázsiai apró magvú fajtákat is elterjesztették (Hajdu 2000; Hajdu és Csoma 2001/a-b; Mészáros és Csoma 2009), és egyre gyakoribbá vált a szőlő aszalása.

Diófási (1987) szerint akár frissen, akár aszalva „A szőlő szebbé teszi a Földet és gazdagabbá az asztalt”. A XX. és XXI. században az étkezési szőlő az egészséges táplálkozás része, különösen a jó étrendi hatása miatt gyermekeknek, idős embereknek, betegeknek kiváló csemegéje. Balatonfüreden az 1800-as évek végén a szívkorházban szőlőkúrát iktattak a betegek étrendjébe. A XXI. századi modern konyha nem nélkülözi a csemegeszőlőket dekorációként, friss gyümölcsként, vagy éppen édes sütemények részeként. Látható, hogy a történelmi korokon át az étkezési kultúránkkal együtt fejlődött a friss szőlő fogyasztása.

Csemegeszőlőt termesztő körzetek

A magyarok sok szőlőt fogyasztottak, ezért tudatosan termesztették azokon a helyeken, ahol elegendő szaktudás, kedvező klíma és edafikus feltételek álltak rendelkezésre. Számukra a szállítási lehetőségek is fontosak voltak, hogy a termékeiket vagy vízi, vagy vasúti úton vihessék a piacokra. Némely

termőtájban a kialakult hagyomány is ösztönözte a csemegezőlő termesztését. Az Osztrák-Magyar Monarchián belül, miután Mária Terézia a Duna mentére betelepítette a szőlőtermesztéshez jól értő svábokat, ők több, friss fogyasztásra alkalmas szőlőfajtát – feltételezhetően a Chasselas-féléket is –, hozták magukkal. A borkészítés mellett étkezési szőlő termesztésével is foglalkoztak. Az 1870-es években már csemegezőlő-körzetek alakultak ki. Híre volt a Duna-kanyarban (Nagymaroson) kialakult csemegezőlő természetű körzetnek. Onnan sok finom szőlőt szállítottak külföldre: Ausztriába, Csehországba, Lengyelországba, Németországba, mégpedig sajátos csomagolású kosarakban. A filoxeravész idején a homoki szőlőkultúra fellendülésével a Mathiász fajták elterjedtek, és hamarosan a csemegezőlő termesztésről híres körzetek: Bácsalmás, Buda, Beregszász, Gyöngyös, Jánoshalma, Királyhalom, Ménes, Nagykőrös és Újvidék környékén alakultak ki. Budaőr a későn érő, télire is jól tárolható Csiri-csuri fajtáról lett híres. Az 1930-as években Izsákról az Arany (Izsáki) sárfehér termését csemegezőlőként értékesítették. A vagonszámra exportált szőlőből Izsák lakói ütemesen gazdagodtak. Az étkezési szőlőtermő területeket Magyarországon 1885-ben 1 740 ha, 1961-1971 között 13 755 ha, napjainkban 5 000 ha - ra becsülik (Feyér 1972). Hazánkban a csemegezőlők főként a házi kertek kedvelt fajtái, amik hangulatos lugasok kialakítására is alkalmasak. Néhol működnek az árutermő üzemi ültetvények is, de területük az összes szőlőterületnek mindössze csak 2-3%-a. A jövőben a klímaváltozással járó globális felmelegedés az eddigiekhez képest kedvezőbb feltételeket nyújthat a csemegezőlő termesztéshez. A védett domboldalak, kertek alkalmasak lehetnek az étkezési szőlő termesztéséhez, és a magyar piac friss szőlőgyümölcs igényének kielégítéséhez. Ehhez viszont értékes fajtákra lesz szükség.

Fajtagyűjtemények

A magyarországi szőlőt kedvelők nem csak saját ellátásra, hanem piacra is termesztették a szőlőt. Nagy ugrást jelentettek az étkezési szőlő termesztésében és fogyasztásában a XVI-XVII. században megjelent Chasselas-félék és egyéb különlegességek. Az egyébként kelet-ázsiai eredetű Chasselas fajtakörhöz tartozó fajtákat Franciaországból Fábrián József (1761-1825) református lelkész hozta be először hazánkba (Hajdu 2018). Az 1800-as évek közepétől vált divattá a csemegezőlő-fajták gyűjtése, amire pozitívan hatott a közlekedés fejlődése. A fogyasztók szeme és ízlése ráirányult a behozott szebbnél szebb fajtákra, s általuk egyre nagyobb igényük lett a legértékesebb fajták kiválasztására.

Már 1848-ban Budán Entz Ferenc vezetésével létesítettek fajtagyűjteményt, aminek csodájára járt az ország. Itt már új hibrideket is előállítottak, bár ezek végül nem terjedtek el (Feyér 1970). Több fajtagyűjtő követte őt, közöttük Mathiász János Kassán, aki 231 fajtát gyűjtött, s közötté 163 csemegezőlőt. Gyűjteményéről név- és árjegyzéket adott ki. Híres volt Schams Ferenc gyűjteménye a Sas-hegy tövében, Görög Demeteré a Bécs melletti Grinzigben és Rotstein Gottfried fajtakollekciója Pozsonyban. Rotstein Ciprusról, Fokföldről, a Kanári szigetekről hozott galambtojás nagyságú bogóval bíró fajtákat (Rapaics 1940). A filoxeravész idején Kecskemét-Miklóstelepen 1883-ban létesített állami szőlőtelepnek több mint 400 fajtából álló gyűjteménye volt a fajták megismerésére, tanulmányozására. Ezt a fajtagyűjteményt is sokféle csemegezőlő gazdagította. Ugyanígy az Ampelológia Intézet is gazdag fajtagyűjteményt birtokolt Budapest-Kőbányán. Elfelejtettük már, de Békéscsabán Stark Adolf vaskereskedő saját kedvtelésére és nemesítéséhez több száz fajtából létesített magán fajtagyűjteményt. Kocsis (2019) cikkéből értesülhetünk a Keszthelyen,

már 1803-ban létesített első szőlőfajta gyűjteményről, ami a XIX. század első felére 650 fajtaval felsorakozott Közép-Európa legnagyobb szőlő fajtagyűjteményei sorába.

Napjainkban a volt Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet kutató állomásain szőlőfajta gyűjtemények segítettek a nemesítési munkát. Közülük az ország két leggazdagabb szőlőfajta gyűjteménye, Kecskeméten és Pécsen maradt meg. Ma a kertészeti szakú egyetemek, középiskolák, hobbygűjtők is rendelkeznek kevesebb fajtát számláló szőlőgyűjteménnyel. Ezek a gyűjtemények alkalmasak a hazai és külföldi csemegeszőlő-fajták bemutatására, összehasonlítására, azonosítására, fajteleírásokra, fajtatanulmányokra, továbbá a keresztezéses nemesítéshez génforrások szolgáltatására, ugyanakkor Magyarországon a szőlő biodiverzitása gazdagítására és génmegőrzésére.

A magyar csemegeszőlő-nemesítés szereplői

A fogyasztási igények, az étkezési szokások folyamatos változása ösztönző erőként hatott a szép és finom szőlők fogyasztására. Ezt az igényt csak nemesítéssel javított fajtákkal lehetett kielégíteni. A magyar szakemberek már a XIX. század végén elkezdték a szőlőnemesítést a meglévőnél finomabb, tetszesebb fajták előállítására. A szőlőnemesítés először magán szférában kezdődött, majd csak a II. világháború után folytatódott állami támogatású intézményekben. Az első magyar magán-nemesítők (Mathiász János és Kocsis Pál) világviszonylatban is úttörő szerepet vállaltak a századfordulón. Az I. vh. után Poczik Ferenc, Szűcs József neve tűnt fel. Az 1970-es évektől Lubik István, dr. Sz. Nagy László szorgoskodott új fajták nemesítésén. Mindegyik magán-nemesítő anyagi áldozatokat vállalt terveik megvalósításához. Az első keresztezéssel előállított csemegeszőlő-fajták Mathiász József, majd testvére, Mathiász János (1838-1921) nevéhez fűződnek, aki életét áldozta nemesítési célkitűzéseinek megvalósítására. Magyar szőlőfajtákat akart, hogy ne kelljen behozni a külföldieket (Vikár 1925). Előtte semmi hagyománya nem volt Magyarországon a csemegeszőlő nemesítésnek, ezért neki kellett utat törnie utódai előtt. Gazdag fajtagyűjtemény ültetésével és komoly fajtaismerettel kezdte áldozatos, időigényes munkáját. Nem volt genetikai ismeretek birtokában, de ezt a hiányt széleskörű fajtaismeretével pótolta. Nem ismerte a 'piramidálást', de ennek logikájára ráérezve a kiválasztott fajtákkal beépítette hibridjeibe a kívánt tulajdonságokat (1. ábra). Kassán kezdte nemesítői tevékenységét, de Kecskemétre (Katonatelepre) áttelepülve 61 évesen (1892-től) nemesítői munkája kiteljesedett. Korai érésű, nagy fürtű és nagy bogyójú fajták előállítására törekedett. Az új hibridekbe finom, főként a muskotályos ízeket próbálta hibridizációval átörökíteni.

Mathiász János halálával (1921) a nemesítési stafétabotot Kocsis Pál (1884-1967) Kossuthdíjas szőlőnemesítő vette át (Geday 1984). Nemesítési célja a homokot jól tűrő, bőtermő, a szegény embereket megsegítő fajták előállítása. Ő könnyebb helyzetből indult, mert részben Hankovszky Zsigmondtól, részben Mathiász Jánostól tanulta meg a nemesítés mesterfogásait (Hajdu 2006). Keresztezéseihez 1917-1967 között a Mathiász fajtáit, és a homokot jól tűrő régi fajtákat (Kadarka, Kövidinka, Pozsonyi fehér) vonta be. Alkotó műhelyének titka az ösztönösség, az őstehetsége, a vígkedélye, a munka szeretete, a természettudatos találmányossága, a sok gyakorlati tapasztalata és anyagi érdekeinek teljes feláldozása. Magoncainak korai termőre fordításához kidolgozta a 'vénytő' eljárást. Kulákká minősítése után a magán-nemesítést az állami Szőlészeti Kutató Intézetben folytatta. Mathiász javaslata ellenére ő a Kadarkát is bevonta keresztezéseibe egyesítve a 'pontica' fajták génállományát az 'occidentális' fajtákéval (Rapaics 1940).

Az állami intézmények (kutatóintézetek, egyetemek) a II. világháború után kezdték el nemesítési programjukat. Bár a szocialista mezőgazdasági nagyüzemek kialakítása háttérbe szorította a csemege-szőlő-nemesítést, ezért az étkezési fajták termesztése a házi kertekbe szorult. Csak néhány nagyüzem - kiegészítő ágazatként -, próbálkozott a csemege-szőlő árutermelésével. Az akkori Földművelésügyi Minisztérium által meghatározott kutatási program keretében egyedül a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet Kecskeméti Kutató Állomása kapta kutatási feladatául a csemege-szőlő nemesítést dr. Szegedi Sándor témafelelős irányítása mellett. A másik állami intézményforma az egyetem. Egyikük a Kertészeti Egyetem, amelynek két tanszékén: a Genetikai és Növény-nemesítési Tanszéken dr. Koleda István, a Szőlészeti Tanszéken dr. Kozma Pál professzorok vezetésével indult a borszőlők nemesítése mellett az étkezési szőlőfajták jobbá tétele: minőségének és terméshozzájárulásának fokozásával. A másik nemesítő helyen, Keszthelyen, a mai Georgikon Egyetem Kertészeti Tanszékén dr. Bakonyi Károly vezetésével kezdődött a termesztésben jól bevált Chasselas blanc és a Chasselas rouge klónszelekciója. Majd életének utolsó szakaszában kezdett foglalkozni a csemege-szőlő és a magvatlan hibridek előállításával. Ezeknek az intézményeknek nemesítői és genetikusai munkájukat már állami támogatással végezheték. Az állami intézmények hibridizációs tevékenységéhez lehetővé vált a külföldi kapcsolatok kiépítése, ahonnan a nemesítők fajtacsere keretében génforrásokat tudtak beszerezni.

Nemesítési célok

A nemesítők céljait mindig az adott gazdaság és kultúra fejlődési szintjének megfelelően határozták meg. A konkrét nemesítési célok a csemege-szőlő-fajták javítására a következők:

A filoxeravész idején: a koraiság, a nagy fürt- és bogyóméretek, a sokféle bogyószín elérése, az íz- és zamatanyagok gazdagítása, és a homoki termesztetőség;

Az I. és a II. világháború (1918-1945) között: a rügek termékenységének és téltűrésének fokozása, a bogyórothadás csökkentése, és a szállíthatóság növelése került előtérbe;

A II. világháború (1945-1960) után: a terméshozzájárulás növelése (rügek fagy- és téltűrésének fokozása, a bogyórothadás kiküszöbölése), a szállítási paraméterek (nyomás, szakítás) javítása, a küllemi tulajdonságok (fürt- és bogyóméretek növelése, színvariációk gazdagítása), a beltartalmi értékek (cukor, sav és aromaanyagok) variabilitásának növelése, a magas művelésre alkalmasság;

1960-tól az előzőekben felsorolt tulajdonságok megtartása, a könnyű fitotechnika és szüretelhetőség, a magvatlanság, a magas szintű lombrezisztencia (gombabetegségekkel szembeni komplex ellenállás) elérése, a mennyiségi és minőségi tulajdonságok fokozása, az érési idő szét-húzása (több időben érő fajtasor nemesítése), a klíma-stressz (fagy, aszály, napsugárzás) tűrése, és fokozott mértékben a piaci versenyképesség biztosítása (Szegedi 1962; 1964).

Napjainkban a fogyasztók előnyben részesítik a vegyszermaradvány nélküli magvatlan szőlőket. Ezért a nemesítők a rezisztenciát kombinálják a magvatlansággal az előzőekben részletezett tulajdonságok megtartása mellett. A fogyasztók és a piac részéről az igények igen nagyok, amiket napjainkra a nemesítők új fajtáival már részben kielégítettek. Nem csak a magyar, hanem a világ nemesítői is nagy versenyben törekednek az újabb fogyasztói igények legmagasabb szintű kielégítésére. A világ egyre jobban igényli a magvatlan szőlőfajtákat. A magvatlanságra nemesítés főként azokban az országokban kezdődött el, ahol a mazsola szőlő készítése hagyományos (Ausztrália, Kalifornia, Görögország, Törökország). A magvatlanság elérése nem könnyű feladat. Mégis a

világ szőlőnemesítői figyelmüket e feladat megoldására összpontosítják, amit természetesen rezisztenciával kívánnak kombinálni. Mivel hazánk éghajlata nem kedvező a mazsola készítéséhez, a magvatlan fajták nemesítése sokáig nem volt téma. A Kárpát-medencében gyakoriak a téli fagyok, s a régi magvatlan fajták (pl. Fehér szultánina) nagy fényigényük és fagyérzékenységük miatt csak védett házi kertekben találták meg helyüket. Az új magvatlan fajtáknál elvárás lesz a klímaturés és a környezetkímélő természetesség.

Nemesítési módszerek

A szőlő nemesítéséhez alkalmazott módszerek az egész világon, így hazánkban is követik a növényi genetika fejlődését, a genetika törvényszerűségeit. A csemegeszőlő-fajták nemesítéséhez először a fajtaismereten és gazdasági értékelésen alapuló **szelekciós nemesítést** alkalmazták, ezen belül a tömegszelekciót, majd a precízebb és követhetőbb egyedi vagy klónszelekciót. A csemegeszőlő szelekciós nemesítésénél a nemesítők és a szaporítók dr. Németh Márton által kidolgozott négy lépcsős egyedi szelekciós módszert alkalmazták. A szelekció eredménye a klón, aminek teljesítménye minőségi és mennyiségi tulajdonságokban több mint a szelektálatlan alappopulációé. Ugyanakkor a klón nem tér el a fajta eredeti tulajdonságaitól, hanem nagyobb teljesítménnyel megtartja azokat.

A kívánatos tulajdonságok kombinálásához és az utódokba történő átörökléséhez a **keresztezés vagy hibridizáció** ad lehetőséget. A nemesítők évtizedeken keresztül alkalmazták az egyszeres, a reciprok és a többszörös (back-cross) keresztezéseket kitűzött céljaik eléréséhez. Ez a munka alapos fajtaismeretet és a tulajdonságokat hordozó génforrások meglétét követelte. Eredménye az új hibrid/fajta, amely már a kombinált tulajdonságok hordozója lett (Szegedi 1969; 1972).

A hibridizációt magas színvonalra emelte a genotípusok, a kívánt tulajdonságokért felelős gének helyének (lókuszainak) és az utódba történő átöröklődésének megismerése. Miután a genetikai variabilitás vizsgálata izoenzim analízisekkel, DNS-markerekkel elkezdődött, ugrásszerűen fejlődött a hibridizáció eredményessége, különösen a borszőlőfajták előállításánál (Hajósné Novák 1999). A módszer természetesen a csemegeszőlő-fajták nemesítésénél is alkalmazható, de hazánkban még nem terjedt el olyan mértékben, mint a borszőlőfajták előállításánál. Ez érthető, mert jelenleg a borszőlőfajták jóval nagyobb területen szaporodnak és teremnek, mint az étkezési szőlőfajták.

A nemesítésnél próbálkozás szintjén használták a poliploid nemesítést. Az alapfelgondolás a triploidia ($3n=54$) felhasználása, ami több növénynél (pl. dinnye) magvatlansággal járt. Ehhez a diploid egyedek mellé tetraploid ($4n=72$) egyedeket kell előállítani indukálással (pl. colchicines vagy sugárzásos kezeléssel). A diploid egyed x tetraploid egyed kombinációja adja a triploid egyedeket. A módszer a szőlőnél nem hozott sikert (Szegedi 1976).

Rezisztencianemesítés

Külön ki kell emelni a csemegeszőlők nemesítésénél a rezisztencianemesítést. A biotikus tényezőkkel szembeni rezisztencia a betegségekre, az abiotikus tényezőkkel szembeni rezisztencia főként a fagytüresre vonatkozik. A fagy- és téltűrésre nemesítéssel főként Kriszten (1961; 1990) és Koleda (1975) foglalkozott. A termésbiztonság miatt a téltűrés igen előnyös az egyébként fagyérzékeny csemegeszőlő-fajtáknál.

A környezetkímélő szőlőtermesztéshez rezisztens fajták szükségesek. Egészségügyi szempontból rendkívül fontos a friss fogyasztásra használt fajtáknál a növényvédelem nélküli természetesség, a permetszer maradványoktól mentesség. Már a II. világháború után hazánkban a Földművelésügyi Minisztérium programtervében szerepelt a szőlő rezisztencianemesítése, amit feladatul elsőként a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet kapott meg. Kosinsky Viktor irányítása mellett az Intézet Egri Állomásán az első keresztezéseket Csizmazia Darab József 1948-tól végezte (Csizmazia és Bereznai 1968) hű társával, Bereznai Lászlóval. Kecskeméten dr. Fűri József kezdte el a rezisztencianemesítést 1962-ben a Seibel 5279-es franko-amerikai hibridekkel. Első ígéretes csemege hibridje a Reflex. A témát 1967-től dr. Szegedi Sándor vette át, aki az Egerből kapott Seyve-Villard hibrideket (Egri csillagok 16 és Egri csillagok 24) keresztezte a *Vitis vinifera* L. csemegeszőlő-fajtákkal (Fűri és Szegedi 1987).

Míg a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézetben a franko-amerikai hibrideket alkalmazták a rezisztencia génforrásként, addig a Kertészeti Egyetem Növénynevelési és Genetikai Tanszékén a *Vitis amurensis* Gmel. vadfajt használták a rezisztencia génforrásának. A témavezető munkatársak dr. Tamássy István és dr. Koleda István professzorok mellett dr. Korbuly János. Mindkét Intézmény nevelési programjában a cél a szőlőperonoszpóra, a szőlőlisztharmat, a szürkepenész és a faggyal szembeni rezisztencia fokozása állt. A szőlőlisztharmat kivételével valóban nagyfokú rezisztenciát sikerült a nemesítőknek elérni. Nehéz feladat maradt a lisztharmattal szembeni rezisztencia, ami úgy tűnik, hogy az utóbbi genetikai és nemesítési kutatások eredményeként megoldódott. Ezt a feladatot Pécssett, a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet munkatársai ifj. dr. Kozma Pál vezetésével egyelőre borszőlőknél megoldották. Újabb kihívás a szőlő feketerothadása (*Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz) elleni rezisztencia elérése. A rezisztencianemesítés folyamatos tevékenység annyiban, hogy az élőködőknél is fokozódik a rezisztencia, ami újabb kutatási kihívás.

Nemesítési eredmények

A klónszelekció eredményei

A Szőlészeti és Borászati Kutató Intézetben Kecskeméten dr. Fűri József és dr. Hajdu Edit nemesítő társakkal együtt foglalkoztak a csemegeszőlő klónozásával, a régebben nemesített fajtáknál Attila, Cegléd szépe, Gloria, Irsai Olivér, Mathiász Jánosné muskotály, Pannónia kincse stb. A szelekció eredménye a már állami minősítéssel elismert Cegléd szépe K.73, az Irsai Olivér K.11 és a Pannónia kincse K.56 klónok. Keszthelyen a Georgikon Egyetem Kertészeti Tanszékén dr. Bakonyi Károly vezetésével a Chasselas blanc és a Chasselas rouge klónjait szelektálták. Munkájuk eredménye az államilag minősített Chasselas blanc K.16 (patogén-mentesített egyed jele: Kt.46) és a Chasselas rouge K.18 (patogén-mentesített egyed jele: Kt.46) klónok. Idővel az Irsai Olivér és a Chasselas klónokat a Fajtamínósító Tanács a Nemzeti Fajtajegyzékben átsorolta a borszőlők kategóriájába.

Mindegyik klónnál a genetikai előrehaladás a termékenyebb rügyek, a nagyobb fürt, nagyobb bogvó (ezáltal 20-25%-al nagyobb terméstartalom) és a fürtökben egyenletes méretű bogvóállomány, s a bogvóhéj szebb színeződése.

Keresztezéses nemesítés eredményei (1. és 2. táblázat)

Mathiász János elsőként a 'Kalabriai fehér' fajtát alkalmazta, s belőle állította elő az 'Ezeréves Magyarország emléke' csemegeszőlő-fajtát (1. ábra).

1. táblázat. A magyar csemegeszőlő-fajták fürtjének és bogyóinak jellemzői (Kecskemét, 1994-2003)

| Fajta neve Name of Variety | Fürt Cluster g | Bogyó Berry g | Érés idő Ripening time | Bogyóhéj színe Colour of berry skin | Bogyóhús íze Taste of berry flesh |
|---|----------------------|---------------------|------------------------------|---|---|
| <i>augusztusban érők / ripening in August</i> | | | | | |
| Csaba gyöngye | 130 | 2,4 | 08.05. | sárgás zöld | muskotályos |
| Favorit | 235 | 4,3 | 08.10. | sárgás zöld | fűszeres |
| Kozma Pálné muskotály | 205 | 3,7 | 08.20. | fehéres sárga | muskotályos |
| Irsai Olivér | 232 | 1,9 | 08.15. | borostyán | muskotályos |
| Csilla | 294 | 5,4 | 08.18. | borostyán | muskotályos |
| Borostyán | 310 | 3,0 | 08.20. | sárgás zöld | muskotályos |
| Lidi | 340 | 3,8 | 08.20. | húspiros | semleges |
| Szőlőskertek királynője musk. | 240 | 5,4 | 08.20. | sárga | muskotályos |
| Esther | 290 | 3,7 | 08.21. | kék | fűszeres |
| Éva | 400 | 6,4 | 08.21. | sárgás zöld | semleges |
| Narancsízű | 363 | 3,6 | 08.22. | sárga | fűszeres |
| Palatina | 283 | 2,1 | 08.24 | borostyán | muskotályos |
| Pannónia kincse | 258 | 5,3 | 08.25. | fehéres sárga | semleges |
| Lubik piros | 350 | 4,5 | 08.26. | piros lilás | semleges |
| Boglárka | 850 | 7,4 | 08.27. | fehéres zöld | semleges |
| Kósa | 309 | 3,9 | 08.27. | húspiros | fűszeres |
| Pegazus | 310 | 3,5 | 08.28. | kék | semleges |
| Fanny | 410 | 5,3 | 08.31. | sárgás zöld | semleges |
| Melinda | 460 | 6,2 | 08.31. | kék | semleges |
| <i>szeptemberben érők / ripening in September</i> | | | | | |
| Nero | 223 | 3,3 | 09.01. | kék | fűszeres |
| Anna | 570 | 7,1 | 09.02. | fehéres sárga | semleges |
| Csépi muskotály | 250 | 3,5 | 09.02. | zöldes sárga | muskotályos |
| Emőke | 474 | 8,5 | 09.08. | sárgás zöld | semleges |
| Anita | 361 | 5,8 | 09.09. | lilás rózsaszín | semleges |
| Nóra | 426 | 9,1 | 09.09. | sárgás zöld | semleges |
| Mathász Jánosné muskotály | 185 | 2,9 | 09.10. | lilás piros | muskotályos |
| Zalagyöngye | 297 | 2,4 | 09.10. | sárgás zöld | muskotályos |
| Attila | 220 | 4,9 | 09.15. | fehéres sárga | muskotályos |
| Teréz | 837 | 8,2 | 09.15. | sárgás zöld | semleges |
| Pölöskei muskotály | 326 | 2,8 | 09.19. | sárgás zöld | muskotályos |
| Cegléd szépe | 125 | 3,6 | 09.20. | rózsaszínű | semleges |
| Réka | 380 | 4,3 | 09.20. | kék | semleges |
| Téli muskotály | 370 | 3,9 | 09.28. | borostyán | muskotályos |

Table 1. Berry and Cluster Characters of the Hungarian table grape varieties (Kecskemét, 1994-2003)

2. táblázat. A Magyarországon nemesített csemeszőlő-fajták (keresztezési kombinációi)

| Fajta neve/Name of variety | Keresztezés kombinációja/Cross Combination | Éve/Year |
|--|---|----------|
| <i>eurázsiai hibridek/Eurasian Hybrids</i> | | |
| Anita | Rosa menna di vacca x ismeretlen | 1973 |
| Anna | (Gloria x Erzsébet) x Pannónia kincse | 1966 |
| Attila | Rosa menna di vacca x Mathiász Jánosné musk. | 1963 |
| Boglárka | Genuai zamatos x Pannónia kincse | 1963 |
| Cegléd szépe | Chasselas blanc croquant x Ch.rouge royal | 1903 |
| Csaba gyöngye | Madeleine angevine x Musc. fleur d'Orange | 1890 |
| Csilla | Italia x Thallóczy Lajos muskotály | 1964 |
| Emőke | Pannónia kincse x Malakoff Usum | 1964 |
| Éva | Pannónia kincse x Erzsébet | 1961 |
| Favorit | Ch. Queen Victoria White x Szől. kir. muskotály | 1950 |
| Irsai Olivér | Pozsonyi fehér x Csaba gyöngye | 1930 |
| Kósa | Poczik III. x Korai piros | 1963 |
| Kozma Pálné muskotály | Italia x Irsai Olivér | 1953 |
| Lubik piros | Anita x Favorit | 1992 |
| Mathiász Jánosné muskotály | Ch. rouge de foncé x Muscat ottonel | 1902 |
| Melinda | Regina nera x Pannónia kincse | 1966 |
| Narancsízű | Ch. Queen Victoria White x Szől. kir. muskotály | 1950 |
| Nóra | Italia x Thallóczy Lajos muskotály | 1964 |
| Pannónia kincse | Szőlőskertek kir. muskotály x Cegléd szépe | 1942 |
| Réka | Alicanto di Florence x Pirovano 17 | 1962 |
| Szőlőskertek királynője musk. | Erzsébet x Csaba gyöngye | 1916 |
| Téli muskotály | Schiradzouli x Rezső | 1952 |
| Péter* | Csaus x Julski biszer | 1994 |
| <i>Innovatív hibridek/Innovative Hybrids</i> | | |
| Borostyán | (V. amurensis x V. vinifera F ² x Thallóczy Lajos) x Danam | 1979 |
| Csépi muskotály | (V. amurensis x V. vinifera F ² x Thallóczy Lajos) x Danam | 1979 |
| Esther | S.V. 12.375 x Magaraci csemege | 1969 |
| Fanny | S.V. 12.375 x (Téli muskotály x Olimpia) | 1970 |
| Lidi | S.V. 12.375 x Magaraci csemege | 1969 |
| Nero | S.V. 12.375 x (Medoc noir x Csaba gyöngye) | 1965 |
| Palatina | S.V. 12.375 x Szőlőskertek királynője musk. | 1966 |
| Pegazus | (Kunbarát x Kocsis Irma) x Moldova | 1983 |
| Pölöskei muskotály | Zalagyöngye x (Gloria x Erzsébet) | 1967 |
| Teréz | S.V. 12.375 x Olimpia | 1969 |
| Zalagyöngye | S.V. 12.375 x Csaba gyöngye | 1957 |
| Millennium | Palatina x Seedless superior | 1994 |
| Ceres (Avanti) | Palatina x Seedless superior | 1994 |
| Bíró kékje | Ismeretlen eredetű (?) | 1994 |

* Szlovákiában nemesített, Magyarországon minősített

Table 2. Cross combinations of the in Hungarian bred table grape varieties

Közben Békéscsabán Stark Adolf, a 'Kossuth szőlő' mellett a világszenzációt jelentő 'Csaba gyöngyét' igen korai érésű és muskotályos fajrát nemesítette (Hajdu és Csoma 2001). Ez utóbbi a világon még ma is a legkorábban érő és muskotályos ízű szőlőfajta, a hazai és külföldi nemesítők kedvelt génforrása. Mathiász Jánosnak sikerült ennek koraiságát és muskotályos ízét nagy fürttel és nagy bogyóval kombinálnia a számára világsikert hozó 'Szőlőskertek királynője muskotály' fajtába (2. ábra) (Mathiász 1916). Ezt a fajtát a világban tevékenykedő nemesítő utódok tovább keresztezték, amiből nagyszerű magyar: Ceres, Favorit, Millennium, Narancsízű, Palatina, Pannónia kincse és külföldi fajták: Alphonse Lavallée, Aurora, Bien Donné, Delight, Ithaki, Perlette, Early muscat, stb. születtek. Így több külföldi fajtának igen fontos genetikai forrása lett a Szőlőskertek királynője muskotály (Csepregi és Zilai 1989). A történelmi és egyházi személyekről, szentekről, színészekről, művészekről, politikusokról elnevezett értékes hibridjeinek csodájára jártak Kecskeméten (a Mathiász telepen). Fajtanevei: Darányi Ignác, Erzsébet királyné emléke, Lázár Vilmos tábornok, Mikszáth Kálmán, Prohászka Ottokár, Strobl Alajos, Szent László király, gróf Széchenyi István, Tallián Béla, Thallóczy Lajos, Tompa Mihály, Zrínyi Ilona stb.). A XIX. században eredményei világhírék, a jövő nemesítést megalapozóak (Váry 1938).

Kocsis Pál 50 évig végzett nemesítői munkával több ezer magoncot állított elő, amelyből 67 fajtája került a termesztésbe (Kozma 1985). A Kadarkával történt keresztezésből kapta 1919-ben az első reménykeltő 'Bernáth János' kék bogyójú szőlőfajtát, a Pozsonyi fehérből az Irsai Olivért (Kocsis 1967; Harsányi et al. 1985). A legértékesebb négy fajtája: Attila, Gloria Hungariae, Irsai Olivér, Kocsis Irma után megkapta a Kossuth-díjat. Közülük a mai napig legerjedtebb az Irsai Olivér, amit nagymértékben a volt Szovjetunióban szaporítottak el. Mivel az Irsai Olivér korai érésű, ott a szőlőtermesztés eredeti határát Északra, 100 km távolságra kitolták (Geday 1984; Muray 2003). Ez a fajta hazánkban ma is kedvelt a muskotályos bora és pálinkája miatt. Fajtáit szívéhez közel álló, élő vagy holt személyekről nevezte el (Attila, Árvalány, Bernáth János, Egri nők, Ez is jó, Én Kövidinkám, Faddy Zsiga dinka, Fekete gyémántok, Jobb sincs, Kincsem, Kodály Zoltán, Lesz még hazám, Szegény ember szőlője, stb.). Összesen 131 hibridjének adott nevet (Füri 1955; Illés 1977). Az új fajtáit alanyra vagy öreg tőkébe oltva szaporította. Foglalkozott a fajták igényeihez illeszkedő művelésmóddal az un. 'homoki kordon' műveléssel. Fajtái nem csak hazánkban, hanem külföldön is megjelentek. Fajtáit Lipóczy (1958) lengyel lapban tette közzé. Kosinsky (1948) a szőlészeti könyvében már Stark, Mathiász és Kocsis fajtáit ajánlja termesztésre. Az Irsai Olivér további keresztezéséből kapta dr. Bakonyi Károly a Cserszegi fűszeres nagyszerű borszőlőfajtát.

A magán nemesítők között kell megemlíteni Poczik Ferencet, aki Budakeszin nemesített szőlőt. Kiemelkedő és igen értékes csemegeszőlő-fajtája a Pannónia kincse, amit 1942-ben Mathiász fajtákból (Szőlőskertek királynője muskotály x Cegléd szépe) állított elő (Csepregi és Zilai 1989). A Pannónia kincse ma is hazánk egyik legértékesebb, üzemi termesztésre is alkalmas csemegeszőlő-fajtája. Szűcs József Szentendrén nemesített 1943-tól. Keresztezéseihez felhasználta Mathiász János és Kocsis Pál fajtái mellett a nagy fürtű és nagy bogyójú külföldi fajtákat (Italia, Afuz Ali). Főként a termékenységüket és télire való eltarthatóságukat akarta fejleszteni. Ígéretes fajtái voltak az Izbégi Piroska, Izbégi muskotály, a Szentendre szépe, stb.

a Téli muskotály. Szegedi halála után a hátrahagyott nemesítési anyagot ifj. dr. Kozma Pál és dr. Hajdu Edit vezetésével értékelték ki. Munkájuk eredménye a később kiemelt és államilag minősített fajták: a Csilla, a Nóra és a Réka (Pernesz 2018).

Rezisztens csemegeszőlő-fajták

A Szőlészeti és Borászati Kutató Intézetben, Kecskeméten nem csak az eurázsiai fajták, hanem több rezisztens csemegeszőlő-fajta is született, melyek között eddig állami minősítésben részesült az Esther, a Fanny, a Lidi, a Pölöskei muskotály és a Teréz.

A Kertészeti Egyetemen (Budapest) végzett nemesítési programból született államilag minősített csemegeszőlő-fajta a Borostyán, a Csépi muskotály és a Pegazus. Ezek a fajták már magasabb ellenállást mutatnak a gombabetegségekkel, különösen a szőlőperonoszpórával (*Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni), a szürkerothadással (*Botrytis cinerea* Pers.) és a téli fagyokkal szemben. Ezeknek a fajtáknak a rezisztencia szintje még nem elég a természetben, de ezt az eredményt már óriási genetikai előrehaladásnak könyvelhetjük el.

Magvatlan fajták

A Szőlészeti és Borászati Kutató Intézetben, Egerben dr. Csizmazia Darab József próbálkozott rezisztens és magvatlan hibridek nemesítésével. A 'Rosina' hibridsorozata, ami a Seyve Villard 12.375 E.2 x Perlette kombinációból származnak, magvatlanok, bár a termesztés szempontjából nem jelentősek (Hajdu 2018).

Gyöngyösön, a Kertészeti Főiskolán dr. Kriszten György (Thallóczy Lajos x Sultanina) kombinációból származó un. Kriszten-féle magvatlan hibridet nemesítette. Ő a csemegeszőlő-fajták előállításához 1970/1971-ben a *Vitis amurensis* Gmel. hibridek közül az 'A 3/21' jelű funkcionálisan nővirágú formára és az 'A 2/11' = Alföld 100 hibridekre keresztezte a Cardinal fajtát (Kriszten 1990).

Szegedi (1976) a diploid és a teraploid kromoszóma számú egyedek keresztezésével tervezett triploid egyedeket előállítani, amelyektől várta a magvatlanságot, de ez nem sikerült.

Dr. Bakonyi Károly a Sába királynője és az Annabella magvatlan hibrideket nemesítette. A Helikon szépe (Judit x Narancsízű) x Sultanina is ígéretes fajta, de eddig egyikük sem kapott még állami minősítést (Teszák 2019).

A fajták terjesztése, propagálása

Minden szőlőnemesítőnek kívánsága klónjainak és fajtáinak szaporodása, terjedése, fenntartása, nemesítési anyagaik propagálása. Ennek érdekében a fogyasztó közönségnek fajtabemutatókat tartanak, fajtáikról szaklapokban hírt adnak.

Mathiász (1908) fajtáit 'Név- és árjegyzékek' kiadásával és 19 hazai illetve külföldi kiállításon való megjelenéssel propagálta (Váry 1938). A Gyümölcskertészetben 1902-1912 között 26 cikke, a Borászati lapokban 1896-1918 között 12 cikke, a Kertészet c. lapban 1913-ban 1 cikke, a Homok c. lapban 1907-1912 között 2 cikke, a Gazdasági lapokban 1898-1908 között

2 cikke, a Szőlészeti és Borászati lapban 1911-ben 1 cikke jelent meg saját tollából fajtáiról.

Kocsis (1942) szintén Fajta- és árjegyzéket adott ki fajtáiról. Fajtaismeretéseit különféle szaklapokban közölte (Kocsis 1936; 1958; 1963). Mindketten szaporították fajtáikat, s azokat fajtaleírások kíséretében értékesítették.

Napjaink nemesítői szaklapokban, tudományos lapokban és szakkönyvekben (Ampelográfia), valamint fajtabemutatókon ismertetik az új hibrideket/klónokat és az államilag minősített fajtáikat (Németh 1975; Csepregi és Zilai 1989; Hajdu 2013). Az államilag minősített csemegezőlő-fajták sora a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH, Budapest) által évenként kiadott Nemzeti Fajtalistán jelenik meg.

A magyar szőlőnemesítők által előállított étkezési fajtáktól származó hazai és külföldi csemegezőlő-fajták:

Csaba gyöngye utódai: Irsai Olivér, Nero, Szőlőskertek királynője muskotály, Zalagyöngye

Mathiász Jánosné muskotály utóda: Attila

Thallóczy Lajos muskotály utódai: Borostyán, Csilla, Csépi muskotály, Nóra

Szőlőskertek királynője muskotály utódai: Ceres, Favorit, Millennium, Narancsízű, Palatina, Pannónia kincse

Pannónia kincse utódai: Anna, Boglárka, Emőke, Éva, Melinda

Irsai Olivér utódai: Kozma Pálné muskotály

Kocsis Irma utóda: Pegazus

Irodalomjegyzék

1. Bornemissza A. 1680. Szakácskönyv 1680-ból. Bukarest 1983.
2. Csepregi P. és Zilai J. 1989. Szőlőfajta-ismeret és –használat. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. (508) 328-330.
3. Csizmazia J. és Bereznai L. 1968. A szőlő *Plasmopara viticola* és a *Vitis vitifoliae* elleni rezisztencianemesítés eredményei. Országos Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet Évkönyve, Budapest, 13: 191-200.
4. Csókás J. 1857. Kerti szőlőművelés. Falusi Gazda. 250-255. In: Geszthelyi Nagy L.: Csókás József: A Kecskeméti Homok Mívesei I. Kecskemét th. Város kiadása. (75) 44.
5. Diófási L. 1987. A szőlő és a bor a kistermelésben és a házikertben Szőlőtermesztés és Borászat. Kecskemét. 9 (3): 15-16.
6. Feyér P. 1970. Szőlő- és borgazdaságunk történetének alapjai. Akadémiai Kiadó. Budapest. (407) 197-202.
7. Füri J. 1955. Kocsis Pál nemesítő munkáinak és szőlőfajtáinak elemzése. Fajtái termesztési értékeinek jellemzése. Diplomamunka. Kertészeti és Szőlészeti Főiskola, Budapest. Megjelent Illés S. 1977. A homok óriása c. könyvben.
8. Füri J. és Szegedi S. 1987. A rezisztencianemesítés eredményei Kecskemét-Katonatelepen. Szőlőtermesztés és Borászat. Kecskemét. 9 (4):1-4.
9. Geday G. 1984. Száz éve született Kocsis Pál. Honismeret. A Hazafias Népfront folyóirata. 12 (6): 16-18.
10. Hajdu E. 2000. A csemegezőlő-nemesítés története Magyarországon. Millenniumi szőlős-boroskönyv. A szőlő és a bor Magyarországon. Agroinform, Budapest. (459) 213-221.
11. Hajdu E. 2006. A homok hősei Mathiász előtt és után. Borászati füzetek. Magyar Mezőgazdaság Kft. Budapest. 16 (6): 4-6.
12. Hajdu E. 2009. A csemegezőlő-fogyasztás kultúrája és fejlődése. „ad vinum deserti...” Monostori szőlő- és borgazdálkodás. Agroinform Kiadó. Budapest. (222):167-174.

13. Hajdu E. 2013. Magyar szőlőfajták. Mezőgazda Kiadó, Budapest. (464)
14. Hajdu E. 2018. A környezetkímélő szőlőtermesztés szolgálatában. (Dr. Csizmazia Darab József (1918-2013) élete és munkássága) MBOSz és a NAIK. OOK-Press Kft. Veszprém. (187):12-13.
15. Hajdu E. és Csoma Zs. 2001/a. Duna-Tisza közti csemegezőlő-fajták. És a Tiszántúli csemegezőlők. In Farnadi Éva szerk.: Hagyományok, ízek, régiók. Magyarország hagyományos és tájjellegű mezőgazdasági és élelmiszer-ipari termékeinek gyűjteménye. I. kötet. Keszler Marketing Kiadó Kft. Budapest. (415):174-176.
16. Hajdu E. és Csoma Zs. 2001/b. Budai csemegezőlő-fajták. In Farnadi Éva szerk.: Hagyományok, ízek, régiók. Magyarország hagyományos és tájjellegű mezőgazdasági és élelmiszer-ipari termékeinek gyűjteménye. II. kötet. Keszler Marketing Kiadó Kft. Budapest. (365) 155-157.
17. Hajósné Novák M. 1999. Genetikai variabilitás a növénynevelésben. Mezőgazda Kiadó, Budapest. (142): 39-78.
18. Harsányi E., Király M. és Leitner L. 1985. Kocsis Pál (Kutatóportrék). Tudományos szemle. Petőfi Nyomda, Kecskemét. (31): 20-21.
19. Illés S. 1977. A homok óriása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. (186).
20. Kocsis L. 2019. A Pannon Egyetem Georgikon Karának és Burgonya Kutatási Központjának növénynevelése. in Karsai I. szer. 2019. A magyar növénynevelés eredményei az Ezredfordulón (1990-2018). MTA. Budapest. (309) 178.
21. Kocsis P. 1936. „Hungaria” legyen az új szőlő neve! Borászati lapok. 42.
22. Kocsis P. 1942. Név- és árjegyzék
23. Kocsis P. 1958. Újabb szőlőfajták és fajtajelöltek. Szőlészeti Kutató Intézet Évkönyve (1952-1957). 11. 125-132.
24. Kocsis P. 1963. Újabb szőlőfajták és fajtajelöltek. Szőlészeti Kutató Intézet Évkönyve (1958-1962). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 327-334.
25. Kocsis P. 1967. Irsai Olivér (Kézirat)
26. Koleda, I. 1975. Ergebnisse von Kreuzungen zwischen Vitis amurensis und Vitis vinifera in der Züchtung frostwiderstandsfähiger Reben. Vitis, 14: 1-5.
27. Kosinsky V. 1948. A szőlőtermesztés kiskönyve. A szerző kiadása, Budapest. (65): 15-16.
28. Kozma P. 1985. Kocsis Pál életútja. (A centenáriumi ünnepségen tartott előadás) Szőlőtermesztés és Borászat, Kecskemét. 7 (1): 1-7.
29. Kriszten Gy. 1961. A fagyhatás és a tökeművelésmódok. Növénytermelés, Budapest. 10(4): 637-680.
30. Kriszten Gy. 1990. A szőlő keresztezéses nevelésében végzett munkáim. Szőlőtermesztés és Borászat, Kecskemét. 12(3-4): 26-28.
31. Lipóczy N. 1958. Węgierscy twórcy nowych odmian winorośli. HASKO agrodniczo-rolnicze 407-409.
32. Mathiász J. 1908. Név- és árjegyzék. Kecskemét.
33. Mathiász J. 1916. Két legkorábban érő szőlőfaj (Muscat Szőlőskertek királynéja, Muscat Frater Lóránt). Borászati lapok. 62.
34. Mészáros M. és Csoma Zs. 2009. A szőlő-, gyümölcs-, must- és borkészítmények édességként, desszertként a szerzetesi asztalon. „ad vinum disert...” Monostori szőlő- és borgazdálkodás. Agroinform Kiadó, Budapest. (222): 175-186.
35. Muray G. 2003. A homoki szőlők apostola. Magyar Nemzet. Kultúra. Polgári napilap 66(327): 14.
36. Németh M. 1975. Ampelográfiai album. Alany-, direkttermő és csemegezőlő-fajták. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. (358)
37. Pápai Páriz F. 1708. Dictionarium. 336-337.
38. Perneszy Gy. 2018. Nemzeti Fajtajegyzék (szőlő). Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH), Budapest. (33)
39. Rapaics R. 1940. Magyar kertek. A Kertművészet Magyarországon. Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, Budapest. (303): 104, 241.
40. Szegedi S. 1962. Nyolcezer hibrid. Petőfi népe 1962. szeptember 21.

41. Szegedi S. 1964. Critères de qualité des raisins de table. Rapport Hongrois. Bull. O.I.V., Paris. 37: 1123-1131.
42. Szegedi S. 1969. Kutatótelepünk a csemegezőlőkért. Kertészet és Szőlészet, 18(4): 104-105.
43. Szegedi S. 1972. Hogy ne hiányozzék a csemegezőlő. Élet és Tudomány, Budapest. 27: 2126-2129.
44. Szegedi S. 1976. Poliploid nemesítés és indukált tetraploid *Vitis vinifera* L. fajták Katonatelepen. Szőlészet és Borászat, Kecskemét. 1(2): 121-131.
45. Szegedi S. 1977. A csemegezőlő termesztés fejlesztése fajtanemesítéssel. Akadémiai és doktori értekezés. MTA, Budapest.
46. Szegedi S. 1979. Csemegezőlő nemesítés eredményei Kecskemét Katonatelepen. Szőlőtermesztés, Kecskemét. 1(2): 2-6.
47. Szegedi S. 1980. Új csemegezőlő fajtákat ajánlunk. Kertészet és Szőlészet, Kertbarát Magazin. Budapest. 1980. Ősz-tél 16-17.
48. Teszlák P. 2019. A magyatlan csemegezőlő fajták jelentősége. Agroforum Extra, 81(162): 14-19.
49. Váry I. 1938. Mathiász János. Kecskeméti homok mívesei II. Kecskemét th. Város kiadása, Kecskemét. (240)
50. Vikár B. 1925. Mathiász emlékére. Borászati lapok, 1925. január 1.

Breeding of the Hungarian table grape varieties

HAJDU, E.

National Agricultural Research and Innovation Centre, Research Institute for Viticulture and Enology

Summary

Breeding of the table grape varieties was began by private breeders in Hungary at the end of the 19th century. János Mathiász and Adolf Stark were pioneers in this work. Later, Pál Kocsis, Ferenc Poczik, József Szűcs, István Lubik, and László Sz. Nagy as private breeders have followed him. National breeding of table grape varieties began only after the 2nd World War in research institutes and at universities, on grounds of the predecessors' work. They have set up variety-collections with a lot of table grape varieties as gene sources. Demands of cultivation and market have always determined aims of the breeding. Resistance breeding began only in the middle of the 20th century. Consumers call for the seedless table grape varieties in addition to resistance in the future. The importance of resistant vine varieties is significant in bio-viticulture and in providing healthy nutrition of the people.

The valuable table grape Hybrids were qualified. At present there are 40 qualified table grape varieties and clones on National List of Varieties, which were bred and selected in Hungary. The Hungarian breeders' work and table grape varieties are world-famous, and are propagated and produced not only in Hungary but all over in the world as well.

Szerző

Hajdu Edit – CS.c – tudományos főmunkatárs, NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Kecskeméti Kutató Állomás, 6000-Kecskemét, Nyíri út 41.

Gombaszúnyogok válaszreakciója különböző intenzitású kék fényingerekre

JENEI LAJOS^{1,2}, FAIL JÓZSEF¹, SZUKÁCS GERGELY², KECSKEMÉTI SÁNDOR²,
EGRI ÁDÁM³, GEÖSEL ANDRÁS²

¹ Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék

² Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

³ MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet

E-mail: jeneilanci@gmail.com

Összefoglalás

Világszinten a legnagyobb mennyiségben termesztett gombafaj a kétspórás csiperke (*Agaricus bisporus*). A csiperkegomba termesztése során a jellemzően legveszélyesebb kártevők a gombaszúnyog fajok. Lárvaik elsődlegesen a komposztot, illetve a micéliumot fogyasztják, azonban súlyos fertőzés esetén képesek be-rágni a gomba tönkjébe, aminek következtében az áru eladhatatlanná válik. Továbbá az imágók jelentős fertőzésvektornak számítanak, többek között képesek terjeszteni a zöld-komposztpenész (*Trichoderma aggressivum* ssp.) és pókhálóspenész (*Cladobotryum dendroides*) spóráit is. A rovarok elleni védekezés korlátozott, és a jelenleg alkalmazott módszerek nem bizonyulnak elég hatásosnak. A környezetkímélő védekezési módszerek a kártevők gyérítésére számos esetben alkalmasak. Kísérletünkben gombaszúnyog imágók adott hullámhosszú, kék fényt kibocsátó LED fényforrásokhoz való csalogatását vizsgáltuk különböző fényintenzitások mellett. Célunk volt megismerni a gombaszúnyogok reakcióit több különböző intenzitású kék LED fény esetén. Eredményeink alapján elmondható, hogy az általunk alkalmazott kísérleti beállítás mellett, a $1,30 \times 10^{14}$ foton/cm²/s intenzitású LED fényesort tartalmazó kamra fogta a legtöbb gombaszúnyog egyed.

Kulcsszavak: gombatermesztés, gombaszúnyog, *Lycoriella ingenua*, fototaxis

Bevezetés

A gombatermesztés a mezőgazdaságban jelentős szereppel bír, mivel az input anyagai nagy része mezőgazdasági melléktermékek, melyek így élelmiszer előállításában hasznosulnak. Mivel a termesztés monokultúrában történik, így fokozottan számolnunk kell a kártevők illetve kórokozók megjelenésével és elszaporodásukkal. A kártevők közül legveszélyesebbnek a *Sciaridae* családba tartozó gombaszúnyog

fajok tekinthetőek. Közvetlen kártételt a lárvák okoznak a komposzt elfogyasztásával, így a hasznos szerves anyagok és víz felélésével. Ezen kívül a lárvák táplálkozás közben a micéliumot is megrághatják, amivel utat nyitnak a másodlagos kórokozók számára és további vízvesztést okoznak. További problémát okoz, hogy a lárvák ürülékén a csiperkegomba micélium növekedése vontatott. Nagy egyedszám esetén, a gombaszúnyog lárvák a gomba tönkjébe is berághatnak, amely kártétel már csak a szedéskor észlelhető. Az így károsított gombák friss fogyasztásra nem értékesíthetőek. Közvetett kártételük pedig patogén gombák spóráinak terjesztésében nyilvánul meg. Az ellenük való hatékony védekezés jelenleg nem megoldott, az engedélyezett inszekticidek köre szűk, illetve az alkalmas készítményeknek nincs engedélye gombában, vagy visszavonták a hatóanyagot az Európai Unióban. A kémiai védelem hiányában az alternatív védekezési megoldások kifejlesztése elsődleges a gombatermesztésben. Gombatermesztő házakban jelenleg is alkalmazott módszer az UV fénycsapdák használata, viszont ezek hatékonysága csekély, csak gyéríteni képes a felszaporodott gombaszúnyog populációt. Kísérletünk fő célkitűzése volt, hogy megismerjük a gombaszúnyogok fényre adott reakcióit a kék hullámhossztartományban különböző fényintenzitások esetén.

Irodalmi áttekintés

Termesztésben károsító gombaszúnyogok

Világviszonylatban a legnagyobb mennyiségben termesztett gomba a csiperkegomba (Royle 2014). A termesztés során azonban különböző növényvédelmi problémák jelentkezhetnek. A különböző gombás betegségek, mint például a pókhálóspenész, a nedves- és szárazmólé mellett, az állati kártevők megjelenésére is számítani kell. Az állati kártevők közül legnagyobb szerepük a *Sciaridae* családba tartozó gombaszúnyog fajoknak van (White 1985; Andreadis et al. 2015). Ezek a fajok mind lárva, mind imágó alakban kártékonyak. A lárvák elsősorban a magas szervesanyag-tartalmú komposztot fogyasztják, ezzel elvéve a csiperkegombától a tápanyagokat (Chang és Miles 2004). Táplálkozás során erős rágóikkal a csiperke micéliumát és a fejlődő tüfejeket is elfogyasztják, ezzel növelve a kártétel súlyosságát (Ferguson et al. 2006). A lárvák a fiatal termőtesteket övező micéliumszálakat elrágva a fejlődő termőtest megdőlését okozzák. Fejlettebb termőtesteken általában nem tapasztalható ilyen kártétel, azonban nagy lárvaszám esetén a tönkbe járatokat rág (Fletcher és Gaze 2008). A kártételi küszöbérték a gombaszúnyogoknál igen alacsony, 125g gombakomposztban 1 db lárva jelenléte már 0,5%-os termésvesztést eredményezhet (White 1986). Az imágók kártétele a különböző gombás betegségek terjesztésében merül ki. Testüket borító kitinszőrökön különböző patogén gombák szaporítóképletei tapadhatnak meg, mint például a szárazmólé betegséget okozó *Lecanicillium fungicola* var. *fungicola* (Fletcher és Gaze 2008; Shamshad et al. 2008). Ezen felül akár kártevő atkák vektorai is lehetnek (Györfi 2010). A gombatermesztésben károsító legelterjedtebb fajok a világon a *Lycoriella ingenua* (Dufour), a *Lycoriella castanescens* (Lengersdorf), és a *Bradysia ocellaris* (Comstock) (Shamshad 2010).

Rovarok fényérzékelése

A rovarok fényérzékelése az egyszerű, illetve az összetett szemeken keresztül történik. Míg az egyszerű szemek szerkezete kezdetlegesebb, addig az összetett szemek elemi szemecskékből (ommatidiumokból) állnak, melyek mindegyike a tér egy adott irányába néz. Bizonyos rovarok akár a hátuk mögé is képesek látni (Land és Nilsson 2012). A rovarok látását a fotoreceptorok spektrális érzékenysége nagyban

meghatározza. Rovaroknál gyakran előfordul, hogy az emberek által már nem látható UV tartományt is képesek érzékelni. Korábbi, például méheken végzett kutatások kimutatták, hogy az összetett szemüknek tipikusan három érzékenységi csúcsa van, melyeknek maximuma az UV, a kék, valamint a zöld tartományokba esik (Jander 1963; Menzel és Blakers 1976). A rovarok egyik jellemző viselkedési válasza a fényre adott pozitív válasz vagy fototaxis. Amikor kísérletesen bizonyítjuk az adott rovarfaj pozitív választát a fényforrásra, akkor a csalogató hatást igazoljuk (Aoki és Kuramitsu 2007).

A fényre adott válasz egy genetikailag kódolt tulajdonság, melynek egy speciális esete a fénycsapdákra adott viselkedési válasz. Az UV közeli fényt kibocsátó csapdák az összes rovaregyed tekintetében tendenciájukban jellemzően nagyobb fogásokat mutatnak (Aoki és Kuramitsu 2007). A rovarok fénycsapdázása megfelelő rovaraxonómiai ismeretek birtokában jól alkalmazható az integrált növényvédelemben. Lényege a rajzásmegfigyelésre alapozott növényvédelem, amely segítségével a kijuttatott növényvédő szer mennyisége csökkenthető (Antignus 2000; Emura és Tazawa 2004). A fénycsapdázás hátránya az ismételhetőség hiánya, és hogy a terület fogásait naprakészen kell feldolgozni megfelelő taxonómiai szaktudással rendelkező személynek a növényvédelmi döntéshozatalhoz, ami a szabadföldi termesztési gyakorlaton túlmutató erőfeszítést igényel. Gombaszúnyogok esetén, természetöberendezésben jól megvalósítható lehet a fénycsapdázás, illetve szabadföldi körülmények között a szelektíven csalogató fényen alapuló csalogató módszerek fejlesztése előnnyel bírhat az eddigi fénycsapdázási gyakorlathoz képest.

Anyag és módszer

Vizsgálat helye és ideje

A vizsgálatunkat a Bio-Fungi Termelő és Kereskedelmi Kft. ócsai telephelyén végeztük el a központi csarnokban. Összesen öt nap végeztük a kísérlet méréseit, amelyek időpontjai a következők voltak: 2018.10.12.; 2018.10.15.; 2018.10.19.; 2018.10.26.; 2018.10.29.

Vizsgálat anyaga

Kísérletünk során a természet helyiségekben található gombaszúnyog imágókat gyűjtöttük be, és a mintagyűjtés helyén végeztük a méréseket. Minden méréshez 100 egyedet használtunk mérési naponként 10 ismétlésben. A faj szerinti meghatározás laboratóriumi elvégzésére mérési naponként 20 imágóból álló mintát gyűjtöttünk (összesen 5×20 egyedet az öt kísérleti nap során) faji meghatározás céljából. A faj szerinti meghatározások morfológiai bélyegek alapján történtek, Steffan (1983) preparálási módszere szerint. A kifejlett egyedek azonosítása során Kai Heller dipterológus által meghatározott egyedeket is használtunk (Menzel és Mohrig 2000).

Mérés módszere

A méréseinket egy általunk épített fotoorientációs mérőállomáson végeztük, kék fényt kibocsátó, különböző fényintenzitású LED szalagok segítségével. Azért esett a választásunk a kék tartományra, mert a könnyen beszerezhető LED szalagok palettájából a kéknek a fénye áll legközelebb az UV fényhez, amit leginkább alkalmaznak a gombaszúnyogok gyérítésére. A kísérleti elrendezés felépítéséhez Cloyd (2007) által végzett hasonló kutatást vettük alapul. Az ő kísérletükben alkalmazott módszert követve az általunk készített állomás egy központi kamrát illetve 6 db alkamrát tartalmazott. A központi kamrát 10 cm-es polietilén cső kötötte össze az alkamrákkal (1. ábra). A fényforrást egy-egy 9 diódát tartalmazó 15 cm

hosszú LED szalag biztosította, amit az alkamrákban helyeztünk el. Azért, hogy az alkamrákban homogén fényeloszlást kapjunk kívülről alufóliával borítottuk őket. Az alkalmazott LED szalag karakterisztikus hullámhossza 448 nm (félérték-szélesség = 25 nm) volt (2. ábra). A szalagok intenzitását dimmek segítségével szabályoztuk. Méréseink hatékonysága érdekében az alkamrákba szagtalan ragacslapokat helyeztünk, így könnyítve a kiértékelést is. Később a mérőállomást módosítottuk: a kamrákat összekötő csöveket eltávolítottuk, így csökkentve a holt terek jelenlétét a központi kamrában, a méréseinket ezzel a szerkezettel végeztük el (3. ábra).

1. ábra. A mérőállomás felülről nézve (Fotó: Kecskeméti, 2018)



Figure 1. Fotoorientation measuring station (Picture by: Kecskeméti, 2018)

2. ábra. A választásos kísérletben használt LED szalag emissziós spektruma a központi kamra közepe és a legfényesebb kamra bejárata közötti távolság felétől a legfényesebb kamra felé mérve.

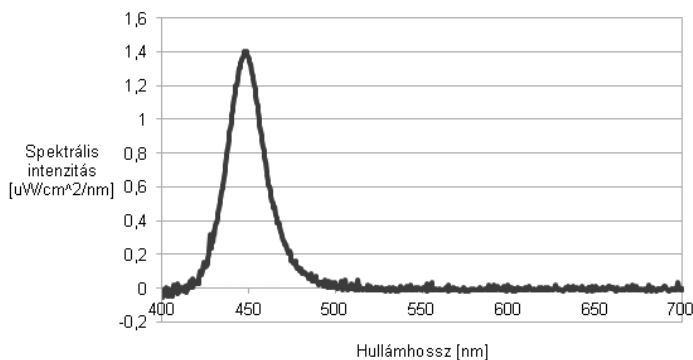


Figure 2. The emission spectrum of the LED strip used for multi-choice measurement. The measurement was performed towards the brightest chamber from the midpoint between the centre of the middle chamber and the entrance of the brightest chamber.

3. ábra. Javított fényorientációt vizsgáló szerkezet (Fotó: Kecskeméti: 2018)

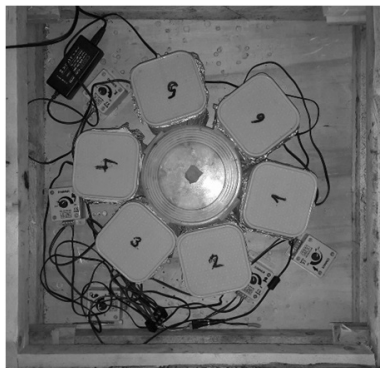


Figure 3. Improved fotoorientation measuring station (Picture by: Kecskeméti: 2018)

Az egyes alkamrák fényerejének eloszlását az 1. táblázat szemlélteti. Mint láthatjuk a legnagyobb intenzitás az 5. kamrában volt a legkisebb pedig a 6.-ban. A 6-os számú kamrában nem helyeztünk el LED szalagot, ugyanakkor a szemközti kamrából kibocsátott fény a 6. kamrába is beszűrődött, így minimális fényintenzitást mértünk benne. Ettől függetlenül a 6. számú kamrát tekintettük kontrollnak a mérések alatt. A legkisebb direkt megvilágítás az 1. kamrában volt. A kísérletben alkalmazott pontos fényintenzitásokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat. Az alkamrákból érkező fény intenzitása a központi kamra közepe és az adott kamra bejárata közötti távolság felezőpontjából mérve

| Kamraszám | Fényintenzitás (foton/cm ² /s) |
|-----------|---|
| 1. | 1,56x10 ¹³ |
| 2. | 5,15x10 ¹³ |
| 3. | 8,11x10 ¹³ |
| 4. | 1,30x10 ¹⁴ |
| 5. | 1,72x10 ¹⁴ |
| 6. | 9,34x10 ¹² |

Table 1. The intensity of light coming from the chambers measured from the middle chamber

Az egyes mérésekhez felhasznált, a termesztőberendezésben begyűjtött 100-100 db gombaszúnyog egyedek ivararányát, koreloszlását, illetve faj eloszlását nem ismertük. A kísérletet megelőzően

sötétadaptáció céljából 20 percen át fénytől elzártan tartottuk a kísérleti állatokat, majd a központi kamrába juttattuk a gombaszúnyog imágókat. A kísérlet megkezdésekor a mérőállomást fa dobozba helyeztük, így a kívülről besugárzó napfény esetleges zavaró hatását kizártuk. Egy-egy kísérlet 25 percen át folyt. A kiértékelést az alkamrákba helyezett ragacslapokba ragadt imágók száma alapján végeztük el.

A fogási adatokat az IBM SPSS Statisztikai programcsomag (22. verzió) segítségével elemeztük. Az adatok normális eloszlása a Shapiro-Wilk teszt alapján teljesült ($p=0,119$). A kiugró értékeket 99%-os winszorizációval korrigáltuk (Zhang et al. 2011). A kísérlet során megfigyelt különbségeket egy tényezős varianciaanalízissel (ANOVA) mutattuk ki. A szóráshomogenitás sérülése miatt, Games-Howell post hoc tesztet alkalmaztunk.

A fényforrások spektrumának és fényintenzitásának mérését és kalibrálását egy radiometrikan kalibrált Ocean Optics STS-VIS spektrométerrel végeztük.

Fajmeghatározásra használt módszerek

A meghatározás során két faj között kellett különbséget tennünk: *Lycoriella ingenua* és a *Bradysia impatiens*. Az egymástól való elkülönítésük a *Sciaridae* családra jellemző faji határozó bélyegek alapján történt. Az egyik karakterisztikus különbség az állatok csápjai között van: *Bradysia*-nál jellemzően, a csápízek hossza megegyezik a szélességével, míg a *Lycoriella* esetében a hosszuk nagyjából kétszerese a szélességüknek (4. ábra A/B).

4. ábra. *B. impatiens* (A) és *L. ingenua* (B) csápjai (Fotó: Kecskeméti, 2017)

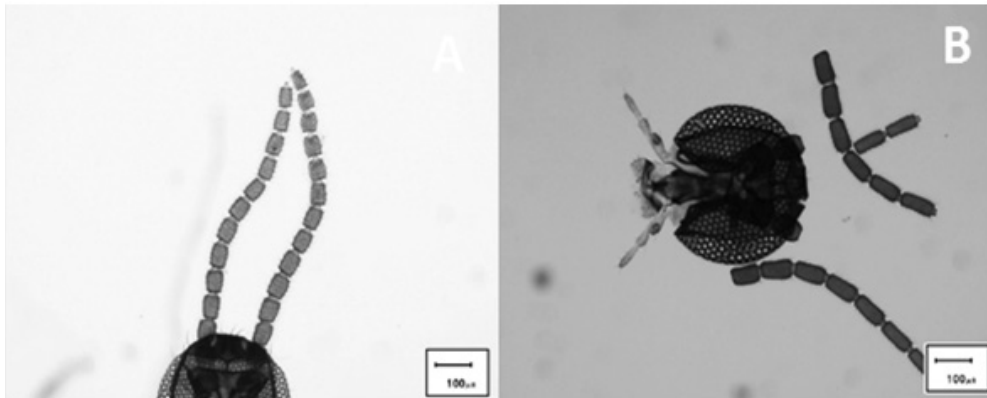


Figure 4. The antennae of *B. impatiens* (A) and *L. ingenua* (B) (Picture by: Kecskeméti, 2017)

Ezen felül fontos határozóbélyeg az elülső lábszáron található serteszőrök megléte, hossza, illetve száma. A *Bradysia impatiens* fajnál a serteszőrök fésűszerűen helyezkednek el, míg a *Lycoriella ingenua* esetén a serteszőrök csomókban vannak (5. ábra A/B).

5. ábra. *B. impatiens* (A) és *L. ingenua* lábszáron található serteszőrök (Fotó: Kecskeméti, 2017)

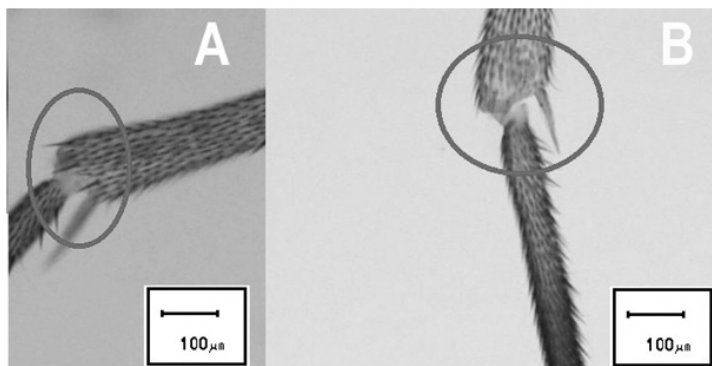


Figure 5. Hair structure on the armature of the fore tibia of *B. impatiens* (A) and *L. ingenua* (Picture by: Kecskeméti, 2017)

A legszembetűnőbb határozóbélyeg a két faj hímjeinek fogókészülékén (hipopígium) figyelhető meg. A hipopígium karmain fő különbség a hipopígium végén elhelyezkedő karom felépítésében található: a *Bradysia impatiens* fajnál a szőrök egymástól elállóak, fűrészszeg fogazatra emlékeztetnek. Ezzel szemben a *Lycoriella ingenua* esetében egy karom található. Ezen kívül, további különbség a fogókészüléken található kitinszőrök megléte, vagy hiánya, hossza. A *Bradysia impatiens* faj fogókészülék külső oldalán több, jól látható, hosszanti kitinszőr sor húzódik, míg ilyen markánsan hosszú szőr, a *Lycoriella ingenua* esetén a fogókészülék tövéénél, a belső oldalon található (6. ábra A/B).

6. ábra. *B. impatiens* és *L. ingenua* hipopígiumán található faji határozóbélyegegk (Fotó: Kecskeméti, 2017)



Figure 6. Racial resolutions in the hipophigiums of *B. impatiens* and *L. ingenua* (Picture by: Kecskeméti, 2017)

Eredmények

Öt mérési nap alatt, közel 5000 gombaszúnyog imágó válaszreakcióját vizsgáltuk. Az alkamrák fényintenzitása között szignifikáns különbség volt ($F(6;343)=282,9$ $p<0,001$). Az eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a legtöbb imágó a 4. kamrát ($1,30 \cdot 10^{14}$ foton/cm²/s) választotta (7. ábra). Ebben a kamrában átlagosan 27-28 imágót fogtunk, összesen 1357 egyed. A 4. kamrában csapdázott egyedek száma szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi kamra fogásai ($p<0,05$). A megvilágított kamrák közül a legkevesebb imágót a 2. kamrában ($5,15 \cdot 10^{13}$ foton/cm²/s) fogtuk, ez a beengedett állatok mindössze 8,26%-át jelenti. A központi kamrában maradt imágók számától nem tért el a 2. kamrában fogott imágók száma. A 3. ($8,11 \cdot 10^{13}$ foton/cm²/s), 5. ($1,72 \cdot 10^{14}$ foton/cm²/s), és a Kontrol ($9,34 \cdot 10^{12}$ foton/cm²/s) kamrákban csapdázott gombaszúnyogok száma közel azonos értéket mutatott, ezek szignifikánsan nem tértek el egymástól (7. ábra). A leggyengébb direkt megvilágítással rendelkező 1. kamra ($1,56 \cdot 10^{13}$ foton/cm²/s) volt a második az abszolút fogások tekintetében, ahol összesen 812 darab (átlagosan 16,24 db) állatot számoltunk össze. Az 1. kamra fogásadatai a 4. kamrán kívül, minden más kamránál szignifikánsan nagyobb értéket mutatott ($p<0,05$).

7. ábra. Gombaszúnyogok átlagos válaszreakciója különböző intenzitású 448 nm-es fényingerekre

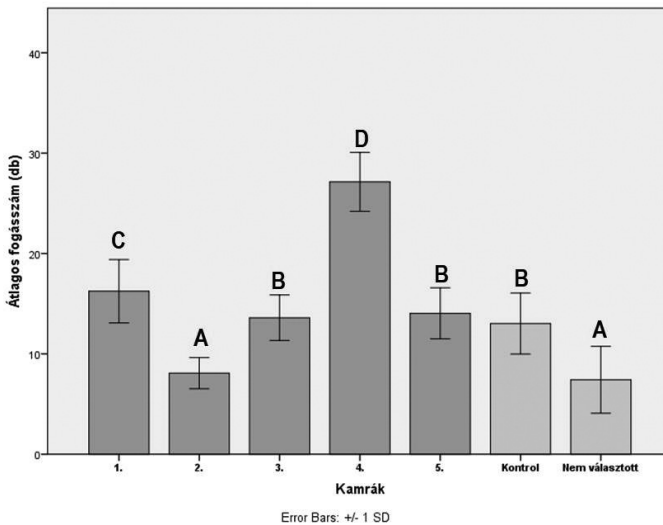


Figure 7. Mean responses of Fungus gnats to different intensities of 448 nm light. Error bars denote standard deviation.

A faj szerinti meghatározás két domináns fajt mutatott a gombatermesztő létesítmény gombaszúnyog állományában. Nagyobb arányban volt jelen a *Lycoriella ingenua* (67%), míg a *Bradysia impatiens* csak 29%-ban. Az egyedek 4%-át nem sikerült kellő biztonsággal beazonosítani, a jellemző faji bélyegek hiányosságai miatt (8. ábra).

8. ábra. A kísérlet során begyűjtött fajok aránya a termesztőlétesítményben

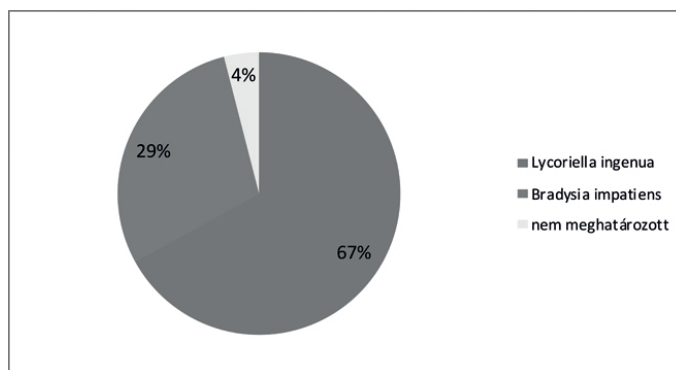


Figure 8. Proportion of collected species

Következtetések

Kísérletünk eredményei alapján arra következtethetünk, hogy a különböző intenzitású fényingerek különböző mértékben csalogatják a vizsgált állatokat. Számunkra meglepő eredmény volt, hogy nem a legnagyobb intenzitású kamrában (5.) fogtuk a legtöbb egyedeket, hanem a második legnagyobb intenzitású ($1,30 \times 10^{14}$ foton/cm²/s) 4. kamrában. Itt közel kétszeres (1,9x) fogásmennyiséget tapasztaltunk, mint az 5. kamrában. Mivel az 5. kamra fényintenzitása mindössze 1,325-ször nagyobb, mint a 4. kamráé, kizárjuk annak a lehetőséget, miszerint az 5. kamra fényintenzitása a vizsgált állatok számára repellens hatású lenne. Ugyanakkor elképzelhetőnek tartjuk, hogy a kísérleti kamrák elhelyezése befolyásolta a kapott eredményeinket. A kamrák fényintenzitása az óramutató járásával megegyezően növekedett. A kontrol kamrában nem helyeztünk el direkt megvilágítást, az 1. kamrában mértük a legkisebb direkt fényintenzitást, míg az 5. kamrában a legnagyobbat. Ennek alapján azt feltételezzük, hogy a kísérleti arénának volt egy "sötétebb", illetve egy "világosabb" oldala és feltehetőleg a "világosabb" fél súlypontja a 4-es kamrára esett és emiatt választotta a legtöbb egyed ezt a kamrát (9. ábra).

Ugyanakkor a második legnagyobb fogási szám az 1., azaz a leggyengébben megvilágított kamrában adódott ($1,56 \times 10^{13}$ foton/cm²/s), amely a mérőállomás "sötétebb" felén helyezkedett el. Ezen adatok alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vizsgált állatok esetén az egészen gyenge intenzitású fény is erős csalogatást váltott ki. Meg kell említeni továbbá, hogy az 1. kamra fényereje és az 5. kamra fényintenzitása között mindössze kétszörös nagyságrendbeli különbség volt, tehát a vizsgált intenzitásbeli tartomány túl szűk skálán mozgott. A rendelkezésünkre álló eszközökkel sajnálatos módon szélesebb skálára kiterjeszteni az intenzitást nem volt megoldható.

Későbbi kutatásaink során fontosnak érezzük a fotoorientációs mérőállomás átépítését és így a kísérlet megismétlését véletlenszerű kamraelrendezéssel, amire a helyhatás kizárása miatt van szükség. Továbbá szükségszerűnek tartjuk a központi kamra falát fényelnyelő anyaggal bevonni, hogy az alkamrákból beszőródó fény ne verődjön vissza a faláról. További terveink között szerepel más hullámhossztartományok vizsgálata is hasonló módszerekkel illetve gombaszúnyogok spektrális érzékenységének mérése elektoretinográfiával.

9. ábra. Fény súlypontjának alakulása a mérőállomáson

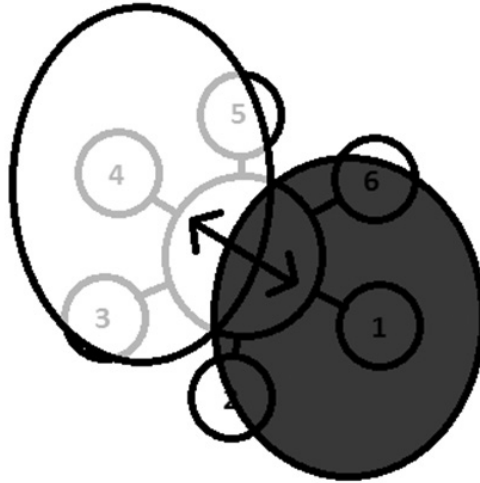


Figure 9. Overall distribution of light intensities in the measuring station

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-2-II-SZIE-20 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának és a 1783-3/2018/FEKUTSTRAT projekt támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

1. Andreadis, S.S., Cloonan, K.R., Myrick, A.J., Chen, H. and Baker, T.C. 2015. Isolation of a female-emitted sex pheromone component of the fungus gnat, *Lycoriella ingenua*, attractive to males. *Journal of Chemical Ecology*, 41: 1127-1136.
2. Antignus, Y. 2000. Manipulation of wavelength-dependent behavior of insects: an IPM tool to impede insects and restrict epidemics of insect-borne viruses. *Virus Res*, 71: 213-220.
3. Aoki, S. and Kuramitsu, O. 2007. Development of insect-attracting lighting fixture and evaluation of insect attractiveness by a new index. *J. Illum. Engng. Inst. Jpn.* 91: 195-198.
4. Chang, S.T. and Miles, P.G. 2004. Insect diseases. In: mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. Second edition. CRC Press, New York, USA. 179-185.

5. Cloyd, A. 2007. Phototaxis of Fungus Gnat, *Bradysia* sp. nr *coprophila* (Lintner) (Diptera: Sciaridae), Adults to Different Light Intensities, Kansas State University, Department of Entomology, Hortscience, 42(5): 1217-1220.
6. Emura, K. and Tazawa, S. 2004. The development of the eco-engineering insect control technology -physical control of insect behavior using artificial lights. *Eco-engineering*, 16: 237-240. (in Japanese with English abstract)
7. Ferguson, G., Murphy, G. and Shipp, L. 2006. Fungus gnats and shoreflies in greenhouse crops. Fact sheet 06-079, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, ([bioworksinc.com/products/shared/fungus-gnats-and-shoreflies-in-greenho use-crops-ca.pdf](http://bioworksinc.com/products/shared/fungus-gnats-and-shoreflies-in-greenho-use-crops-ca.pdf)).
8. Fletcher, J.T. and Gaze, R.H. 2008. Pests. In: Holleyman C. (szerk.): *Mushroom pest and disease control: A color handbook*. Grafos S.A., Barcelona, Spain. 140-166.
9. Gyórfi J. 2010. *Gombabiológia, gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*
10. Jander, R. 1963. Insect orientation. *Annu. Rev. Entomol*, 8: 95-114.
11. Land, M.F. and Nilsson, D.E. 2012. *Animal eyes*. Second edition. Oxford University Press, Oxford. 157
12. Menzel, F. and Mohrig, W. 2000. Äußere Morphologie und Terminologie. In: Stark, A. and Menzel, F. (eds): *Revision der paläarktischen Trauermücken (Diptera, Sciaridae)*. (A Revision of the Palaearctic Black Fungus Gnats (Diptera: Sciaridae)). Ampyx-Verlag, Halle, Germany. 49-54.
13. Menzel, R. and Blakers, M. 1976. Colour receptors in the bee eye - morphology and spectral sensitivity. *J. Comp. Physiol. A*. 108: 11-33.
14. Royle, D.J. 2014. A global perspective on the high five: *agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* and *Flammulina*. USA. Professor Emeritus, Department of Plant Pathology and Environmental Microbiology The Pennsylvania State University, Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, 1-3.
15. Shamshad, A., Clift, A.D. and Mansfield, S. 2008. Toxicity of six commercially formulated insecticides against third instar larvae of mushroom sciarid, *Lycoriella ingenua*, Dufour (Diptera: Sciaridae) in New South Wales. *Australian Journal of Entomology*, 47: 256-260.
16. Shamshad, A. 2010 The development of integrated pest management for the control of mushroom Sciarid flies, *Lycoriella ingenua* (Dufour) and *Bradysia ocellaris* (Comstock), in cultivated mushrooms. *Pest management Science*, 66(10): 1063-1074.
17. Steffan, W.A. 1983. Preparation of slide mounts of sciaridae. *International Journal of Entomology*, 25(2-3): 231-232.
18. White, P.F. 1985. Pest and Pesticides. In: Flegg, P.B., Spencer, D.M., Wood, D.A. (szerk) *The biology and technology of the cultivated mushroom*. John Wiley and Sons, New York, USA. 279-293.
19. White, P.F. 1986. The effect of sciarid larvae (*Lycoriella auripila*) on the yield of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). *Annals of Applied Biology*, 109(1): 11-17.
20. Zhang, C.Y., Meng, J.Y., Wang, X.P., Zhu, F. and Lei, C.L. 2011. Effects of UV- A exposures on longevity and reproduction in *Helicoverpa armigera*, and on the development of its F1 generation. *Insect Sci*, 18: 697-702.

Behavioral response of fungus gnats to distinct light intensities of blue light stimuli

JENEI, L.^{1,2}, FAIL, J.¹, SZUKÁCS, G.², KECSKEMÉTI, S.², EGRI, Á.³, GEÖSEL, A.²

¹ Szent István University, Faculty of Horticulture, Department of Entomology

² Szent István University, Faculty of Horticulture, Department of Vegetable and Mushroom Growing

³ MTA Centre for Ecological Research, Danube Research Institute

E-mail: jeneilanci@gmail.com

Summary

The most commonly cultivated mushroom in the world is the white-button mushroom (*Agaricus bisporus*). During cultivation growers have to cope with the appearance of pests, which can cause severe crop losses. In mushroom cultivation, the most destructive pests are fungus gnats. In addition to the consumption of the compost, or mycelia by the larvae, the adults can cause serious infections indirectly, since they vector important fungal pathogens. Unfortunately, pest management is still unresolved, and no cost-effective methods are available for growers. The aim of our experiment was to study the behavioral responses of fungus gnats to varying light intensities of a given blue wavelength. Besides revealing the most attractive light intensity for the animals, we identified the species composition of sciarids within the growing facility.

Keywords: mushroom cultivation, fungus gnat, mushroom flies, *Lycoriella ingenua*, foto-orientation

Szerzők:

Jenei Lajos (kapcsolattartó szerző) – MSc hallgató, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Fail József – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Szukács Gergely – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Kecskeméti Sándor – PhD hallgató, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Egri Ádám – PhD, tudományos munkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, 1113 Budapest, Karolina út 29.

Geösel András – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Mikotoxinok fenyegetése a gombatermesztésben

SZUKÁCS GERGELY, GEÖSEL ANDRÁS

Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

E-mail: szukacs.gergely@kertk.szie.hu

Összefoglalás

A mikotoxinok gombák (elsősorban penészgombák) másodlagos anyagcseretermékei, melyek az élőlények szervezetébe jutva egészségkárosodást vagy halált okozhatnak. Számos kutatás foglalkozik azzal, hogy a növényekre és az állatokra milyen hatást gyakorolnak a mikotoxinok. Más azonban a helyzet a termesztett gombákkal. A termesztett gombák mikotoxin fenyegetettségét illetően a rendelkezésre álló szakirodalmak száma igen csekély. Jelen cikk a gombatermesztéshez közvetve kapcsolódó cikkek segítségével próbálja megvilágítani hol és milyen mértékben lehet jelen a mikotoxinok fenyegetése a gombatermesztés folyamatában. Célja, hogy feltérképezze mely folyamatban milyen toxinok vizsgálata lenne szükséges, segítve ezzel a jövőbeli kutatásokat.

Kulcsszavak: mikotoxin, gomba, gombatermesztés

Bevezetés

Mikotoxinok általános jellemzése

A mikotoxinok gombák másodlagos anyagcseretermékei, melyek fogyasztás, belélegzés vagy bőrön történő felszívódás hatására, mind az embereknél, mind a háziállatoknál és a madaraknál egészségkárosodást, vagy halált okozhatnak (Iqbal et al. 2018; da Rocha et al. 2014; Pitt 2013). Számos mezőgazdasági termék és melléktermék szennyeződhet mikotoxinokkal a penészgombák miatt, és ennek a szennyeződésnek az esélye a globális felmelegedéssel egyre nagyobb (Abbott, 2002).

A mikotoxinokat a penészgombák kedvezőtlen feltételek között történő szaporodás során szintetizálják. A szaporodáshoz szükséges feltételek alapján raktári és a szántóföldi penészeket különböztetünk meg.

A raktári penészek a nem megfelelő tárolástechnika következményeként szaporodhatnak el. Vízigényük alacsonyabb, mint a szántóföldi penészeké. Ide tartoznak a *Penicillium* és *Aspergillus* gombafajok, melyek a több szervrendszert is károsító, kiemelten toxikus aflatoxinokat (B1, B2, G1, G2, M), az ochratoxint, a citrinint, sterigmatocisztint, valamint a patulint termelik. Utóbbiak

vese- illetve májkárosító, immunszuppresszív és enzim inhibitor hatásúak (Jávor és Szigeti 2011).

A szántóföldi penészek a takarmánynövényeket és a növényi eredetű élelmiszereket az elsődleges termelés során fertőzik meg, a nem megfelelő agrotechnika, növényvédelem és növénytáplálás következményeképp. Vízigényük magasabb, mint a raktári penészeké. Ebbe a csoportba soroljuk a *Fusarium* fajokat, melyek az emetikus hatással bíró trichotecéneket, az ösztrogénhatású zearalenont, és a rákkeltő fumonizineket termelik. Szintén ide tartoznak a satratoxinokat szintetizáló *Stachybotrys* fajok (Jávor és Szigeti 2011).

A mikotoxin expozíció súlyos egészségkárosodáshoz vezethet, így kiemelten fontos feladat a szennyezettség monitorozása. Élelmiszereink nem csak közvetlenül, hanem közvetetten, pl. a takarmányon vagy a növények, gombák szaporítóanyagain (pl. gombakomposzt) keresztül közvetetten is szennyeződhetnek (Csapó és Csapóné 2003).

Munkánk során, valamint a továbbiakban azokkal a mikotoxinokkal foglalkozunk részletesebben, melyek a gombatermesztés szempontjából relevánsak lehetnek.

Raktári penészek által termelt mikotoxin

Aflatoxin (AF)

A mikotoxinok közül talán a legismertebb. Elsősorban az *Aspergillus flavus* és az *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nomius* penészgomba fajok termelik. Mind az aflatoxin, mind metabolitjai (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2, AFM1, AFM2) számos megbetegedésért felelősek (Fung és Clark 2004; Varga et al. 2014). Megtalálhatóak a kukoricában, rizsben, búzában, árpában, földimogyoróban, gyapotmagban, dióban, pisztáciában és a fügében is (Fung és Clark 2004; Varga et al. 2014). Az aflatoxin már betakarítás előtt megtalálható a területen, azonban betakarítást követően is megtörténhet a szennyeződés amennyiben a szárítás nem történik meg kellő időn belül, vagy a nedvességtartalom magas, ebben az esetben ugyanis a penészgombák számára a növekedéshez optimálisak a körülmények (Fung és Clark 2004).

Wen és társai 2016-os összegzésük során számoltak be arról, hogy az aflatoxin az állati sejtekben oxidatív stresszt, immunszuppressziót okoz. Az AFB1 és a AFG1 apoptózist míg az AFB1 ezen kívül nekrozist, lipidperoxidációt, DNS károsodást és sejt ciklus leállást is okozhat (Wen et al. 2016). Az aflatoxin karcinogén hatását figyelték meg szivárványos pisztrángnál és patkányoknál, valamint kacsáknál AFB1 orális bevitelével (Adamson et al. 1973; Robens et al. 1992). Majmoknál 6 évnyi AFB1-el történő etetés után májkarcinóma alakult ki (Adamson et al. 1973). Egy 1968-as Ugandai kutatás is összefüggést vélt felfedezni az aflatoxinnal szennyezett élelmiszerek és a májdaganatok kialakulása között (Alpert et al. 1968). Az aflatoxinok bontása *Flavobacterium aurantiacum* mikrobbal oldható meg (Varga et al. 2014).

Szántóföldi penészek által termelt mikotoxinok

Fumonizin

A fumonizin egy főként élelmiszerekből származó mikotoxin, felfedezése és jellemzése 1988-ban történt meg (da Rocha et al. 2014; Nguyen et al. 2017). Előállítására régebben csak fuzárium fajok (*Fusarium spp.*) által volt ismert, melyeknek gazdaságilag legjelentősebb képviselője a *Fusarium*

verticillioides (Bennett és Klich 2013; Pitt 2013). Azért is jelentős mert a növény vegetatív és generatív szöveteiben endofita módon növekszik, tünetek megjelenése nélkül (Bennett és Klich 2013). Nemrégiben azonban az *Aspergillus niger*-ről is kiderült, hogy képes a toxin metabolizmusára (Pitt 2013). Jelentősége abból adódik, hogy az *A. niger* által termelt fumonizin zöldségfélékben, gyümölcsökben, gabonafélékben és diófélékben is gyakran megtalálható (Pitt 2013). Egy másik irodalom arról számol be, hogy mind a kukoricaszemekben mind a kukoricában megtalálható (Fung és Clark 2004).

Állati sejtekben oxidatív stresszt, apoptózist, nekrozist, lipidperoxidációt, DNS roncsolódást és sejt ciklus leállást is okozhat (Wen et al. 2016). Dél-Afrikában, Transzkeiben, Kínában és Északkelet-Olaszországban fumonizinnal szennyezett kukoricát a nyelőcsőrök kialakulásával hozták összefüggésbe (da Rocha et al. 2014).

A fumonizinek bontásához az *Exophiala pinifera* és a *Rhinochadiella atrovirens* mikróbat alkalmazzák (Varga et al. 2014).

Trichotecének

DON (deoxinivalenol)

Nelson és társai már 1983-ban igazolták számos Fuzárium faj toxikusságát (Nelson et al. 1983). A DON toxin metabolizmusa főként a *F. graminearum*-hoz, *F. culmorum*-hoz, és kevésbé gyakran a *F. crookwellense* fajhoz köthető (Pitt et al. 2012). A DON toxin nagy mennyiségben gabonafélékben fordul elő (Tian et al. 2016).

Haszonállatoknál nagyobb mértékű fogyasztása csökkenti a táplálékfelvételt és a súlygyarapodást. Ezen felül okozhat még hányást és befolyásolhatja az utódok fejlődését (da Rocha et al. 2014; Nébih 2018). Embereknél a nagy mennyiségben fogyasztott DON émelygést, hányást, hasi fájdalmat, hasmenést, fejfájást is okozhat. Nagyobb mennyiségben történő bevitele immunrendszer és vérképzőszervi panaszokat, akár halált is okozhat mind emberek, mind állatok esetén (Nébih 2018). A DON toxin állati sejtekben oxidatív stresszt, immunszuppressziót, apoptózist, nekrozist, lipidperoxidációt, DNS roncsolódást és sejt ciklus leállást is okozhat (Wen et al. 2016).

A DON toxin szennyezés elkerülésének a mezőgazdaságban 3 fő módját alkalmazzák. Termés-maradványoknál mikrobák segítségével gátolják meg a penészek sporulációját. Élő növényeknél fungicidek segítségével gátolják a penészek növekedését, valamint a szennyezett termékeknél detoxifikáló enzimet (oxidázok, epimerázok) használnak a toxin semlegesítésére (Tian et al. 2016).

DON toxin bontásánál különböző *Agrobacterium* sp., *Eubacterium* sp. mikroba törzseket alkalmaznak (Varga et al. 2014).

T2 toxin

Egyike az első írásos emlékeknek i. e. V. századból származik a Peloponnészosi- háborúból, ahol vélhetően a T2 toxinnal szennyezett gabona okozta a „járványt” (Schoental 1994).

A fuzárium mikotoxikózis a két világháború között is sok áldozatot követelt, melyet jelentős részben a magas T2 toxin bevitelnek tulajdonítanak (Varga et al. 2014). Másik hipotézis azt feltételezi, hogy a második világháború során a Szovjetunióban az alimentáris toxikus aleukiát

(más néven szeptikus angina) okozott, ami emberek és háziállatok körében számos életet követelt (Varga et al. 2014). A T2 toxin legjelentősebb termelői a *Fusarium sporotrichoides* és *Fusarium poae*, ezek a fuzárium fajok főként gabonaféléket szennyeznek (da Rocha et al. 2014; Varga et al. 2014). A toxinnal szennyezett gabona elfogyasztása után röviddel a nyálkahártyák hiperémiája, hasmenés, gasztroenteritisz, hasi és nyelőcsővi fájdalmak jelentkeztek. Huzamosabb toxin-expozíció hatására a vérképzés sérült, anémia lépett fel, a leukocita- és granulocitaszám vérszámcsökkentéssel, egyensúlyzavarok, anginás rohamok, vérzések, fulladás, gangrénás torokgyulladás jelentkeztek, és a legyengült immunrendszer következtében sokan bakteriális vagy vírusfertőzés következtében vérmérgezésben haltak meg (Varga et al. 2014). Wen és munkatársai (2016) szerint a T2 toxin állati sejtekben oxidatív stresszt, apoptózist, nekrozist és DNS károsodást is okozhat.

A T2 toxin esetében *Selenomonas ruminantium* és *Anaerovibrio lipolytica* mikrobákat alkalmaznak a toxin bontására (Varga et al. 2014).

Zearalenon (ZEN)

A zearalenon főként kukoricában található meg és fő termelője a *Fusarium graminearum* (Pitt et al. 2012; Varga et al. 2014).

A ZEN toxin ösztrogén (nemi hormon) hatású, állatokban főként szaporodásbiológiai, valamint ivarzási problémákat okoz (Deák et al. 2006). Ezen kívül oxidatív stresszhez, apoptózishoz, nekrozishoz, és lipid peroxidációhoz is vezethet az expozíció (Wen et al. 2016). A zearalenonra háziállatok közül a sertések a legérzékenyebbek, bevitelük méhszájgyulladást, heresorvadást, vetélést, petefészkesorvadást okozhat. Szarvasmarhánál terméketlenséget és vetélést okozhat (Varga et al. 2014). A zearalenon magas bevitel embereknél korai nemi érést okozhat (telarche) (Varga et al. 2014).

Zearaleon esetében a toxin bontása *Trichosporon mycotoxinivorans* és *Gliocladium roseum*-mal végezhető el (Varga et al. 2014).

Gombatermesztés

Gombatermesztés során különböző mezőgazdasági és erdészeti melléktermékek (szalmafélék, fűrészpor, állati trágya) felhasználásával gombatermesztési szubsztrátumot (gombakomposzt) hoznak létre, melyet a természetes kivánt gomba micéliumával átszövetnek. Ezt követően különböző termesztőhelyiségekben technológiai lépések segítségével (pl.: takarás), valamint a környezeti paraméterek szabályozásával történik meg a termőre fordítás (Grimm és Wösten 2018; Kratika 2018; Mane és Sinde 2019).

A világ gombatermesztése az utóbbi 30 évben rohamosan növekedett, mely főként Kína gazdasági erősödésének köszönhető (Royle et al. 2017). Kína nagy hatással volt a megtermelt gombafajok arányára. Napjainkban a világ legnagyobb mennyiségben termesztett gombafajává a shitake (*Lentinula edodes*) vált, a világ összes megtermelt gombájának 22%-át teszi ki. Ezt követik a laskafélék (*Pleurotus spp.*) 19%-kal. Harmadik helyen pedig a fülgombafélék (*Auricularia spp.*) állnak 15%-kal (Royle et al. 2017). Ugyan a csiperkefélék (*Agaricus spp.*) az utóbbi években világszínvonalban a negyedik helyre szorultak vissza Európában továbbra is kiemelkedő szerepe van (Royle 2014; Royle et al. 2017).

Mikotoxinok fenyegetése a gombatermesztés folyamatában

Szaporító anyag előállítás (csirakészítés)

A gombatermesztés folyamatában az első lépés a szaporítóanyag előállítása. Ez oly módon történik, hogy valamely gabonafélét (főként köles, búza, árpa) főzést követően kolonizálnak micéliummal. A gabonafélék számos ok miatt szennyeződhetnek mikotoxinokkal, ezek az okok három csoportba sorolhatók: Pre-Harvest, Harvest és Post-Harvest szennyezések (Mir et al. 2019). Számos kutatás számol be arról, hogy a gabonaféléket jellemzően milyen mikotoxinok szennyeznek:

- Kölesben megtalálható például aflatoxin (Amadi és Adeniyi 2009).
- Búzában megtalálható például ochratoxin, T-2, DON, citrinin, aflatoxin, zearalenon (Fung és Clark 2004; Pitt et al. 2012; da Rocha et al. 2014).
- Árpában pedig megtalálható például az ochratoxin, DON, citrinin, aflatoxin, zearalenon (Fung és Clark 2004; Pitt et al. 2012; da Rocha et al. 2014).

Szubsztrátkészítés és termesztés

A szubsztrátum összetétele és gyártási folyamata függ a természeti kívánt gomba fajtától. Az alábbiakban csak a mikotoxinok szempontjából Európában releváns összetevők kerülnek felsorolásra.

Csiperkegomba (*Agaricus bisporus*) estében a szubsztrátum-előállítás fő komponensei a búzaszalma, ló és baromfitrágya (Kratika 2018) melyek mikotoxinokkal szennyeződhetnek. Búzaszalma esetében előfordulhatnak trichotecének (Fung és Clark 2004; Iqbal et al. 2018; da Rocha et al. 2014). Baromfitrágyában előfordulhat aflatoxin amely a megfelelő környezeti tényezők hatására az alomban valamilyen mértékben bomolhat (Jones et al. 1996). Egy másik kutatás pulyka alomban és a vizsgált farm levegőjében mutatott ki *Apergillus flavus*, mely az aflatoxin egyik fő előállítója (Viegas et al. 2012).

Laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) esetében a széna, a szalma és a kukoricaszár (Grimm és Wösten 2018) mondható relevánsnak mikotoxinok tekintetében. A széna és szalma tartalmazhat trichotecéneket (Fung és Clark 2004; Iqbal et al. 2018; da Rocha et al. 2014). Külső tárolás esetén a szalmában emelkedhet a zearalenon mennyisége (Rohweder et al. 2011).

Elmondható azonban, hogy a mikotoxinokat érintő változásokról a szubsztrátkészítés és a termesztés folyamatában nem áll szakirodalom rendelkezésre.

Friss gomba és gombából készült termékek

Az ehető gombák mikotoxin akkumulációjáról, valamint a gombák vagy gomba alapú termékek által okozott mikotoxikózisokról jelenleg kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre. Egy nigériai vizsgálat során kereskedelmi forgalomban lévő szárított gombatermékek penész- illetve mikotoxin-szennyezettségét vizsgálták. A vizsgálatokhoz sárga rókagomba (*Cantharellus cibarius*), nyári laskagomba (*Pleurotus pulmonarius*) és *Lentinus squarrosulus* termékeket használtak mintaként. Az eredmények alapján mindhárom termék esetében jelen voltak *Aspergillus* fajok, *Furasium* és *Penicillium* fajokat azonban csak a rókagomba és a *Lentinus* mintákban tudtak kimutatni. Az *Aspergillus* fajok közül toxigenikus *A. flavus*-t és *A. parvisclerotigenus*-t legnagyobb mennyiségben

a sárga rókagomba, a legkisebb mennyiségben a nyári laskagomba tartalmazott. Szignifikáns különbség állt fenn az atoxigenikus *A. tamarii* és a toxigenikus penészek mennyisége között mindkét minta esetében. A penészekkel való szennyezettség ellenére szigorúan szabályozott, ún. primer mikotoxinokat (pl. aflatoxin, fumonizin) egyik minta esetében sem detektáltak. Ennek oka lehet a termékek alacsony vízáktivitása (a_w), ami nem kedvez a penészek szaporodásának, így a toxinok metabolizmusa nem megy végbe. Ezen kívül, a gombák tartalmazhatnak olyan természetes vegyületeket, melyek gátolják a toxinképződést. Szintén negatív befolyásoló tényező lehet a termékekben detektált egyéb mikroorganizmusok kompetitív gátlása (Ezekiel et al. 2013).

Fontos megjegyezni, hogy a penészekkel, így a mikotoxinokkal való szennyezettség mértékét nagyban befolyásolja a termesztési és tárolási technológia is, így ez is okozhatja a termékek közti különbségeket. Az elmúlt évek új tudományos eredményei alapján a mikotoxinok rejtett (sejtfalhoz, vagy más biopolimerhez extrahálhatatlanul rögzült), valamint maszkolt (növényi xenobiotikumokkal extrahálható konjugátumot képző) formában is előfordulnak, mely megnehezíti detektálhatóságukat (Farkas et al. 2014). Szintén érdemes kiemelni, hogy a sárga rókagomba nem tartozik a termesztett gombák közé, így eltérő hatások érik a növekedés és a betakarítás során, mint a termesztett gombafajokat. Mivel a témában kevés adat áll rendelkezésre, további vizsgálatokra van szükség, hogy megfelelően megalapozott következtetéseket vonhassunk le.

Irodalomjegyzék

1. Abbott, S.P. 2002. Mycotoxins and Indoor Molds. *Indoor Environment Connections*, 3(4): 1-3.
2. Adamson, R.H., Correa, P. and Dalgard, D.W. 1973. Brief communication: Occurrence of a primary liver carcinoma in a rhesus monkey fed aflatoxin B1. *Journal of the National Cancer Institute*, 50(2): 549-553.
3. Alpert, M.E., Hutt, M.S.R. and Davidson, C.S. 1968. Primary Hepatoma in Uganda, A Prospective Clinical and Epidemiologic Study of Forty-Six Patients. *American Journal of Medicine*, 794-802.
4. Amadi, J.E. and Adeniyi, D.O. 2009. Mycotoxin production by fungi isolated from stored grains. *African Journal of Biotechnology*, 8(7): 1219-1221.
5. Bennett, J.W. and Klich, M. 2013. Micotoxinas. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3): 497-516.
6. Csapó J. és Csapóné K.Z. 2003. Élelmiszer-kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
7. da Rocha, M.E.B., Freire, F.D.C.O., Maia, F.E.F., Guedes, M.I.F., and Rondina, D. 2014. Mycotoxins and their effects on human and animal health. *Food Control*, 36(1): 159-165.
8. Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A. és Mohácsiné Farkas, C. 2006. Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
9. Ezekiel, C.N., Sulyok, M., Frisvad, J.C., Somorin, Y.M., Warth, B., Houbraeken, J., Samson, R.A., Krska, R. and Odebo, A.C. 2013. Fungal and mycotoxin assessment of dried edible mushroom in Nigeria. *International Journal of Food Microbiology*, 162(3): 231-236.
10. Farkas, J., Szeitzné Szabó, M. and Mohácsiné Farkas, C. 2014. Mikotoxinok álcárcban - új takarmány- és élelmiszerbiztonsági kihívás? *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 60(3): 51-54.
11. Fung, F. and Clark, R.F. 2004. Health effects of mycotoxins: A toxicological overview. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology*, 42(2): 217-234.
12. Grimm, D. and Wösten, H.A.B. 2018. Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18): 7795-7803.
13. Iqbal, S., Malik, N. and Gifford, A.N. 2018. Medical prospective and consequences of mycotoxins, Chapter, 12:1-53.

14. Jávor, A. és Szigeti, J. 2011. Termékminősítés és termékhygiéna. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
15. Jones, F.T., Wineland, M.J., Parsons, J.T. and Hagler, W.M. 1996. Degradation of aflatoxin by poultry litter. *Poultry Science*, 75(1): 52-58.
16. Kratika, S. 2018. Mushroom: Cultivation and Processing. *International Journal of Food Processing Technology*, V5(12): 9-12.
17. Mane, R.S. and Sinde, M.B. 2019. *The Mushroom Cultivation and Production*, Lambert Academic Publishing, 100.
18. Mir, S.A., Manickavasagan, A. and Shah, M.A. 2019. *Whole Grains: Processing, Product Development, and Nutritional Aspects*. CRC Press. Retrieved from
19. Nébih. 2018. Gabonaalapú élelmiszerek fuzárium toxin szennyezettségének csökkentési lehetőségei.
20. Nelson, P.E., Toussoun, T.A. and Marasas, W.F. 1983. *Fusarium species: An Illustrated Manual for Identification*. (P. Nelson, Ed.). The Pennsylvania State University.
21. Nguyen, P.A., Strub, C., Fontana, A. and Schorr-Galindo, S. 2017. Crop molds and mycotoxins: Alternative management using biocontrol. *Biological Control*, 104: 10-27.
22. Pitt, J.I., Wild, C.P., Baan, R.A., Gelderblom, W.C.A., Miller, J.D., Riley, R.T. and Wu, F. (eds.) 2012. Improving public health through mycotoxin control. Chapter 1: Fungi producing significant mycotoxins. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, Series No. 158: 1-30.
23. Pitt, J.I. 2013. Mycotoxins: Mycotoxins - General. *Encyclopedia of Food Safety*, 2: 283-288.
24. Robens, J.F., Richard, J.L. and Ware, E.G.W. 1992. Aflatoxins Animal and Human Health. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 127: 69-94.
25. Rohweder, D., Valenta, H., Sondermann, S., Schollenberger, M., Drochner, W., Pahlow, G., Döll, S. and Dänicke, S. 2011. Effect of different storage conditions on the mycotoxin contamination of *Fusarium culmorum*-infected and non-infected wheat straw. *Mycotoxin Research*, 27(2): 145-153.
26. Royse, D.J. 2014. A Global Perspective on the High Five : *Agaricus*, *Pleurotus*. International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, (Usitc 2010), 2010-2015.
27. Royse, D.J., Baars, J. and Tan, Q. 2017. Current Overview of Mushroom Production in the World. *Edible and Medicinal Mushrooms*, 2010: 5-13.
28. Schoental, R. 1994. Mycotoxins in Food and the Plague of Athens. *Journal of Nutritional Medicine*, 4(1): 83-85.
29. Tian, Y., Tan, Y., Liu, N., Liao, Y., Sun, C., Wang, S. and Wu, A. 2016. Functional agents to biologically control Deoxynivalenol contamination in cereal grains. *Frontiers in Microbiology*, 7(MAR): 1-8.
30. Varga, J., Szigeti, G., Baranyai, N., Szekeres, A. és Kocsubé, S. 2014. *Mikotoxinok, Mikotoxinogén gombák, Micetizmusok*. Szeged.
31. Viegas, C., Carolino, E., Malta-Vacas, J., Sabino, R., Viegas, S. and Veríssimo, C. 2012. Fungal contamination of poultry litter: A public health problem. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues*, 75(22-23): 1341-1350.
32. Wen, J., Mu, P. and Deng, Y. 2016. Mycotoxins: Cytotoxicity and biotransformation in animal cells. *Toxicology Research*, 5(2): 377-387.

Mycotoxin threat in mushroom cultivation

SZUKÁCS, G., GEÖSEL, A.

Szent István University, Department of Vegetable and Mushroom Growing

E-mail: szukacs.gergely@kertk.szie.hu

Summary

Mycotoxins are secondary metabolites of fungi (mainly molds), which cause sickness or death in living organisms. Numerous studies address the effects of mycotoxins on plants and animals, but not in mushroom cultivation. In case of mycotoxin threat of cultivated fungi, there is a very limited number of literature sources available. This article attempts to uncover mycotoxin threats during mushroom cultivation, by summarizing articles which are indirectly related to the topic. The aim of this article is to map which toxins should be tested in which step of the cultivation process to aid further researches in the topic.

Keywords: mycotoxins, mushroom, mushroom cultivation

Szerzők:

Szukács Gergely (kapcsolattartó szerző) – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Geösel András – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Dr. SZŐKE LAJOS 1946-2019



Szőke Lajos tanulmányait a Kertészeti Egyetemen 1965-1970 között végezte, majd diplomája megszerzését követően Egerben, az Országos Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet Egri Kutató Állomásán dolgozott, segédmunkatársi, később tudományos munkatárs beosztásban. 1983-ban az egyetemi doktori cím elnyerése után tudományos főmunkatársi kinevezést kapott.

Kutatási területe és egyben a doktori cselekményének témája a szőlő tápanyag gazdálkodása volt, amivel élete végéig, nagy energiát befektetve, lelkesen foglalkozott. Dr. Eifert József intézeti főosztályvezető kutatói csoportjához tartozott, akkor még budapesti központtal, vele tervezték a matematikailag is kiértékelhető tartamkísérleteket az Eger környéki talajokra.

A talajtani és tápanyag kutatási kísérletek mellett, mint szabadföldi kísérletekért is felelős, szervezte és vezette az Egri Kutató Állomáson folyó összes kutatási témát, így a fajtagyűjteményt, a szőlőnemesítést, a

fajtafenntartást, az agrotechnikai és borászati kísérleteket, valamint az analitikai laboratóriumot. Munkája során mély és alapos áttekintést szerzett a szőlővel és a borral kapcsolatos hazai kutatásokról.

Az Országos Szőlészeti és Borászati Kutató Intézetet átszervezését követően a Központot Kecskemétre telepítették át, az új Intézetben feladatuk kapta a Szőlészeti Főosztály vezetését. Őt kutatási osztály tartozott az irányítása alá: az Agrotechnikai Osztály, a Szőlőnemesítési és Fajtafenntartási Osztály, a Növényélettani Osztály, a Növényvédelmi Osztály, valamint a Szőlészeti Kutatásokat kiszolgáló Központi Laboratórium.

Az Intézet többszöri átszervezését követően fő tevékenységét az oktatói szféra területére helyezte át. Először Gyöngyösön a Szőlészeti Tanszék vezetőjeként oktatott, majd néhány év után Kecskeméten, a Kertészeti Főiskolán helyezkedett el, ahol szintén a Szőlészeti Tanszék vezetőjeként tanította a szőlőtermesztést és a borászatot. Szerette a diákjait, akikkel szemben igényes volt, mindent megtett színvonalas szakmai felkészültségük érdekében.

A szőlészeti szakma teljes elhivatottja volt, minden kutatási téma érdekelte, nem csak a tápanyagokkal foglalkozott a Zenit és Zengő borszőlőfajták klónszlektációját is végezte.

A szakmai ismereteit folyamatosan bővítette, széles körű együttműködést alakított ki hazai és külföldi kutatókkal és szakemberekkel. Különösen jó kapcsolata volt a Pozsonyi Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet munkatársaival, de szakértői tevékenységet vállalt Csallóközben, a Somorja melletti Légen a Kék-Duna Tsz-ben is.

A 80-as évek végén bekapcsolódott az ökológiai szőlőtermesztés magyarországi megszervezésébe, szorosan együttműködött a Bio-kultúra Egyesülettel. Számos pályázatot nyertek, amelyek keretében jelentős fejlesztéseket valósítottak meg a bio-szőlőtermesztés területén, kapcsolatokat létesítettek osztrák, szlovák és német szőlész kutatókkal és termesztőkkel.

Környezetvédelem és ökotermesztés témában számos előadást tartott itthon és külföldön, több alkalommal részt vett az IFOAM által szervezett nemzetközi konferenciákon. Hitt a szőlőkártétel megelőző védelmében. Ezért nagyon komolyan munkálkodott a „Galata” előrejelzési programon, amit a szlovák kutatókkal együtt indított.

Az egész bio-szőlőtermesztést átfogó könyvet írt, ami két kiadást is megélt a Mezőgazda Kiadó gondozásában.

Részt vett a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Intézetével – a szabadalmi védelmet élvező – országos „PRO-PLANTA” tápanyag-gazdálkodási szoftver kidolgozásában. Ennek részeként a szőlő tápanyag-gazdálkodását maga szerkesztette meg.

A kutató intézet Szőlőtermesztés és Borászat című szaklapjának szerkesztő bizottsági tagja volt 1983-1987 között.

Szinte az egész ország területén kapcsolatot ápolt a termesztőkkel, rendszeresen járt szaktanácsadási célból a Tokaj hegyaljai, a mátrai, a neszmélyi, a pannonhalmi, a soproni, a balatonfüredi, a Balaton felvidéki és a kunsági borvidék gazdáihoz. Gyakori mondása volt: *„Az új eredményeket minél előbb kivinni az intézet falai közül a gazdaságokba, és azt közérthető módon megfogalmazva, átadni a termesztőknek!”*

Dolgozataiban, tudományos és szakmai cikkeiben jól nyomon követhető kutatási eredményei, nemzetközi kapcsolatai. A közel 400 publikációból 70 idegen nyelven jelent meg. 15 könyvet és jegyzetet készített, mint szerző és társszerző, ebből 3 idegen nyelven íródott.

Egy átlagos ember 60-as éveinek végével nyugalomba vonul, pihen, emlékeiből él. Lajosnál ez másként alakult. Szőke Bio Kft. néven családi vállalkozást alapított, amelynek fő tevékenysége a kutatásfejlesztés, de ennek keretében fiával kertgondozást, kertfenntartást és szaktanácsadási szolgáltatást is végeztek. Nem kis munkával - adatszolgáltatás céljából - az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Pannon Egyetem Kutató Csoportjával közösen meteorológiai, obszervatóriumi műszereket telepített gazdaságukba.

Mint kolléganő és volt évfolyamtárs, figyelve és végig gondolva munkáját, eredményeit és életfilozófiáját, talán leginkább a következő idézet kívánczik a megemlékezés végére:

„Időt kell szakítani az embertársaidra. Tégy valamit másokért, ha még olyan apróságot is, olyan valamit, amiért nem jár fizetés, csupán az a boldog érzés tölt el, hogy megtehetted.”

Bp. 2019. október

Dr. Hajdú Edit és Dr. Terbe István

Szerzői útmutató

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

A folyóiratunkban közölhető kéziratok fontosabb követelményei az alábbiak.

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

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

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

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

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

Példák a felhasznált irodalom közlésére:

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

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

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

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

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

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

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

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

Szerzők

BAKOS JÓZSEF LÁSZLÓ – MSc hallgató, kertészmérnök, SZIE KERTK, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

BEREGI ZSÓFIA – Kasib Mérnöki Manager Iroda, 1191 Budapest, Ady Endre út 32-40.

BIRÓ BORBÁLA – DSc, egyetemi tanár, SZIE KERTK Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

BORONKAY GÁBOR – PhD, tudományos főmunkatárs, tudományos osztályvezető (Dísznövénytermesztési Osztály), Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutatóintézet (NAIK GyDKI), 1223 Budapest, Park u. 2.

DOBRÁNSZKI JUDIT – DSc, tudományos tanácsadó, Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.

EGRI ÁDÁM – PhD, tudományos munkatárs, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, 1113 Budapest, Karolina út 29.

ERŐS-HONTI ZSOLT – PhD, igazgatóhelyettes, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, 1082 Budapest, Horváth Mihály tér 8.

FAIL JÓZSEF – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

GEÖSEL ANDRÁS – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

GULYÁS ANDREA – tudományos segédmunkatárs, Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.

HAJDU EDIT – CS.c – tudományos főmunkatárs, NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Kecskeméti Kutató Állomás, 6000-Kecskemét, Nyíri út 41.

HIDVÉGI NORBERT – tudományos segédmunkatárs, Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos utca 4-6.

JENEI LAJOS – MSc hallgató, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

Kecskeméti Sándor – PhD hallgató, Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

KISS ERZSÉBET – CSc, professor emeritus, Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezet-tudományi Kar, Genetika, Mikrobiológia és Biotechnológiai Intézet, 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.

LADÁNYI MÁRTA – PhD, egyetemi docens, SZIE KERTK Biometria és Agrárinformatika Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

ÖRDÖGH MÁTÉ – PhD, egyetemi adjunktus, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

SHEAK REHANA BEGUM – PhD hallgató, SZIE KERTK, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

SZALAY LÁSZLÓ – PhD, egyetemi docens, SZIE KERTK Gyümölcsstermő Növények Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 35-43.

SZUKÁCS GERGELY – PhD hallgató, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

TILLYNÉ MÁNDY ANDREA – CSc, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Tartalom

GYÜMÖLCSTERMESZTÉS

3. BAKOS JÓZSEF LÁSZLÓ, SHEAK REHANA BEGUM, ERŐS-HONTI ZSOLT, LADÁNYI MÁRTA, SZALAY LÁSZLÓ, BIRÓ BORBÁLA: Mikorrhiza kolonizáció különböző fagyótűrűsű, M.9 alanyú alma- és vadalanyú kajszifajtáknál a téli nyugalmi időszak alatt
17. GULYÁS ANDREA, DOBRÁNSZKY JUDIT, KISS ERZSÉBET, HIDVÉGI NORBERT: Genetikai stabilitás és génexpressziós vizsgálatok alma hajtástenyészetekben

DÍSZNÖVÉNYTERMESZTÉS

30. BORONKAY GÁBOR: Szabadföldi rózsák tavaszi lombdekorativitásának értékelés matematikai modellezés alapján
45. ÖRDÖGH MÁTÉ, BEREGI ZSÓFIA, TILLYNÉ MÁNDY ANDREA: Egyes biostimulátorok hatása mikroszaporított *Hosta* 'Gold Drop' növények morfológiai és élettani jellemzőire

SZŐLÉSZET ÉS BORÁSZAT

59. HAJDU EDIT: A csemegeszőlő-nemesítés története hazánkban

ZÖLDSÉGTERMESZTÉS

74. JENEI LAJOS, FAIL JÓZSEF, SZUKÁCS GERGELY, KECSKEMÉTI SÁNDOR, EGRI ÁDÁM, GEÖSEL ANDRÁS: Gombaszúnyogok válaszreakciója különböző intenzitású kék fényingerekre
86. SZUKÁCS GERGELY, GEÖSEL ANDRÁS: Mikotoxinok fenyegetése a gombatermesztésben

MEGEMLÉKEZÉS

94. Elhunyt Dr. Szőke Lajos

96. SZERZŐI ÚTMUTATÓ

Contents

FRUITS

3. BAKOS, J.L., BEGUM, S.R., ERŐS-HONTI, ZS., LADÁNYI, M., SZALAY, L., BIRÓ, B.: Winter colonization of mycorrhiza fungi on apple (M9) and apricot (wilde-type) varieties selected for different frost hardiness
17. GULYÁS, A., DOBRÁNSZKY, J., KISS, E., HIDVÉGI, N.: Genetic stability and gene expression tests in apples shoot cultures

ORNAMENTALS

30. BORONKAY, G.: Ornamental value of the spring foliage of roses based on mathematical modelling
45. ÖRDÖGH, M., BEREGI, ZS., TILLYNÉ MÁNDY, A.: The effect of different biostimulators on morphological and physiological parameters of micropropagated *Hosta* 'Gold Drop'

GRAPES AND WINES

59. HAJDU, E.: Breeding of the Hungarian table grape varieties

VEGETABLES

74. JENEI, L., FAIL, J., SZUKÁCS, G., KECSKEMÉTI, S., EGRI, Á., GEÖSEL, A.: Behavioral response of fungus gnats to distinct light intensities of blue light stimuli
86. SZUKÁCS, G., GEÖSEL, A.: Mycotoxin threat in mushroom cultivation

COMMEMORATION

94. Lajos Szóke PhD has departed

96. INSTRUCTION FOR AUTHORS

Kertgazdaság



A LEGÚJABB TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK A KERTÉSZETI TERMESZTÉS VILÁGÁBÓL

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

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

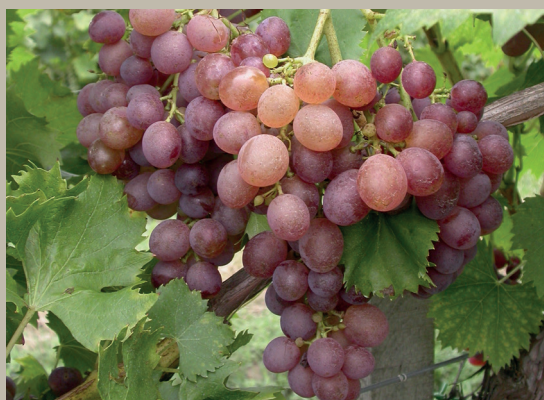
INNOVATÍV SZŐLŐFAJTÁK



1. **ÁBRA:** Esther



2. **ÁBRA:** Fanny



3. **ÁBRA:** Lidi



4. **ÁBRA:** Millenium



5. **ÁBRA:** Palatina



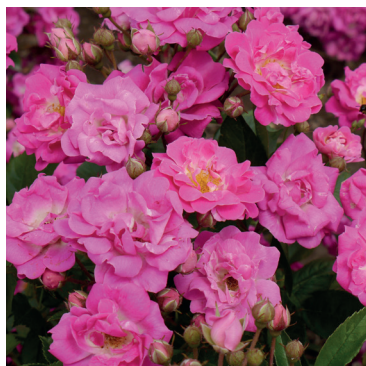
6. **ÁBRA:** Pölöskei muskotály



7. **ÁBRA:** Csépi muskotály



8. **ÁBRA:** Téréz



Szent István Egyetem
Kertészettudományi Kar 2019



1650 Ft