

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézise

**MÉRSÉKELT ÉGÖVI CSERJEPÓTLÓ MÁLYVAFÉLÉK TÖBBCÉLÚ
HASZNOSÍTÁSA**

Készítette:

Kurucz Erika

Témavezető:

Prof. Dr. Fári Miklós Gábor

egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2018

A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITÚZÉSEI

Egy újszerű megközelítés lehet a városi zöldfelület gazdálkodásba olyan új, ellenálló, városi és extenzív körülményeket toleráló, díszértékkel bíró fajok bevonása, melyek akár biomassza termeléssel, melléktermék hasznosítási lehetőséggel is hozzájárulnak a városi területek többirányú hasznosításához és az egészséges környezet kialakításához. E kutatási irányvonalat a dísz- és energianövény nemesítésben Dr. Kováts Zoltán képviselte hazánkban és emelte nemzetközi színvonalra az 1960-as évektől a 2010-ben bekövetkezett haláláig. A neves kutató a fent említett problémakör komplex megoldására a mérsékelt égövi félcserje mályvafélék egyes fajainak bevonását találta az egyik ígéretes megoldásnak. Példa értékű, magas színvonalú volt az a szakmai összefogás, amely a dísnövény szakmában Domokos János professzor és Dr. Kováts Zoltán között kialakult, és oly nagy sikerrel folytatódott a múlt század ötvenes éveiben (Honfi - Steiner, 2013). Tekintettel a klímaváltozásra és más fontos régi-új kihívásra, fontos megemlíteni, hogy a múlt század harmincas éveiben megkezdett, tudományos alapokra fektetett dísnövénysszervező építkezés tapasztalatainak hasznosítása (Domokos, 1934, 1957; Kováts, Gracza, et al., 1978; Kováts, Mustafa, et al., 1978; Kováts, 1980) is értékes lehetőség számunkra. Az a kettős irányvonal, amelyet Kováts Zoltán megszabott több, mint 30-60 évvel ezelőtt számos faj esetében még ma is innovatív, és helytálló irányelvnek tekinthető. Ilyen volt például a mályvák díszkertészeti nemesítése és gyakorlati irányú hasznosítása terén a díszmályva és festőmályva kutatás, illetve a biotechnológiával segített „biogenerációs” növénykutatás az óriás mályvák körében (*Kitaibela vitifolia* Willd., *Napea dioica*). Ez utóbbi növények egyik ismérve, hogy biotechnológiai eszközökkel történő nemesítésük elsősorban arra irányul, hogy marginális területeken is képesek legyenek magas biomassza produkcióra, illetve a városi környezetben is rendelkezzenek megfelelő díszítő értékkel (Fári et al., 2014). Kováts Zoltánnak ilyen törekvése volt pl. a „Háros” nemzetséghibrid mályva fajták előállítására, továbbá a *Kitaibela* nemzetség két tagja, a *Kitaibela vitifolia* Willd. és a *Kitaibela balansae* Boiss., továbbá ezek hibridje, illetve a *Sida hermaphrodita* Rusby.

Kutatásaim célja, e három ígéretes félcserje mályva faj részletes tanulmányozása a többcélú hasznosíthatóság szempontjából, folytatva a Kováts Zoltán által elkezdett, és a Debreceni Egyetem MÉK Növényi Biotechnológiai Tanszék jogelődje által 2001 óta folytatott innovatív kutatómunkát.

1. ANYAG ÉS MÓDSZER

1.1. A *Kitaibela vitifolia* Willd. x *Kitaibela balansae* Boiss fajhibrid (Kvb fajhibrid) populáció morfológiai jellemzése

A Kvb fajhibrid egyed öntermékenyítés utáni F1 nemzedékből nyert magokból palántákat neveltünk és az egyedeket 2011. évben a DE Biomassza Bemutató Kertbe (47°33'00.4"N 21°36'02.0"E) kerültek telepítésre, közvetlenül a gyepebe ültetve, sekély ültető gödröt alkalmazva. A nemzedékből nyert állomány morfológiai felvételezését 2014. évben végeztük el, amely során az alábbi szempontok alapján vizsgáltam az egyedek díszítő értékét. Ezek a tulajdonságok (1) a növekedési habitus, (2) Levél alakja, valamint további két esztétikai szempontból értékes tulajdonságot (3) a szirmok színe illetve a (4) az öntisztulási képesség, ugyanis az elbarnult virágzatok rontják a növény esztétikai értékét.

1.2. A fotoszintézis vizsgálatok növényanyaga

A fotoszintetikus paraméterek esetében a Kvb fajhibrid egyes kiemelt (főleg sárga levélszínű változatok) egyedeit használtuk. Ebben az esetben a kontrollt a *Kitaibela vitifolia*, illetve e kiválasztott egyedek (Kvb 1/25; 2/7) szolgáltatták.

1.3. A klorofill tartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel

A klorofill tartalom meghatározását (Porra et al., 1989) módszere szerint végeztük némi módosítással. A minta-előkészítés során 10 mm átmérőjű korongokat vágunk ki a növények leveleiből. A fotoszintézis aktivitásának jellemzéséhez a klorofill fluoreszcencia indukció módszert alkalmaztuk (Schreiber et al., 1995). Az *in vivo* klorofill fluoreszcenciát, a klorofill fluoreszcencia indukció gyors szakaszának paramétereit PAM-2001 típusú fluorométerrel (WALZ GmbH, Németország) végeztük.

1.4. A félcserje mályvafajok és fajhibridek vizsgálata áramlási citometria (flow cytometry) módszerrel

A citológia vizsgálatok növény anyagát a DE Bemutató Kert kísérleti területén gyűjtöttük be, 5 alkalommal (2015.05.21; 2015.05.27; 2015.05.28; 2015.06.06, 2015.07.01). A növényi mintákból a friss levelek, illetve a hajtáscsúcs került feldolgozásra. A C-érték meghatározásához használt belső standard minden esetben az egy időpontban begyűjtött, és azonos módon feldolgozott százszorszép (*Bellis perennis* L.) jelentette. A minták feltárása

(Hsiao-Ching - Tsai-Yun, 2005) módszere szerint történt, némi módosítással. A mintákat 20 percen belül mértem le. A kapott adatokat FCS express 6.0 (DEMO), illetve Flow szoftverrel értékeltem ki, az DNS tartalom meghatározásához az alábbi számítást alkalmazva: A minta 2C DNS tartalma = (a minta G1 csúcs közepe/ standard G1 csúcsához tartozó érték)/ standard 2C DNS tartalma (pg DNS) (Dolezel - Bartos, 2005).

1.5. A félcserje mályvafajok és fajhibridek genetikai diverzitásának vizsgálata molekuláris genetikai markerekkel

A DNS extrakciót Maceny Nagel Plant II (IZINTA Kft.) kit használatával végeztem, a megadott protokoll irányelveit követve. Az alkalmazott primerek: RAPD: OPI-10, OPZ-04, SSR: UBC 818, UBC 807, UBC 810, UBC-841, UBC-856. A kapott fragmentumokat 1,5%-os agaróz gélen választottam el, és UVIpro Platinum Géldokumentációs (kamera: 1.1 mega-pixels, 1184x890) ellenőriztem. Az eredményeket PhlxElph 2.5.6. szoftverrel értékeltem ki. A genetikai távolságokat optimalizáló csoportátlag (UPGMA) eljárással készített dendrogramokkal szemléltettem.

1.6. A vizsgált félcserje mályvafajok és fajhibridek magbiológiai vizsgálatai

1.6.1. Növényi anyag

Az anyanövények a 2009-2010-ben, a Debreceni Egyetem Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kertjében telepített évelő biomassza kísérleti állományból kerültek ki (*Sida hermaphrodita*, *Althea cannabina*, *Kitaibelia vitifolia*).

1.6.2. Magok beltartalmi értékeinek vizsgálata

A mályva magok beltartalmi vizsgálataira a BUNGE Zrt. martfői laboratóriumában került sor. A minták feldolgozását és a GC vizsgálatot Nagy Éva végezte, Kucsá József laboratóriumi vezető, valamint Nagy Tiborné szakmai vezetésével MSZ ISO 659:1990 szabvány szerint. (659:2009, 2010).

1.6.3. Csíráztatási körülmények

A magokat tisztítás után felületi fertőtlenítést követően, steril szűrőpapírt tartalmazó steril üveg Petri-csészébe történik. A kezeléseket 4 ismétlésben, ismétlésenként 50 mag felhasználásával történtek, az *Althea cannabina* és a *Kitaibela vitifolia* esetében 2013. márciusában, a *Sida*

hermaphrodita 2014. március, április hónapban. A *Kitaibela vitifolia* esetében a megtisztított magok hidegkezelése 2 napig 4°C-on történt papírzacskóban. A forróvizes kezelés a *Sida hermaphrodita* esetén 2 percig, 80°C-os vízfürdőbe, a csíráztatás felületi fertőtlenítés után steril szűrőpapíron történt.

Az *Althaea cannabina* esetében a kevés rendelkezésre álló magmennyiség miatt csak a frakcionálási kísérlet elvégzésre volt lehetőség. A magok frakcionálása a *Sida* magok vizes frakcionálásával megegyező módon, desztillált vízben a fajsúlyuk, és/vagy imbibálódási sajátosságuk alapján történt.

1.7. A kertészetileg értékes Kvb fajhibrid genotípus *in vitro* szaporítási kísérletei

A kiindulási növényi anyagként a Debreceni Egyetem, Jövő Növényei Biomassza Bemutató kertben lévő fajhibrid populáció 2013-2014-ben szelektált, Kvb-1-1-1 rózsaszín virágú egyed volt. Ezt a genotípust 2015-ben egy gombabetegség feltételezhetően *Sclerotinia* sp. támadta meg.

1.7.1. A tenyésztés körülményei

A kiindulási táptalaj MS-féle táptalaj komplexet (Murashige - Skoog, 1962), 4,4 g l⁻¹, 3% szacharózt, 0,1 g l⁻¹ Schenk and Hildebrandt Vitamin (Sigma-Aldrich, a továbbiakban S and H vitamin) kiegészítést, 0,2 mg l⁻¹ α-naftilecetsavat (Sigma-Aldrich, a továbbiakban NAA), valamint 0,2 mg l⁻¹ 6-Furfurylaminopurine-t (Sigma-Aldrich, a továbbiakban: KIN) tartalmazott.

1.7.2. Az *in vitro* kallusz és hajtás fejlődés vizsgálata NAA és KIN hatására

A Kvb hibriden keletkezett kallusz darabokat (0,6-1 g/ lombik) 5 féle táptalajon tenyésztettük tovább három ismétlésben 100 ml-es Erlenmeyer lombikba. A táptalajok összetételét az 1. táblázat tartalmazza. Szarvas és munkatársai (2008) előkísérletei alapján megállapítást nyert a BAP nem kívánt erős kalluszosító hatása, és ezt a KIN magasabb koncentrációba történő alkalmazása esetén is megfigyelhető volt a *Alcea* és *Althaea* fajok esetében (Szarvas et al., 2008). A felvételezést 30 nap tenyésztés után végeztük, az egynóduszos hajtások esetében a kallusz-indexet (Khosh-Khui - Sink, 1982), nóduszonkénti hajtásszámot illetve a gyökeredés mértékét vizsgáltuk. A kalluszok esetében a növekedés százalékos mértékét és a kialakult kalluszok típusát felvételeztük.

$$\text{Kallusz index} = \frac{100 \cdot n \cdot G}{N}$$

ahol:

n: a kalluszosodott explantátumok száma

G: vizuális kalluszosodási ráta 1-től 4-ig, ahol az 1-es a legkisebb méretű, a 4-es a legnagyobb méretű kalluszt jelenti

N-összes explantátum száma

1. táblázat: A mályva faj- és nemzetséghibridek hajtásregeneráláshoz, illetve kalluszindukciójához használt táptalajok összetétele

Táptalaj kódja	Só és vitamin (4,4 g l ⁻¹)	Szénhidrát (v/w%)	Szilárdító anyag (l ⁻¹)	Egyéb kiegészítők (l ⁻¹)	NAA	KIN	pH
1.	MS	Szacharóz (3%)	Gelright (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	0,2	-	5,8
2.	MS	Szacharóz (3%)	Gelright (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	0,5	-	5,8
3.	MS	Szacharóz (3%)	Gelright (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	0,2	0,3	5,8
4.	MS	Szacharóz (3%)	Gelright (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	0,5	0,3	5,8
5.	MS	Szacharóz (3%)	Gelright (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	-	-	5,8

1.7.3. Embriogén Kvb fajhibrid mályva genotípus kallusz-regenerációja

A második passzálás során a 4. típusú táptalajon keletkezett morfogénogén kalluszok aggregálódott klasztereiből (egyenként 0,1-0,2 g minden Petri-csészében 10 db) különböző szénhidrát tartalmú és minőségű táptalajon próbáltunk teljes növényeket regenerálni. A táptalajok pontos összetételét a 2. táblázat tartalmazza. Az eddig tapasztalt hiperhidratált növények kialakulása visszaszorítása érdekében, minden esetben csökkentett cukortartalmat (1, 1,5 %), és egyes esetekben csökkentett só koncentrációt (1/2 MS: 2,2 g l⁻¹ MS komplex) alkalmaztunk. A növények felvételezése a passzálást követő 20. napon történt, a klasztereken képződött hajtások darabszámának és gyökeredési százalék meghatározásával.

$$\text{Gyökeresedési \%} = \frac{\text{gyökeresedett klaszterek}}{\text{összes klaszter}} \times 100$$

2. táblázat: A Kvb fajhibrid regenerálásához használt táptalajok összetétele

Só és vitamin	Szénhidrát forrás (v/w%)	Szilárdító (l ⁻¹)	Egyéb kiegészítők (l ⁻¹)	NAA	pH
MS	Szacharóz (1%) Búzakeményítő (2%)	Gelrite (1,1 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	-	5,8
½ MS	Szacharóz (1%) Búzakeményítő (2%)	Gelrite (1,1 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	-	5,8
MS	Szacharóz (1%)	Gelrite (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	-	5,8
½ MS	Szacharóz (1%)	Gelrite (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	-	5,8
MS	Szacharóz (1,5%)	Gelrite (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	0,1	5,8
MS	Glükóz (1,5%)	Gelrite (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	0,1	5,8
½ MS	Szacharóz (1,5%)	Gelrite (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g), KNO ₃ (1 g)	-	5,8

Megjegyzés: Egyes tanulmányok Sakhanokho et al. (2004) szerint a mályvafélék esetében a megfelelőbb nitrogén ellátásra az ammónium-nitrát kálium-nitráttal történő részleges, vagy teljes cseréje kedvező lehet. Erre való tekintettel, az utolsósorban található táptalaj kombináció 1g l⁻¹ KNO₃ kiegészítést is tartalmazott.

1.8. A kertészetiileg értékes Kvb fajhibrid genotípusok szaporítása zölddugványozással

A kiválasztott genotípusokból 2017.09.07.-én félfás zölddugványok segítségével törzsállomány létesítettünk, Zsiláné André Anikó kertészmérnök, és Zsila László táj- és kertészmérnök közreműködésével kertészeti telephelyükön (H-4225 Debrecen-Józsa, Elek u. 176). A kiindulási anyag a szelektált egyedek félfás, egynóduszos dugványai voltak. A termesztő közeg prémium minőségű „Jó Föld” Palántaföld (foszfor (P+) túlsúlyos) volt (Pax 96 Kft., Kecskemét).

1.8.1. A *Sida hermaphrodita* magbiológiai és magkezelési kísérletei

A 2014-ben végzett csíráztatási kísérlethez a telepített kísérleti állományok 2011. évi (3 éves), 2012. évi (2 éves), illetve 2013. évi (1 éves) magterméseit jelentette. A magok betakarítására és tisztítására minden évben kora tavaszi (március) időszakban került sor kézi erővel. Az olaj- és fehérje-tartalom vizsgálatához a 2012. év magjainak egy későbbi, a biomassa lekerülése

utáni betakarítású magjait használtuk, a csíráztatási kísérletben használt (márciusi szedésű) minták kis mennyisége miatt.

Két lépéses (vízfrakcionált FVK) magkezelés

A már továbbfejlesztett magkezelési eljárás során, az előkezelések alatt a leghatásosabbnak bizonyult, 80°C-os forró vizes kezelés előtt a magokat desztillált vízben a fajsúlyuk, és/vagy imbibálódási sajátosságuk alapján szeparáltuk (frakcionáltuk). A hőkezelést csak a lesüllyedt magfrakcióval végeztük el, a korábbiakban leírt módon. A kísérletet a 2012. év magjaival hajtottuk végre, ugyanis ezen évjárat magvai álltak rendelkezésünkre a legnagyobb számban.

1.8.2. Palántanevelési kísérletek

A nyárvégi, őszi dajkatálcás palántanevelés

A nyár végi – 2013. július 29. – palántanevelési kísérlet során egyterű un. szaporítótálcákat alkalmaztunk, melynek mérete 30 x 60 cm. A tálcákban 30, 40, illetve 50 magnak alakítottunk ki ültető helyet, minden sűrűséget 4 ismétlésben és 2 mag került elvetésre helyenként. A földkeverék alá vékony rétegben fenyőkéreg-mulcsot rétegeztünk, valamint még a földkeverék és a tálca közé 60 cm x 60 cm-es fóliát helyeztünk, hogy a kitelepítés során a gyökérrel átszőtt földkeverék egyben kiemelhető legyen. A tálcák csírázási aránya a vetéstől számított 3. héten értékeltem ki, a számításnál figyelembe véve a duplán elvetett magot.

1.9. A *Sida hermaphrodita* Rusby. biomassa-hozam vizsgálata

A Debreceni Egyetem MÉK, Jövő Növényei Biomassa Bemutatókertben rendelkezésre bocsátott tanszéki terület 10 000 m², melynek a felét 2010 tavaszán betelepítettük mályva és más lágyszárú élő biomassa- és/vagy dísnövényekkel, továbbá vegyes hasznosítású félvad és kultúrnövényekkel. Háromféle viszonylag széles kiültetési térállást alkalmaztunk: 1m x 1m, 1m x 0,75m és 1m x 0,5m. A betakarítás kézi eszközökkel történt. A biomassa-hozam kalkulációja során a belső tövek 2012. 2013. 2014. 2015. évjárat adatait használtuk, *Sida hermaphrodita* Rusby esetében.

1.10. Statisztikai analízis

A kezelések hatásának kimutatására a leíró statisztikai módszereket (összeg, átlag, szórás) és egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk. Az adatokat IBM SPSS program segítségével

értékeltük ki. Az egyes kezelések közötti szignifikáns különbséget a Tukey teszt segítségével határoztuk meg, 5 % -os hiba valószínűségi szinten.

2. EREDMÉNYEK

2.1. A hasadó Kvb fajhibrid nemzedék morfológiai jellemzése

A levelek morfológiai felvételezése során az állományban az alábbi levéltípusokat azonosítottuk

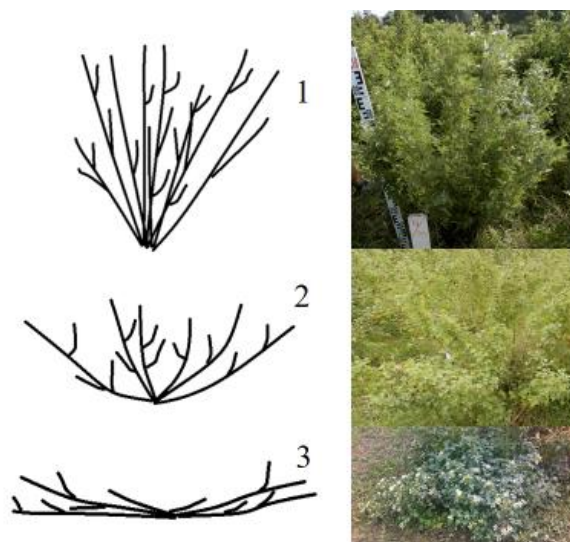
1. típus (vitifolia levél): A levél egyszerű, öt karéjra tagolódik, a karéjok végén a főereknél kihegyezett. A levél széle fűrész, válla szíves, színe világoszöld.

2. típus (derékszög vállú): A levél egyszerű, öt karéjra tagolódik, a karéjok végén a főereknél kihegyezett. A levél széle fogas, válla levágott, a levélnyélre merőleges állású, színe szürkészöld

3. típus: A levél egyszerű, három karéjra tagolódik, a karéjok végén a főereknél kihegyezett. A levél széle fogas, válla szíves, színe mélyzöld.

4. típus (balansae): A levél egyszerű, alakja szíves, a középső főérnél hegyben végződik. A levél széle csipkés, válla szíves, színe világoszöld.

A további morfológiai paramétereket illeti az állomány igen nagy szórást mutat. A sárga levelű (A-jelű), és rózsaszín virágú egyedek magassági paraméterei alulmaradnak a *K. vitifolia*-tól, azonban egyes hibridek magassága meghaladja a szülő vonalakét. Ez a különböző növekedési habitusnak köszönhető (1. ábra, 3. táblázat). A *K. vitifolia*-ra leginkább az erősen felálló, még az irodalmi adatok szerint a *K. balansae* esetében mindhárom habitus megfigyelhető. A kertészeti szempontból fontos tulajdonságok, mint az elszáradt virágzat lehullása, illetve színes virágok a hibridpopuláció kiemelt egyedeiben megtalálhatóak. A kiemelt egyedek közül egy bizonyult teljesen öntisztulónak, amely jelentősen növeli a díszkertészeti értéket. A rózsaszín egyedek szíromszíne változó erősségű rózsaszín, a legkifejezőbb a Kvb-2-4 egyed bizonyult. A növekedési habitus tekintetében nagy értéket képviselnek a terülő egyedek. Ezek nagyon dekoratív talajtakarók lehetnek extenzív kertészeti körülmények között, ugyanis az új hatások fejlődése eltakarja a már elszáradt virágzatokat, és e mellett hosszabb ideig virágoznak, mint a magasabb felálló vagy félig terülő társaik (1. ábra).



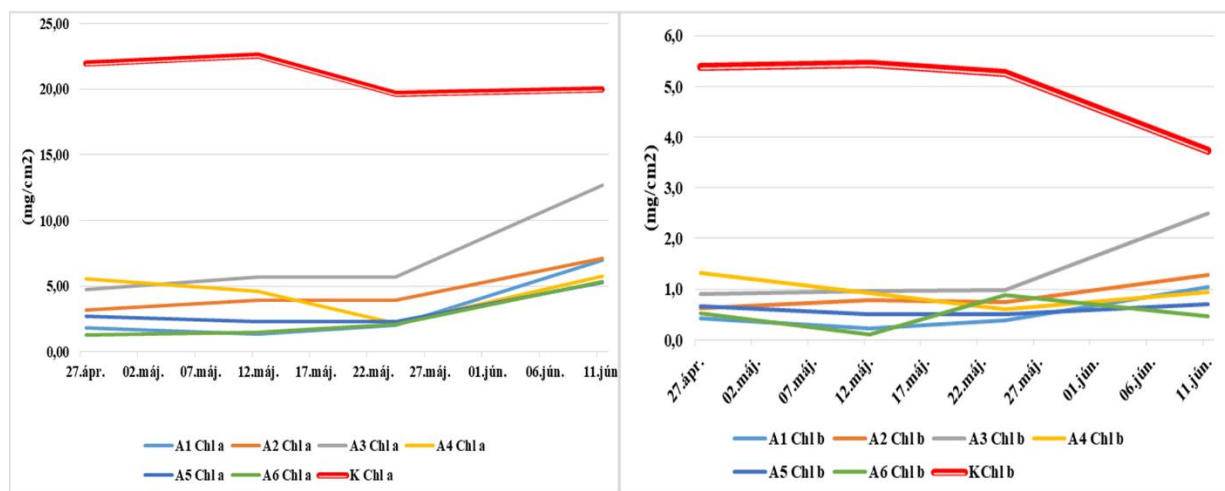
1. ábra: Kvb hibridek jellemző növekedési habitusai

3. táblázat: A *Kitaibela vitifolia* Willd. x *Kitaibela balansae* Boiss. fajhibridek kertészeti szempontból kiemelt egyedeinek főbb jellemzői

Jelölés	Habitus	Levél típus	Szirmok színe	Termés típus	Tő átmérő (cm)	Növény magasság (cm)
Kitaibela vitifolia*	1	1	fehér	maradó	90	150-200 (measured 143.2 cm)
Kitaibela balansae*	1-3	4	halvány rózsaszín	maradó	50	70-100
Kvb-6/19	2	1	fehér	öntisztuló	80	189
Kvb-2/7	3	2	halvány rózsaszín	maradó	20-30	52
Kvb-1/26	1	2	rózsaszín	maradó	70	153
Kvb-2/4	2	3	rózsaszín	maradó	40	65
Kvb-1/10	2	4	rózsaszín	maradó	20	75
Kvb-A1	1	2	fehér	maradó	25	105
Kvb-A2	1	3	fehér	maradó	40	120
Kvb-A3	2	1	halvány rózsaszín	maradó	45	115
Kvb-A4	1	3	fehér	maradó	60	119
Kvb-A5	2	1	fehér	maradó	20	42
Kvb-A6	1	1	fehér	maradó	20	83

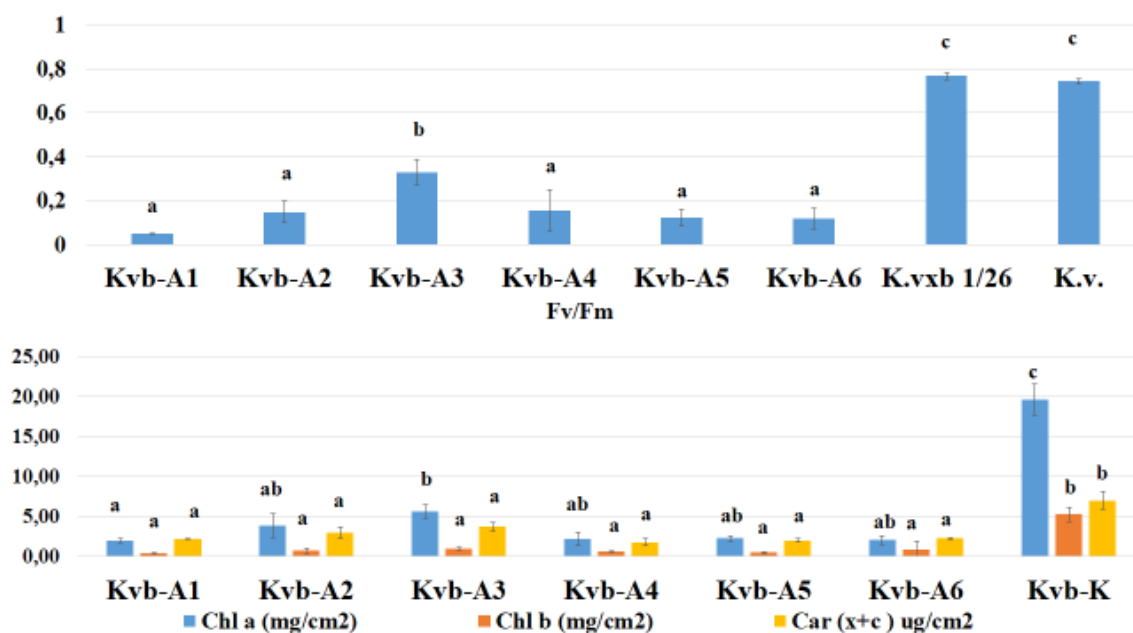
Jelmagyarázat: Kvb –*Kitaibela vitifolia* x *balansae* 'kovatsii' hibrid sorszám/ oszlopszám
A-aurea, sárga levelű egyedek, *irodalmi forrás

2.2. A *Kitaibela vitifolia* Willd. x *Kitaibela balansae* Boiss. sárga levelű változatainak (Kvb-A) fotoszintetikus pigment tartalma és asszimilációs hatékonysága



2. ábra. A Kvb aurea fajhibridek fotoszintetikus pigment tartalmának változása (jobb klorofill-a, bal: Klorofill-b).

A *K. vitifolia* és *K. balansae* fajhibridjei között kiszelektált egyedei közül 6 egyed sárga levélszínű a fejlődésük kezdeti szakaszán. A sárga levélszínű hibridek a kontrollhoz (ez esetben 1/26-os kódú egyed) viszonyítva jóval alacsonyabb fotoszintetikus pigment tartalmat detektáltunk mind klorofill *a*, *b* és karotin tartalmat illetően. A klorofill *a* tartalom (2. ábra/bal) az A6-os egyednél volt a vizsgálati idő alatt a legalacsonyabb ($1,3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), szemben a kontroll $20,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ hozzávetőleges mennyiségével. A sárgák között az A3 jelű klorofill *a* tartalma volt a legmagasabb $4,7$ illetve június 11-én $12,7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Az A2 A3 és A4-es egyedek viszonylag korán elnyerik a vegetációkori zöld színüket, még az A1 és A6 később zöld színe később alakul ki. Klorofill *b* pigment és karotinoid tartalom is követi a fent említett tendenciát (2. ábra/jobbs). Minden vizsgált fotoszintetikus pigmentre elmondható, hogy a vizsgálati idő alatt mennyiségük nagymértékben növekedett, amely a levelek színváltozásán keresztül szemmel is jól nyomon követhető a tenyésztidőszak alatt.



3. ábra: A Kvb hibridek szelektált egyedeinek Fv/Fm értékei (fent) és fotoszintetikus-pigment tartalma (lent) (Debrecen, 2016)

Jelmagyarázat: Az oszlop tetején az eltérő betűk a szignifikáns különbségeket mutatják, amelyet Tukey teszttel, $p < 0,05\%$ szinten határoztuk meg.

A második fotokémiai rendszer hatékonyságában is markáns különbségek mutatkoznak. A kontroll növények között nem találtunk különbséget. Az aktuális fotoszintetikus pigmenttartalom alacsony koncentrációja magyarázza a csökkent fotoszintetikus hatékonyság eredményeket. A legmagasabb Fv/Fm értékkel észrevehetően magasabb klorofill-*a* tartalom párosul (3. ábra). Minden valószínűséggel, a klorofill bioszintézis áll ideiglenes gátlás alatt a vegetáció kezdeti szakaszában, ugyanis a karotinoidok között nem tapasztaltunk olyan nagyarányú különbséget (3. ábra), mint a klorofilok között.

2.3. Mérsékelt égövi félcserje mályvafaj- és fajhibridek citológiai és genetikai vizsgálata

2.3.1. A vizsgált mályva félcserje fajok, fajhibridek genommérete

A citológiai vizsgálatok során megállapítást nyert, hogy a vizsgált fajok közül, a *S. hermaphrodita* genommérete a legnagyobb 7,3 pg, és az *Alcea biennis*nek a legalacsonyabb, 2,6 pg. A hibrideket vizsgálva látható, hogy a 'Háros' sorozat esetében a hármas hibrid a szülők genomméretét meghaladta, mind az *Althaea officinalis*, 1 pg-al, az *Alcea biennis* esetében (1,8 pg-al) és a *Alcea rosea*-t is. A *Kitaibela vitifolia* x *balanse* hibrid esetében a hibrid genommérete

nem tér el szignifikánsan a szülő genomméretétől. Az áramlási citometriai mérések során kiderült, hogy a vizsgált egyedek tekintetében nem történt mérhető genomméreti változás a Sida poliploidizált és kontroll egyedei között. A mérhető C-érték csökkenés a poliploidok esetében nem szignifikáns.

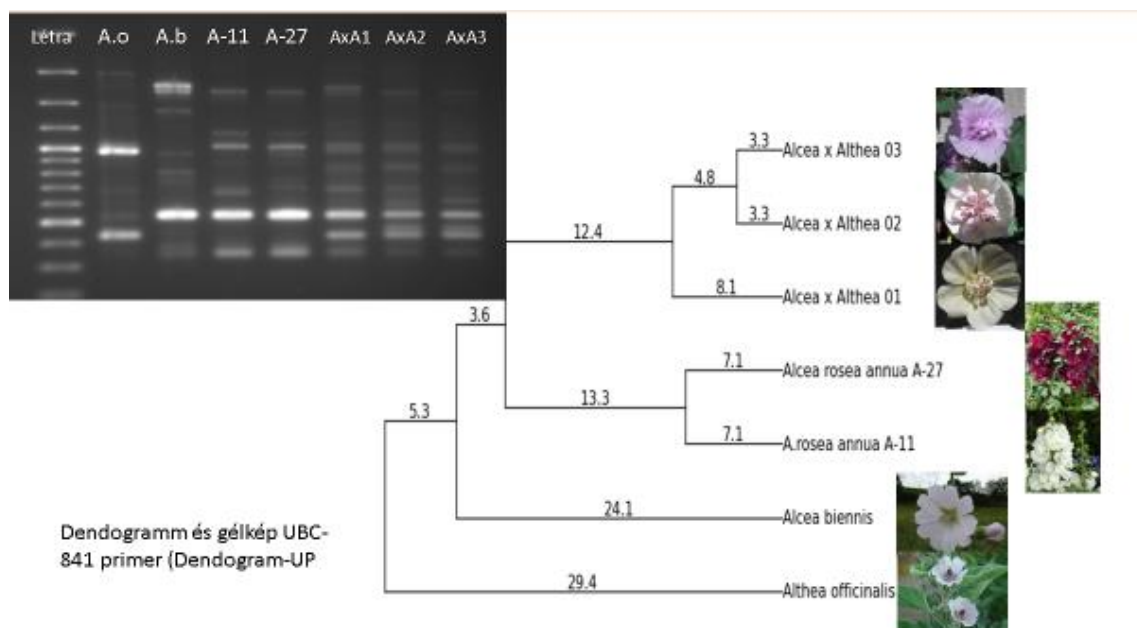
2.3.2. Mérsékelt égövi félcserje mályvafajok és fajhibridek genetikai diverzitásának vizsgálata molekuláris markerekkel

A 4. ábra szemlélteti az egyes morfológiai bélyegeket a vizsgált egyedeknél. Ahogy az UPMGA módszerrel elkészített dendrogramm is mutatja (4. ábra), egyértelmű genetikai különbség van a fajhibrid hasadó populációjának genotípusai között. Az eddigi eredményekből látható, hogy leginkább a levél alak, virágszín alkalmas molekuláris markerként. Az 'Aurea' változatok eddig nem mutattak szorosabb genetikai kapcsolatot egymással, mint a többi egyeddel. A 4. táblázat adatai is jól mutatják az egyedek közötti kalkulált genetikai távolságot. A dendrogramm és a táblázat adatai is alátámasztják, hogy az 'Aurea' változatok genetikailag nincsenek közelebb egymáshoz, mint a populáció többi egyedéhez. Ez valószínű egy mutáns 'Aurea' össel lehet magyarázni, vagy valamilyen epigenetikai változással.

4. táblázat: A *Kitaibela kovatsii* hasadó populációjának szelektált egyedeinek hasonlósági mátrixa, UBC-810 primerrel

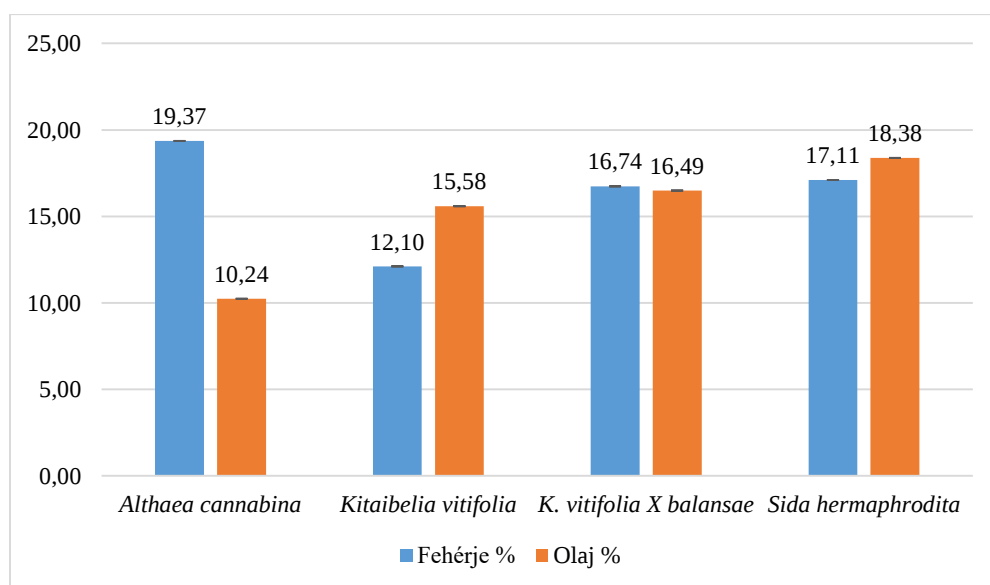
	KV	Kvb-A3	Kvb-A6	Kvb-R	Kvb1-10	Kvb2-7	Kvb1-25	Kvb6-19
KV	100.00							
Kvb-A3	66.67	100.00						
Kvb-A6	40.00	66.67	100.00					
Kvb-R	75.00	66.67	40.00	100.00				
kvb1-10	75.00	66.67	40.00	100.00	100.00			
kvb2-7	57.14	80.00	50.00	85.71	85.71	100.00		
kvb1-25	66.67	100.00	66.67	66.67	66.67	80.00	100.00	
kvb6-19	40.00	66.67	0.00	40.00	40.00	50.00	66.67	100.00

Az *Althaea* x *Alcea* nemzetséghibrid esetében már sokkal kevesebb primer alkalmas a genetikai variabilitás megállapítására. A UBC-841 primerrel kapott dendrogramm (4. ábra) azonban igazolja a 'Háros' és a három szülővonala genetikai kapcsolatát.



4. ábra: Az *Althaea* és *Alcea* nemzetség dendrogramm képe (UBC-841 SSR, UPMGA)

2.4. A félcserje mályvafajok és fajhibridek magjainak összehasonlító beltartalmi vizsgálatai



5. ábra: A *Kitaibela vitifolia* Willd., a *Kitaibela vitifolia* Willd. x *K. balansae* Boiss. *Althaea cannabina* és a *Sida hermaphrodita* Rusby. magjainak átlagos olaj- és fehérjetartalma

A beltartalmi adatok alapján elmondható, hogy a nyersfehérje tekintetében az *A. cannabina* magjai a leggazdagabbak (19,37%), a legmagasabb olajtartalmúnak a *Kvb* magjai bizonyultak (16,5%). A zsírsav összetétele a szőlőlevelű mályvának igen kedvezőnek mondható (5. ábra). Magas a linolsav (omega-6) (68,61%) aránya, de az olajsav-tartalma is lényeges mennyiségben (14,43 %) megtalálható benne. Mirisztinsav és arachinsav, valamint gadolajsav nem található benne. Az *A. cannabina* a *K. vitifoliához* képest nem mutat lényeges az eltérés a telítetlen zsírsavakat illetően. A *K. vitifolia x balansae* magjai szintén kedvező összetételű, lényegében szülőpartnerétől nem tér el. Az olaj mennyiségén kívül kedvezőbb a telítetlen zsírsavak aránya és nyomokban található benne linolénsav.

2.5. A *Kvb* fajhibridek *in vitro* szaporítási eredményei

2.5.1. A *Kvb* fajhibridek *in vitro* kallusz- és hajtásfejlődése NAA és KIN hatására

Megállapítottuk, hogy a kalluszok friss tömegének növekedését a NAA és KIN együttesen segítették elő. A kalluszok növekedésének mértéke a 3. sz. táptalajon elérte a 150%, a magasabb NAA koncentráció (0,5 mg l⁻¹) alkalmazása esetén pedig meghaladta a 230%-ot.

A kalluszok megfelelő minőségét, azaz a remélt morfogén kalluszok kialakulását (5. táblázat), ugyancsak a 3. sz. és a 4. sz. táptalajok segítették elő a legjobban. Ezek a kalluszok nem üvegesedtek, és/vagy nem fehéredtek ki.

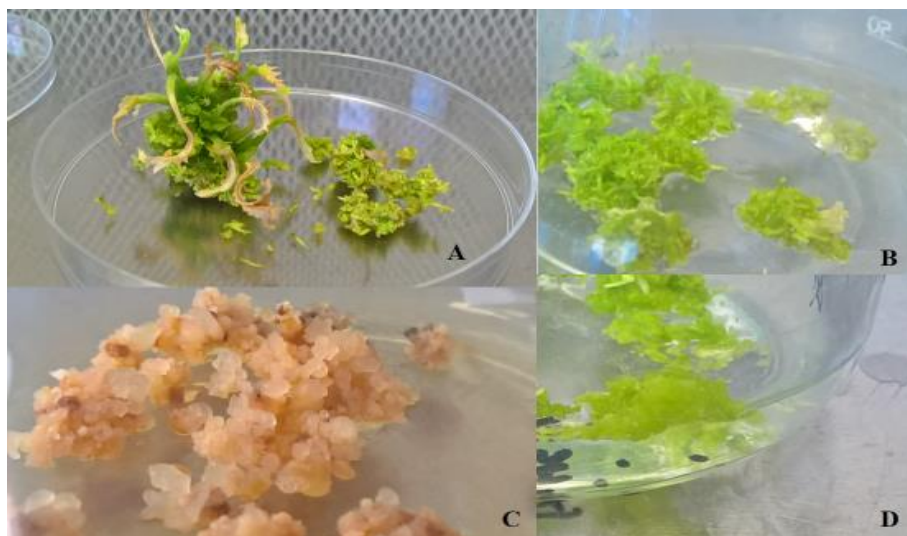
5. táblázat: A *Kvb* morfogén kallusznövekedése, a kialakult kalluszok típusai a különböző táptalajokon

	Hormon koncentráció	Növekedés %	Kallusz típus*, **
1.	0,2 NAA	52,50±31,12	e++ f++
2.	0,5 NAA	105,63±42,24	e++ f+++ v+
3.	0,2 NAA+0,3KIN	150,00±40,82	e+++ v+
4.	0,5 NAA+0,3KIN	233,33±58,03	e+++ v+
5.	-	146,67±75,87	e+++ f+

*Megjegyzés: e: embriogén (morfogén) kallusz, v: vizenyős, puha kallusz, f: elfehéredett kallusz, ±szórás SD

**Jelmagyarázat: +: a kallusztípus hozzávetőlegesen 0-25%-ban van jelen, ++: a kallusztípus hozzávetőlegesen 25-50%-os arányban van jelen, +++: a kallusztípus hozzávetőlegesen 50%-ot meghaladó arányban van jelen

A nem morfogén, vizuálisan kedvezőtlennek ítélt kalluszkok mennyisége ezeknél kezeléseknél volt a legkisebb, bár a nagy szórások miatt a kontroll (5. sz. táptalaj) közötti pozitív hatás számszerűleg nem volt szignifikáns (6. ábra). Eddigi eredményeink alapján kijelenthető, hogy az alkalmazott Kvb mályva fajhibrid genotípusok esetében embriogén kalluszkok előállítására az NAA+KIN kombináció koncentrációja pontos megállapítása tűnik a leghatékonyabbnak (6. ábra).



6. ábra: A Kvb *in vitro* kialakult kallusz típusai

Jelmagyarázat: A: anyanövény embriogén kalluszkokkal, B: embriogén kallusz klaszter, C: fehér/elfehéredett kallusz, D: vizenyős, puha kallusz

Ez a megfigyelésünk megerősítette Szarvas és mtsai. (2008) korábbi, egyéb mályvafélékkel folytatott kísérleti adatait. Az idézett munka során embriogén jellegű kalluszkok kialakulását nem figyelték meg (Szarvas és mtsai., 2008). Megjegyezzük, hogy a Kvb mályva fajhibrid genotípusok egyedi növényi növekedésszabályozó érzékenységének pontos vizsgálatára további kísérletek szükségesek.

2.5.2. Az embriogén Kvb mályva fajhibrid genotípusok kalluszainak növényregenerációja

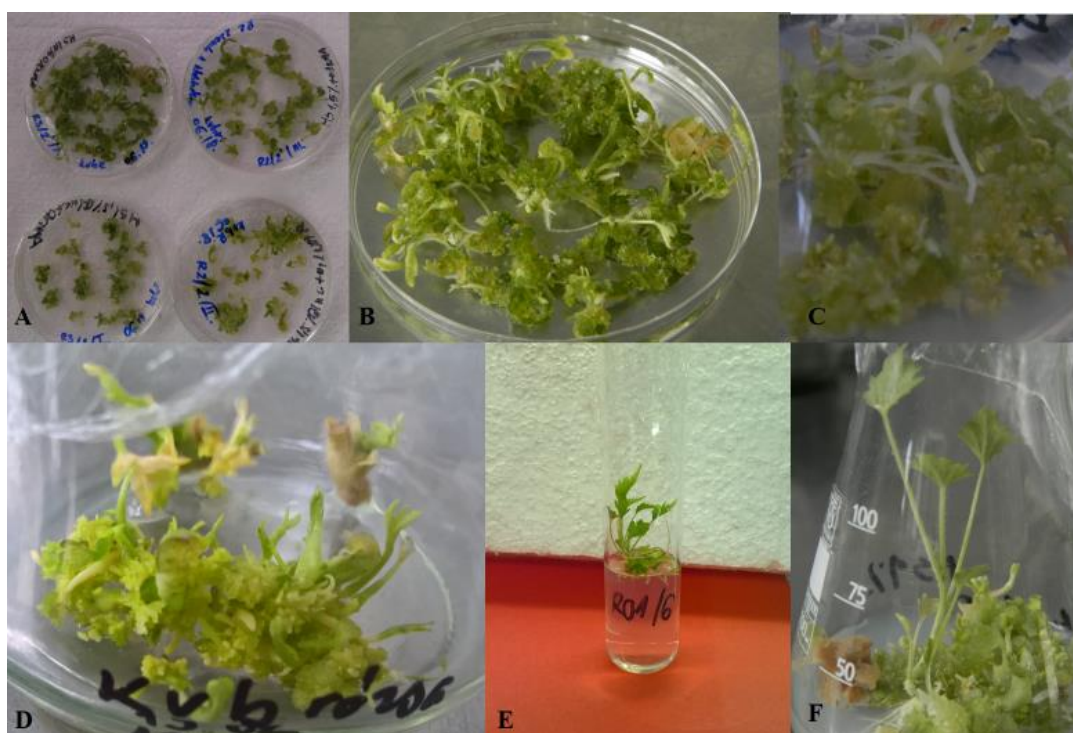
A Kvb mályva fajhibrid genotípusok regenerációs kísérlete során a csökkentett só ($\frac{1}{2}$ MS) és szénhidrát tartalom egyértelműen elősegítette a gyökérképződést a kallusz klasztereken. A legtöbb hajtás 1,5% (v/w) szacharóz 0,1 mg l⁻¹ NAA kiegészítéssel keletkezett és a legnagyobb számú teljes növény is ezen a táptalajon regenerálódott. A glükóz ugyan növelte a gyökeres klaszterek mennyiségét (tehát a gyökeresedési %-ot), azonban erőteljes kalluszosodás volt megfigyelhető, és a hajtások száma is kevesebb volt, amely jelenség nem kívánatos. A

kalluszok növekedése minden táptalajon megfigyelhető volt. Minőségi változást leginkább a glükóz és a ½ MS koncentráció jelentette (6. táblázat és 7. ábra).

6. táblázat: A csökkentett cukortartalmú és auxin tartalmú regeneráló táptalaj hatása a Kvb hibrdek *in vitro* gyökeresedés mértékére és hajtásregenerációjára

Táptalaj	Kallusz növekedés %	Kallusz típus	Hajtás	Gyökeresedési %	Teljes növény/pcs
½ MS 1%+ keményítő 2%	75±18,02	e++ v+++	5,5±3,9	45±11,1	0,5±0,5
MS 1%+keményítő 2%	90±14,14	e++ v++	4±1,22	15±20,6	1±0,7
MS 1,5% GLUC+0,1 NAA+SH vit.	82,5±30,31	e+ v+++	4,5± 3,64	45±28,72	0,75 ±0,83
MS 1,5%+0,1NAA+SH vit.	18,75± 7,39	e+++	11±7,11	11,25±5,44	8,75±2,38
½ MS 1,5%+KNO ₃ +SH vit.	77,5±2,78	e++ v+++	3,25± 2,58	42,5±21,65	0,75 ±0,83

Jelmagyarázat: pcs - Petri-csésze



7. ábra: Kvb embriogén kalluszok regenerációs kísérlete

Jelmagyarázat: A: A cukorforrás hatása a növényregenerációra (felső 2 szacharóz, alsó 2 glükóz); B: A 0,1 NAA, 1,5% szacharóz tartalmú táptalajon fejlődött embrióklaszterek különböző fejlettségű növényekkel; C: 1 % szacharóz, 10 g l⁻¹ keményítőt tartalmazó táptalajon fejlődött gyökerek és kalluszok; D: Hormonmentes táptalajon fejlődött embrionális kalluszok (4 hetes), E: 0,1 NAA, 1,5% szacharóz táptalajon fejlődött regenerált növény; F: 1% szacharóz, 10 g l⁻¹ keményítő tartalmú táptalajon fejlődött növény és kallusz.

Itt az embrionális kalluszok vizenyőssé, üvegessé váltak, ugyanakkor a gyökeresedési százalék magasabb volt. A kísérlet a csökkentett cukor tartalom és tápelem-koncentráció gyökeresítő hatását igazolta. Nem sikerült azonban egyetlen citokinin alkalmazásával olyan eredményes hajtásregenerációt elérni, mint a *H. acetostella* esetében TDZ és BA együttes alkalmazásával (Sakhanokho, 2008). Ennek érdekében a továbbiakban érdemes egyéb citokinin-hatású növekedésszabályozók alkalmazásának hatását is vizsgálni (TDZ, metatopolin).

2.6. A kertészetileg értékes Kvb fajhibrid genotípusok szaporítása zölddugványozással

A félfás zöld dugványozás során a hajtások középső már fásodott része bizonyult a legalkalmasabbnak (8. ábra). A vegetatív palántanevelés hatékonysága a dugványszedés idejének a megváltoztatásával, és egyéb alkalmazott gyökeresítő készítményt tesztelésével javítható.



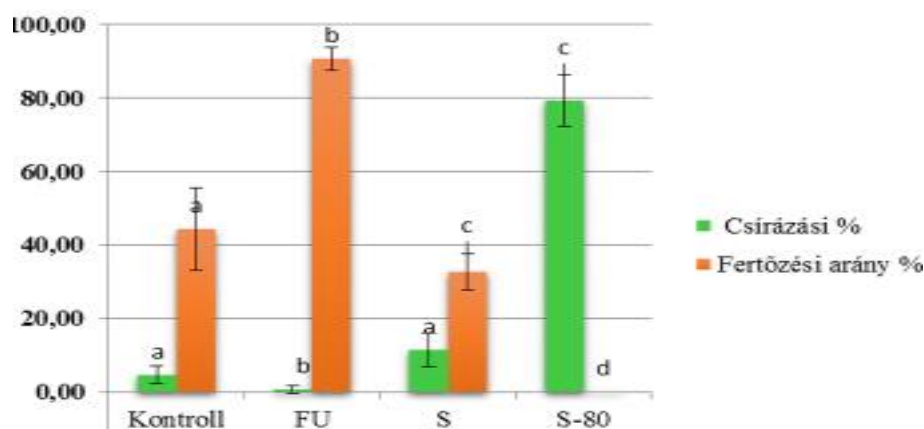
8. ábra: Kvb fajhibridek zölddugványaiból létesített törzsállomány. (2017, Debrecen).

Jelmagyarázat: A: Kvb fajhibrid gyökeres szárdugványa; B,C: Kvb fajhibrid szelektált genotípusok szárdugványai; D: A Kvb-1.

2.6.1. A *Sida* magbiológiai vizsgálatok eredményei

A magkezelések során először vizsgáltuk a magas hőmérsékletű nedves kezelés hatását a csírázásra (65, 80, 95°C). A legmegfelelőbbnek a 80°C-os kezelés bizonyult. A továbbiakban a magokat imbibálódási képességük alapján előszelektálva végeztük el a magkezelést. A felülúszó frakció (FU) három ismétlése közül (150 magból) mindössze egy darab csírázott ki, ezzel szemben a fertőzött magok aránya átlagosan 90,67%. Az ugyanazon magmintából, ugyanannyi ideig áztatott magok lesüllyedt/imbibálódott frakció (S) magjai átlagosan 11,33%-ban csíráztak ki, illetve 32,67%-ban voltak fertőzöttek. Ez a kontrollhoz viszonyítva átlagosan

6-7%-al jobb csírázást, illetve több mint 10%-al alacsonyabb fertőzési szintet jelent. Ezen magok további 80°C-os kezelésének eredménye (S-80), hogy a magvak átlagosan majdnem 80%-ban (79,33%) csíráztak, és a fertőzés mértéke nullára redukálódott, egyik ismétlésben sem figyeltünk meg fertőzést a kezelések ideje alatt.



9. ábra: A kettős magkezelés hatása a Sida magjainak csírázási százalékára és a fertőzött magok számára

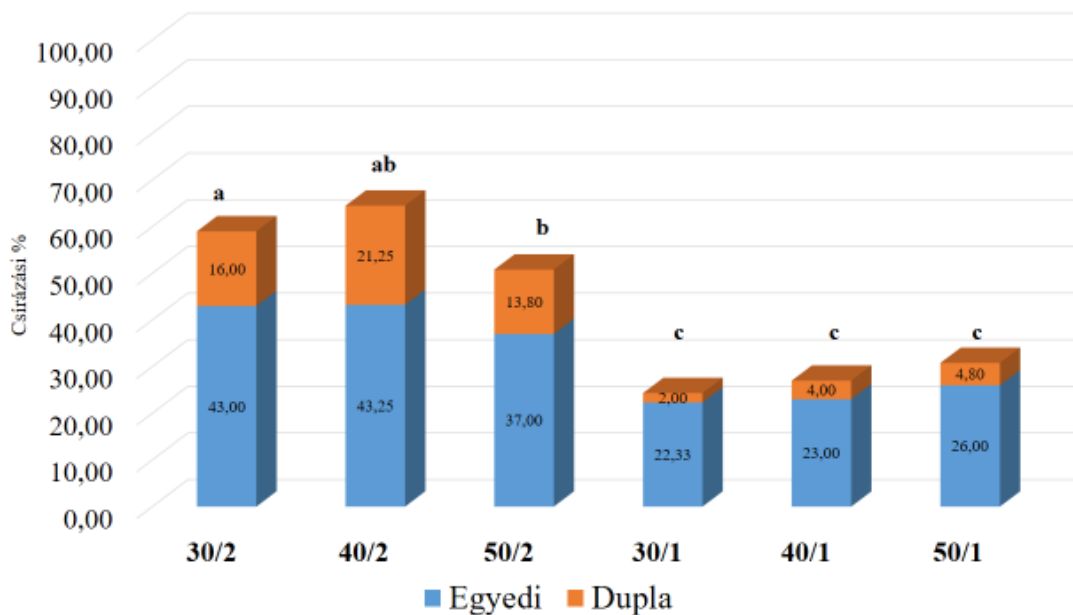
Jelmagyarázat: Az oszlop tetején az eltérő betűk a szignifikáns különbségeket mutatják, amelyet Tukey próbával, $p < 0,05\%$ szinten határoztam meg.

A kettős magkezelés hatása a csírázásra és a fertőzöttség arányára. Kontroll: nem frakcionált, szoba hőmérsékleten 2 percig desztillált vízben ázott magvak, FU: Lebegő magvak/felülúszó frakció, S: Lesüllyedt magvak/imbibálódott (megduzzadt) frakció, S-80: Lesüllyedt magvak/imbibálódott (megduzzadt) frakció 80°C-os vizes kezelésnek alávetve.

2.6.2. A Sida palántanevelési kísérletei

Dajkatálcás palántanevelés

Az 10. ábra mutatja a markáns különbséget a különböző időpontban végzett FVK hatékonysága között. A frissen kezelt magok csírázási %-a a 40 db/tálca sűrűség esetén meghaladta a 60%-ot. A 1-es számmal jelzett kezelések esetén a kezelést 30 nappal előzte meg a vetést, és itt a csírázási százalék 24,33-30,8% közötti. A duplán kelt magok ebben az esetben is viszonylag alacsonynak mondható 20% alatti. A sűrűség tekintetében a 40 db növény tálcánként bizonyult a leghatékonyabbnak, itt még a sűrűbben vett magok nem gátolják egymás csírázását mindkét kezelési idő esetén. Friss kezelés esetén jobban érvényesül a sűrítés hatása, ami a nagyobb növekedési erélynek köszönhető kompetíciónak tudható be (10. ábra). A palánták friss tömege között nem találtam szignifikáns különbséget a térállás függvényében.



10. ábra: A dajkatalcás palántanevelés három térállásban, a két különböző időpontban kezelt magokból

Megjegyzés: A különböző betű a szignifikáns különbségeket mutatja Tukey teszttel, bal: két kezelési idő közötti, a jobb a különböző térállás közötti különbségeket jelöli.

2.7. A Sida állomány várható biomassza hozamai

A telepített különböző térállások biomasszára gyakorolt hatása esetén megállapítható, hogy az idő előrehaladtával a nagyobb növényesűrűség (20 000 növény/ ha) talajkimerítő hatása egyre inkább érvényesült. A 2-3. évben még közel azonos termésátlaggal számolhatunk a dupla sűrűség esetén, a későbbiekben a tágabb térállás kiegyenlítettebb állományt eredményezett, 1. és az 5. évben is 8,6 tonna/ha termést eredményezett átlagban (7. táblázat). Az 5. évre a termésátlag drasztikus csökkenését a talajtani adatok nem magyarázzák. Ezt minden bizonnyal az állományt pusztító polifág gombabetegségeknek köszönhető.

A második évben trágyázás nélkül 10,2-11,8 száraz tonna/ha hozamot értünk el, az ezt követő években a nagyobb növényesűrűség (20 000 db/ha) talajkimerítő hatása egyre inkább érvényesült. A 10 000 db/ha-os növényesűrűség hozama ugyanakkor lényegében változatlan maradt a következő három évben is. Az extenzív technológia alkalmazása esetén a hosszú távú fenntartás érdekében viszont mindenképpen javasolható az állomány szervestrágyázása.

7. táblázat: A Sida kalkulált termésátlaga a belső tövek átlagtömege alapján (Debrecen)

Évek	Térállás (db/ha)	Belső tövek átlag tömege (g)	Termésátlag (kg/ha)
2011	10 000	300±56	2 996
	13 300	295±53	3 926
	20 000	195±39	3 908
2012	10 000	1121±441	11 209
	13 300	769±225	10 228
	20 000	594±210	11 871
2013	10 000	1126±592	11 265
	13 300	561±201	7 457
	20 000	514±218	10 283
2014	10 000	895±487	8 945
	13 300	427±176	5 674
	20 000	372±251	7 442
2015	10 000	861±614	8 612
	13 300	286±241	3 800
	20 000	211±140	4 218

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A *Kitaibelia vitifolia* és *Kitaibelia balansae* fajhibrid populációból a következő, eddig még le nem írt fenotípusok kerültek kiemelésre és jellemzésre: hat sárga levelű, un. aurea(Kvb A1-A6); három sötétrózsaszín virágú egyed, Kvb1-10, Kvb-1/2/4 és a Kvb 1/26. A Kvb 1/10 jelű félig terülő növekedési habitusú és a levelei (balansae típusú) egyszerű 3 rövid karéjra tagolódnak, a Kvb-1/2/4 félig terülő, a levél alakja egyszerű három karéjra tagolódik, a válla szíves és színe sötétzöld, a Kvb-1-26 erőteljesen felálló növekedési habitusú, a levelek 3 karéjra oszlanak, és derékszög vállasak. A Kvb -2/7 jelű egyed a halvány rózsaszín virágai és terülő növekedési habitusa miatt került kiemelésre. Továbbá a populációban megjelenő teljesen öntisztuló, Kvb-6/19, valamint a *Kitaibelia vitifolia*t meghaladó biomassa produkcióval rendelkező egyed (Kvb-2-1-4).
2. A sárga levélszínű, aurea *Kitaibelia* fajhibrid vonalak színét eredményező alacsony, klorofilltartalom (klorofill-a: 1,3-4,7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, klorofill b: 0,9-2,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) csökkenti a PSII fotoszintetikus rendszer hatékonyságát, az Fv/Fm értékek mindössze 0,1-0,35 között változtak, a kontroll 0,8 értékéhez viszonyítva, ezért a vegetáció kezdeti szakaszában az elraktározott tartalék tápanyagokból fedezi a kezdeti fejlődéshez szükséges energiát. Ezen ismeretek tükrében a visszavágás nyugalmi időszakban történő elvégzése, hatékonyabb és biztonságosabb fitotechnikát eredményez.
3. Áramlási citometria vizsgálatokkal alapján a *Kitaibelia* fajhibridek genommérete (1C: 2,33 pg) nem tért el szignifikánsan a *Kitaibelia vitifolia* genomméretétől (1C= 2,26 pg), az *Althea* x *Alcea* nemzetséghibrid esetében viszont genomméret növekedést (1C= 2,22 pg) tapasztaltunk a szülői vonalakhoz képest (1C: *A. officinalis*: 1,68 pg, *A. biennis*: 1,32 pg).
4. A mályvafajokkal végzett különböző magbiológiai kísérleteim során az imbibálódási képesség és a csírázási százalék között szoros pozitív összefüggést tapasztaltam. Ezek alapján a vizsgált fajok termesztésbe vonása esetén, a hatékony magkezelési eljárás kifejlesztése során a magok imbibálódási képessége alapján történő előszelekció elvégzése a *Sida hermaphrodita* esetében több mint 60%-al, az *Althea cannabina* esetében 8-10 %-al növeli a magkezelések hatékonyságát.

5. A magok kedvező beltartalmi paramétereit alapján, a *Kitaibelia* fajhibrid 16,7% olaj-, 16,5% fehérje-tartalma és kedvező zsírsav összetétele (62,4% linolsav, 15,2% olajsav) egy új nemesítési irányvonalat szabhat a fajhibrid nemesítésben, hiszen az egyik szülői vonalat (*Kitaibelia vitifolia*: 15,5% olaj- és 12,1% fehérje-tartalom) szignifikánsan felülmúlja beltartalmi paramétereit tekintve.

5. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. *In vitro* sejt-növény rendszer kifejlesztése *Kitaibelia* fajhibrid egy rózsaszín szirmú egyede esetében. Ez elengedhetetlen módszer annak érdekében, hogy a modern biotechnológiára alapozott precíziós nemesítési technikák eszköztárát igénybe vehessük a jövőben.
2. Az áramlási citometriai vizsgálatok során mért hozzávetőleges genomméretek ismeretében a különböző ökotípusok és hibrid populációk összehasonlítására, és későbbi nemesítési módszerek, mint például a poliploidizáció, kifejlesztésére és optimalizációjára nyílik lehetőség.
3. A *K. vitifolia* X *K. balansae* hibridpopuláció esetében kilenc értékes egyedből (Kvb-2-7, Kvb-1/26, Kvb-1-2-4, Kvb-1-10, Kvb- A1, Kvb-A3, Kvb-A4 Kvb-A5 Kvb-A6) dugványozással génbanki anyag létesült, mely valamely változat fajtabejelentése esetén felszaporítható, és kiültethető.
4. A Sida esetében kidolgozásra került egy hatékony kétlépéses magkezelés, amely vizes frakcionálást követő 80°C hőmérsékletű forróvizes kezelést foglal magában, és aminek segítségével az alacsony (5-10%-os) csírázási arány, a tavaszi tálcás palántanevelési kísérlet során 56,2%, a nyár végi tálcás palántanevelés során akár 70% fölé emelhető. Erre a magkezelésre alapozott un. dajkatálcás palántanevelési módszert fejlesztettünk és teszteltünk üzemi körülmények között, mely során a technika hatékornak, és programozhatónak bizonyult.

6. A TÉZIS IRODALOMJEGYZÉKE

- 659:2009, I. (2010). Magyar Szabványügyi Testület *Olajmagvak. Az olajtartalom meghatározása (referencia-módszer)* (Vol. MSZ EN ISO 659:2010).
- Dolezel, J. - Bartos, J.: 2005. Plant DNA flow cytometry and estimation of nuclear genome size. *Annals of botany*, 95. 1: 99-110. doi: 10.1093/aob/mci005
- Domokos, J.: 1934. Öntözetlen virágos gyepek Középmagyarország kertjeiben. *Kertészeti Szemle*. 180-186.
- Domokos, J.: 1957. A dísznövény magtermesztés jelen helyzete, élettani és export vonatkozásai. *MTA IV. Osztály Közleményei*, XII. 1-4,: 433-436.
- Fári, M. G. - Antal, G. - Kurucz, E. - Szabolcsy, É.: 2014. Biogenerációs növények kutatása a Debreceni Egyetemen és a magyar agrár-biotechnológiai innováció néhány kitörési pontja (The research of biogeneration plant in the University of Debrecen and the agro-biotechnology breaking points in Hungary). In F. Kalmár (Ed.), *Fenntartható energetika, megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával* (Sustainable energetic by optimized renewable energy sources (pp. 237-264). Debrecen: Akadémiai Kiadó.
- Honfi, P. - Steiner, M.: 2013. A magyar dísznövénytermesztés múltja, jelene és tendenciái. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar. ISBN 978-963-503-537-3
- Hsiao-Ching, L. - Tsai-Yun, L.: 2005. Isolation of plant nuclei suitable for flow cytometry from recalcitrant tissue by use of a filtration column. *Plant Molecular Biology Reporter*, 23. 1: 53-58.
- Khosh-Khui, M. - Sink, K.: 1982. Callus induction and culture of Rosa. *Scientia Horticulturae*, 17. 4: 361-370.
- Kováts, Z. 1980. Az egynyári virágok nemesítésének eredményei és útjai. Corvinus Egyetem, Budapest.
- Kováts, Z. - Gracza, P. - Fári, M. G. - Bisztray, G. - Mustafa, R. M. 1978. Összehasonlító szövettani vizsgálatok a nemesített Althaea fajokon és fajtákon. Paper presented at the XIII. Biológiai Vándorgyűlés.
- Kováts, Z. - Mustafa, R. M. - Albert, K. - Fridvalszky, L. - Fári, M. G. - Gracza, P.: (1978). Szövetfejlődéstani megfigyelések a sugárkezelt magvakból származó csíranövényeken. Paper presented at the XIII. Biológiai Vándorgyűlés.
- Murashige, T. - Skoog, F.: 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15. 3: 473-497.
- Porra, R. - Thompson, W. - Kriedemann, P.: 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 975. 3: 384-394.
- Sakhanokho, H. F.: 2008. In Vitro Multiple Shoot Induction and Plant Regeneration from Shoot Apices of Hibiscus acetosella Welw. ex. Hiern. *Journal of Crop Improvement*, 21. 2: 201-208. doi: 10.1080/15427520701885774
- Sakhanokho, H. F. - Zipf, A. - Rajasekaran, K. - Saha, S. - Sharma, G. C. - Chee, P. W.: 2004. Somatic embryo initiation and germination in diploid cotton (Gossypium arboreum L.). *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 40. 2: 177-181. doi: 10.1079/ivp2003497
- Schreiber, U. - Hormann, H. - Neubauer, C. - Klughammer, C.: 1995. Assessment of photosystem II photochemical quantum yield by chlorophyll fluorescence quenching analysis. *Functional Plant Biology*, 22. 2: 209-220.
- Szarvas, P. - Fári, M. G. - Kováts, Z. (2008). Mályvafajok (Alcea rosea, Alcea biennis, Althea officinalis) in vitro szaporításának lehetőségei Unpublished work.

7. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/300/2018.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kurucz Erika
Neptun kód: LM58N6
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10038192

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. **Kurucz, E.**, Fári, M.: Évelő mályvafélék.
Magy. Mezőgazd. 69 (21), 51-53, 2014. ISSN: 0025-018X.
2. **Kurucz, E.**, Szarvas, P., Fári, M.: Az amerikai bársonymályva (*Sida hermaphrodita* L. Rusby), mint mérsékelt égövi cserjepótló mályvaféle többcélú hasznosításának lehetőségei.
Agrártud. Közl. 46, 51-56, 2012. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

3. **Kurucz, E.**, Fári, M.: Improvement of germination capacity of *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby by seed priming techniques.
Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 4 (2), 137-142, 2013. ISSN: 2062-0810.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/IRASE.4.2013.2.7>
4. **Kurucz, E.**, El-Ramady, H., Fári, M.: Industrial-scale plantlet production by seed priming and nursery tray seeding method in *Sida hermaphrodita* L. Rusby.
Int. J. Hortic. Sci. 19 (3-4), 71-74, 2013. ISSN: 1585-0404.
5. **Kurucz, E.**, Szarvas, P., Fári, M.: Relation between the germination and infection ratio on *Sida hermaphrodita* L. Rusby seeds under hot water treatment.
Int. J. Hortic. Sci. 19 (1-2), 117-121, 2013. ISSN: 1585-0404.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

6. **Kurucz, E.**, Fári, M., Antal, G., Gabnai, Z., Popp, J., Bai, A.: Opportunities for the production and economics of Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita*).
Renew. Sust. Energ. Rev. 90, 824-834, 2018. ISSN: 1364-0321.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.007>
IF: 9.184 (2017)





7. **Kurucz, E.**, Antal, G., Fári, M., Popp, J.: Cost-effective mass propagation of Virginia Fanpetals (*Sida hermaphrodita* L. Rusby) from seeds.
Environ. Eng. Manag. J. 13 (11), 2845-2852, 2014. ISSN: 1582-9596.
IF: 1.065

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

8. **Kurucz, E.**, Koroknai, J., Domokos-Szabolcsy, É., Szarvas, P., Lévai, P., Fári, M.: A penszilvániai energiamályva (*Sida hermaphrodita* L. Rusby) szárszín-változatok gyökérdugványozása.
In: XIX. Növénynemesítési Tudományos Nap : összefoglalók. Szerk.: Hoffmann Borbála, Kollaricsné Hováth Margit, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 112, 2013. ISBN: 9789639639508
9. **Kurucz, E.**, Szarvas, P., Kovács, G., Kovács, Z., Fári, M.: A sida (*Sida hermaphrodita* L.) nemesítése és többcélú hasznosításának lehetőségei.
In: XVIII. Növénynemesítési Tudományos Napok. Szerk.: Veisz Ottó, [MTA Mezőgazd. Kutint.], [Martonvásár], 102, 2012. ISBN: 9789638351388

További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (2)

10. Fári, M., Molnár, M., Antal, G., Domokos-Szabolcsy, É., Harangi-Rákos, M., **Kurucz, E.**, Kralovánszky, U. P., Lisztes-Szabó, Z., Pető, K., Szakály, Z., Veres, S., Popp, J.:
Biotechnológia, anno 1920-1938 és ma: Ereky Károly programja a fehérjeprobléma megoldásáról és napjaink feladatai. Szaktudás Kiadó Ház ;, Budapest, 436 p., 2016. ISBN: 9786155224676
11. Fári, M., Kralovánszky, U. P., Harangi-Rákos, M., Pető, K., Szakály, Z., Csíder, I., Antal, G., **Kurucz, E.**, Bradács, Z., Domokos-Szabolcsy, É., Popp, J.: Biotechnológia, anno 1917-1919: Ereky Károly víziója az élettudomány alkalmazásáról. Szaktudás Kiadó Ház ;, Budapest, 261 p., 2015. ISBN: 9786155224652

Magyar nyelvű könyvrészek (1)

12. Fári, M., Antal, G., **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É.: Biogenerációs növények kutatása a Debreceni Egyetemen és a magyar agrár-biotechnológiai innováció néhány kitörési pontja.
In: Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával (DENZERO). Szerk.: Kalmár Ferenc, Akadémiai Kiadó, Budapest, 237-268, 2014. ISBN: 9789630595407





Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

13. Fári, M., **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É.: Újabb adatok a magyar genetika történetéhez I.: Oláh László emlékezete.
Debr. Szle. 3, 364-375, 2017. ISSN: 1218-022X.
14. Kaprinyák, T., **Kurucz, E.**, Koroknai, J., Fári, M.: Rippl-Rónai színei a hazai közparkokban: új, szintetikus mezei zsálya színkeverék előállítása és felhasználása.
Agrártud. Közl. 55, 59-64, 2014. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

15. Antal, G., **Kurucz, E.**, Fári, M.: Alternatives of bioenergy feedstock production based on promising new perennial rhizomatous grasses and herbaceous semishrub crops in Hungary.
Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 6 (1), 41-46, 2015. ISSN: 2062-0810.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/1848.2015.6.1.6>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

16. Antal, G., **Kurucz, E.**, Fári, M., Popp, J.: Tissue culture and agamic propagation of winter-frost tolerant 'Longicaulis' *Arundo donax* L.
Environ. Eng. Manag. J. 13 (11), 2709-2715, 2014. ISSN: 1582-9596.
IF: 1.065

Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

17. Antal, G., **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É., Fári, M.: Biogenerációs növények kutatása és a bioipari farmok jövője Magyarországon: áttekintés.
In: LVI. Georgikon Napok, Nemzetközi Tudományos Konferencia: Programfüzet / [közread. a] Pannon Egyetem Georgikon Kar, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 15-24, 2014.
ISBN: 9789639639591
18. Kaprinyák, T., **Kurucz, E.**, Koroknai, J., Fári, M.: Átfogó innovációs megközelítés szükséges a hazai zöldfelület tervezésében-flowerborder = Comprehensive innovation approach will be necessary in the domestic greenspace-planning-flowerborder.
In: Gazdálkodás és menedzsment tudományos konferencia : "Környezettudatos gazdálkodás és menedzsment". Szerk.: Ferencz Árpád, Kecskeméti Főiskola, Kecskemét, 203-207, 2013.
ISBN: 9786155192203

Idegen nyelvű konferencia közlemények (2)

19. Antal, G., **Kurucz, E.**, Fári, M.: Alternatives of bioenergy feedstock production based on promising new perennial rhizomatous grasses and herbaceous semishrub crops in Hungary.
In: Proceedings of DENZERO International Conference: Sustainable energy by optimal integration of renewable energy sources = Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával : 9-10 october 2014 : Debrecen, Hungary, University of Debrecen, Debrecen, 213-223, 2014. ISBN: 9789634737360





20. Antal, G., **Kurucz, E.**, Fári, M.: Requirements, results and problems of large-scale in vitro biomass plant propagation.
In: Proceedings of DENZERO International Conference: Sustainable energy by optimal integration of renewable energy sources = Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával : 9-10 october 2014 : Debrecen, Hungary, University of Debrecen, Debrecen, 224-234, 2014. ISBN: 9789634737360

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (5)

21. Koroknai, J., Makleit, P., Kovács, S., Bákonyi, N., Tóth, I. O., **Kurucz, E.**, Lisztes-Szabó, Z., Zsiláné André, A., Domokos-Szabolcsy, É., Veres, S., Fári, M.: Épített belső terek levegőminőségének javítása aktív és passzív rizo-fitofiltrációval.
In: XXIII. Növénynevelési Tudományos Nap : Összefoglalók. Szerk.: Veisz Ottó, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 112, 2017. ISBN: 9789638351449
22. Kaszás, L., Kovács, Z., Domokos-Szabolcsy, É., Molnar, M., **Kurucz, E.**, Fári, M.: Zöldlé versus LFK: Lehetőségek a növényi fehérjehordozó probléma megoldásában.
In: XXII. Növénynevelési Tudományos Nap : Összefoglalók. Szerk.: Veisz Ottó, Polgár Zsolt, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 90, 2016. ISBN: 9789633960851
23. **Kurucz, E.**, Antal, G., Fári, M.: A biofinomítók új, alternatív növényeinek kutatása: az amerikai bársonymályva (Sida hermaphrodita L. Rusby).
In: XXI. Növénynevelési Tudományos Napok, Összefoglalók. Szerk.: Veisz Ottó, MTA Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága; Magyar Növénynevelők Egyesülete, Martonvásár, 53, 2015. ISBN: 9789638351432
24. Antal, G., **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É., Popp, J., Fári, M.: Marginális területek hasznosítása biomassza növényekkel: a biológiai, az ökológiai és az ökonómiai szempontok kutatása.
In: XX. Növénynevelési Tudományos Nap : Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban. Szerk.: Veisz Ottó, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 8, 2014. ISBN: 9789638351425
25. Koroknai, J., Kaprinyák, T., **Kurucz, E.**, Kertész, T., Domokos-Szabolcsy, É., Lévai, P., Fári, M.: Kísérletek biotechnikára alapozott "hort-in-box" rendszer kifejlesztésére kül- és beltéri alkalmazásokhoz.
In: XIX. Növénynevelési Tudományos Nap : összefoglalók. Szerk.: Hoffmann Borbála, Kollaricsné Horváth Margit, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 107, 2013. ISBN: 9789639639508





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (7)

26. Fári, M., Antal, G., **Kurucz, E.**, Kaprinyák, T., Alshaal, T., Elhawati, N. A., Abd Alla, N. A., El-Ramady, H., Domokos-Szabolcsy, É.: Bioipari célra nemesített élő biomassza növények kutatása Debrecenben: plantbiogen program = Research on dedicated perennial biomass crops in Debrecen : the plantbiogen program.
In: XX. Növénytermesztési Tudományos Nap : Növénytermesztés a megújuló mezőgazdaságban. Szerk.: Veisz Ottó, A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Növénytermesztési Tudományos Bizottsága, [Budapest], 140-144, 2014. ISBN: 9789638351425
27. **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É., Antal, G., Kaprinyák, T., Alshaal, T., Elhawati, N. A., Abd Alla, N. A., El-Ramady, H., Fári, M.: Biotechnology assisted breeding of endangered virginia mallow (*Sida hermaphrodita* L.) in Central Europe.
In: International Conference : Climate changes and sustainable development of natural resources : book of abstracts / [ed. by Kafrelsheikh University], Kafrelsheikh University, Egypt, 81-82, 2014.
28. Fári, M., Antal, G., **Kurucz, E.**, Kaprinyák, T., Alshaal, T., Elhawati, N. A., Abd Alla, N. A., El-Ramady, H., Domokos-Szabolcsy, É.: Biotechnology of new dedicated biomass crops: plantbiogen program in Hungary.
In: International Conference : Climate changes and sustainable development of natural resources : book of abstracts / [ed. by Kafrelsheikh University], Kafrelsheikh University, Egypt, 22, 2014.
29. Kaprinyák, T., Koroknai, J., **Kurucz, E.**, Kertész, T., Domokos-Szabolcsy, É., Antal, G., Lévai, P., Fári, M.: Development and application of "hort-IN-box"-system.
In: International Conference : Climate changes and sustainable development of natural resources : book of abstracts / [ed. by Kafrelsheikh University], Kafrelsheikh University, Egypt, 82, 2014.
30. Kaprinyák, T., Koroknai, J., Antal, G., Szarvas, P., **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É., Bradács, Z., Tóth, C. A., Szakadát, G., Wagner, C. O., Fári, M.: Horticultural application of Brazilian ginseng (*Pfaffia Glomerata* L.) in Hungary.
In: XIV. Nemzetközi Tudomány Napok : Az átalakuló, alkalmazkodó mezőgazdaság és vidék : Program : Előadások és poszterek összefoglalói. Szerk.: Takácsné György Katalin, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös, 189, 2014. ISBN: 9789639941755
31. Antal, G., **Kurucz, E.**, Fári, M.: Utilization of marginal lands with biomass plants: researching biotechnological, ecological and economic aspects.
In: 11th International Conference on Climate Changes and Sustainable Development of Natural Resources, Book of Abstract / Egyptian Soil Science Society; Kafrelsheikh University, Kafrelsheikh University, Egypt, 83-84, 2014.





**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

32. Fári, M., Antal, G., Alshaal, T., Elhawati, N. A., El-Ramady, H., **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É.: Biotechnology of Biomass Supply Chain: Central European Perspective.
In: Proceedings of the Pannonian Plant Biotech Association Workshop "Plant for the future" / [ed. Pannonian Plant Biotech Association], Pannonian Plant Biotech Association, [Cluj-Napoca], 14-15, 2013.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 11,314

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
10,249**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2018.09.11.

