

DEBRECENI EGYETEM

**KERPELY KÁLMÁN NÖVÉNYTERMESZTÉSI- ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA**

Doktori iskola vezető:

Prof. Dr. Nagy János

egyetemi tanár

Témavezető:

Prof. Dr. Fári Miklós Gábor

egyetemi tanár

**MÉRSÉKELT ÉGÖVI CSERJEPÓTLÓ MÁLYVAFÉLÉK
TÖBBCÉLÚ HASZNOSÍTÁSA**

Készítette:

Kurucz Erika

doktorjelölt

DEBRECEN

2018

MÉRSÉKELT ÉGÖVI CSERJEPÓTLÓ MÁLYVAFÉLÉK TÖBBCÉLÚ HASZNOSÍTÁSA

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében a növénytermesztési és
kertészeti tudományok tudományágban

Írta: Kurucz Erika okleveles agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán doktori iskolája
Növénytermesztési és kertészeti tudományok doktori programja keretében

Témavezető: Prof. Dr. Fári Miklós Gábor

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. Hodossi Sándor DSc
tagok: Dr. Dobrányszkai Judit DSc
Dr. Bisztrai György DSc

A doktori szigorlat időpontja: 2016.03.11.

Az értekezés bírálói:

név	fokozat	aláírás
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

A bírálóbizottság:

	név	fokozat	aláírás
elnök:	_____	_____	_____
tagok:	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
titkár:	_____	_____	_____

Az értekezés védésének időpontja: 20...

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	7
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	11
2.1. Az alulértékelt (underestimated), alternatív hasznosítású növényfajok nemesítésének nemzetközi helyzete	11
2.2. A mályvafélék jelentősége	12
2.3. A mérsékelt égövi félcsérje mályvafélék morfológiai leírása	15
2.3.1. A vizsgálatba vont <i>Kitaibela</i> fajok jellemzése	15
2.3.2. <i>Kitaibela vitifolia</i> Willd. x <i>Kitaibela balansae</i> Bioss.....	15
2.3.3. Az <i>Althea</i> és <i>Alcea</i> nemzetség	16
2.3.4. <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby.....	17
2.4. A mályva fajok citológiai viszonyai és genetikai diverzitása.....	18
2.4.1. Citológia	18
2.5. A mérsékelt égövi félcsérje mályvafélék szaporodásbiológiája	20
2.5.1. Generatív szaporítás	20
2.5.2. Vegetatív szaporítás	24
2.6. A <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby. biomassa célú hasznosításának lehetőségei	27
2.6.1. A biomassa célú hasznosítás előzményei	27
2.6.2. A <i>Sida hermaphrodita</i> bioenergetikai hasznosításának lehetőségei.....	30
2.7. A mérsékelt égövi félcsérje mályvafélék nemesítése	31
2.7.1. Keresztezéses nemesítés	31
2.7.2. Mutáns indukció.....	33
2.7.3. Poliploidizálás	33
2.7.4. A félcsérje mályvafélék hazai nemesítése, genetikai-, biotechnológiai kutatása, és kertészeti célú alkalmazásának helyzete	36
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	40
3.1. A <i>Kitaibela vitifolia</i> Willd. x <i>Kitaibela balansae</i> Bioss. (Kvb) fajhibrid populáció és a vizsgált fajok fenotípezálása.....	40
3.1.1. A Kvb fajhibrid populáció morfológiai jellemzése	40
3.1.2. Mikroszkópos sztómavizsgálat epidermisz nyúzatból	40
3.1.3. A fotoszintézis vizsgálatok növényanyaga	41
3.1.4. A klorofill tartalom meghatározása spektrofotometriás módszerrel	41

3.2. A félcserje mályvafajok és fajhibridek vizsgálata áramlási citometria (flow cytometry) módszerrel	42
3.3. A félcserje mályvafajok és fajhibridek genetikai diverzitásának vizsgálata molekuláris genetikai markerekkel	43
3.3.1. <i>DNS extrakció, PCR reakció</i>	43
3.4. A vizsgált félcserje mályvafajok és fajhibridek magbiológiai vizsgálatai	44
3.4.1. <i>Növényi anyag</i>	44
3.4.2. <i>Magok beltartalmi értékeinek vizsgálata</i>	44
3.5. A kertészeti értékű Kvb (Kvb-1-1-1) fajhibrid genotípus <i>in vitro</i> szaporítási kísérletei.....	46
3.5.1. <i>Az in vitro tenyésztés indítása</i>	46
3.5.2. <i>A tenyésztés körülményei</i>	47
3.5.3. <i>Az in vitro kallusz és hajtás fejlődés vizsgálata NAA és KIN hatására</i>	48
3.5.4. <i>Embriogén Kvb fajhibrid mályva genotípus kalluszok regenerációs kísérlete</i> 49	
3.6. A kertészeti értékű Kvb fajhibrid genotípusok szaporítása dugványozással. 50	
3.7. A <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby magbiológiai és palántanevelési kísérletei	50
3.7.1. <i>Magbiológia és magkezelés</i>	51
3.7.2. <i>Palántanevelési kísérletek</i>	53
3.8. A <i>Sida hermaphrodita</i> Rusby. biomassza-hozam vizsgálata.....	55
3.9. Statisztikai analízis	56
4. EREDMÉNYEK.....	57
4.1. A hasadó <i>Kitaibela vitifolia</i> Willd. x <i>K. balansae</i> Boiss. (Kvb) hibridpopuláció morfológiai jellemzése.....	57
4.1.1. <i>A Kitaibela vitifolia</i> Willd. x <i>K. balansae</i> Boiss. (Kvb) szelektált egyedeinek sztómasűrűsége	59
4.1.2. <i>A Kitaibela vitifolia</i> Willd. x <i>K. balansae</i> Boiss. sárga levelű változatainak (Kvb-A) fotoszintetikus pigment tartalma és asszimilációs hatékonysága	61
4.2. Mérsékelt égövi félcserje mályvafaj- és fajhibridek citológiai és genetikai vizsgálata	64
4.2.1. <i>A vizsgált mályva félcserje fajok, fajhibridek genommérete</i>	64
4.2.2 <i>Mérsékelt égövi félcserje mályvafajok és fajhibridek genetikai diverzitásának vizsgálata molekuláris markerekkel</i>	65
4.3. A félcserje mályvafajok és fajhibridek magbiológiai vizsgálatai	68

4.3.1.	<i>A beltartalmi értékek összehasonlító vizsgálatainak eredményei</i>	68
4.3.2.	<i>A Kitaibela vitifolia és az Althaea cannabina csírázási erélyének, és fertőzőtségének vizsgálata</i>	70
4.4.	<i>A Kvb fajhibrid in vitro szaporítási eredményei</i>	72
4.4.1.	<i>A Kvb -1-1-1 fajhibrid in vitro kallusz- és hajtás fejlődése NAA és KIN hatására</i>	72
4.4.2.	<i>Az embriogén Kvb-1-1-1 mályva fajhibrid genotípus kalluszainak növényregenerációja</i>	76
4.5.	<i>A kertészetileg értékes Kvb fajhibrid genotípusok szaporítása dugványozással.</i>	77
4.6.	<i>Sida hermaphrodita Rusby.</i>	79
4.6.1.	<i>A Sida kontroll és poliploid vonalak sztómasűrűsége</i>	79
4.6.2.	<i>A Sida kontroll és poliploidizáláson átesett egyedeinek fotoszintetikus pigment-tartalma, asszimilációs hatékonysága és hozzávetőleges genommérete ..</i>	79
4.6.3.	<i>A Sida magbiológiai vizsgálatok eredményei</i>	81
4.6.4.	<i>A Sida magjainak endogén gombabetegségei</i>	84
4.6.5.	<i>A Sida magjain beltartalmi paramétereinek összehasonlítása a különböző évjáratokban</i>	86
4.6.6.	<i>A Sida magkezelése során kialakuló mag-frakciók beltartalmi paramétereinek összehasonlítása</i>	87
4.6.7.	<i>A Sida palántanevelési kísérletei</i>	89
4.6.8.	<i>A Sida állomány várható biomassza hozamai</i>	93
5.	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	94
6.	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	98
7.	GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK.....	100
8.	ÖSSZEFOGLALÁS (magyar nyelven)	101
9.	ÖSSZEFOGLALÁS (angol nyelven)	105
10.	IRODALOMJEGYZÉK	109
11.	PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	121
12.	NYILATKOZATOK	127
13.	MELLÉKLETEK.....	128

Rövidítések jegyzéke

Kvb - *Kitaibela vitifolia* Willd. x *Kitaibela balansae* Boiss fajhibrid

Sida - *Sida hermaphrodita*

AHN - Alternatív hasznosítású növényfajok

MS - Murashige - Skoog, 1962 Murashige és Skoog Alap sókeverék vitaminnal kiegészítve növényi szövettenyészetekhez, por alakban, 4,4 g l⁻¹ ajánlott koncentráció.

KIN - 6-Furfurylaminopurine, N6-Furfuryladenin

NAA - α -naftilecetsav

BAP - 6-Benzylaminopurin

m-topolin - 6-(3-hydroxybenzylamino)purin; 3-[(7H-purin-6-ylamino)methyl]phenol; 3-[(9h-purin-6-ylamino)methyl]phenol; Phenol, 3-[(1H-purin-6-ylamino)methyl]

TDZ - Thidiazuron

2-4D - 2,4-Dichlorophenoxyecetsav

PSII - Photosystem II., II. Fotokémiai rendszer

1. BEVEZETÉS

A 21. század gyors változásai, a globalizáció, népességnövekedés a technológia egyre gyorsuló fejlődése új kihívás elé állítja napjainkban a növénytermesztőket. A Föld növekvő népességének táplálása, az emberek és a környezet egészséges egyensúlya megőrzésének globális megvalósításához a problémák koherens, hosszútávú és együttes megoldása szükséges. A tudomány és a technológia napjainkra egyre több lehetőséget biztosít a feladatok gyakorlati megvalósításához, amennyiben megfelelő mértékű társadalmi és gazdasági erőforrás áll rendelkezésre. A fő kérdés az, hogyan lehetséges a jövőben 9 milliárd ember egészséges táplálásának biztosítása fenntartható módon. A válasz lehet egy „új zöld forradalom”, melyben a globális problémák újraértelmezésébe és komplex kezelésébe a tudomány és az innováció szabja meg a főbb irányvonalakat. A főbb területek élelmiszerbiztonsági szempontból a következők: növénytermesztés; átgondolt, fejlett víz- és vegyszerfelhasználás; újgenerációs peszticidek, a rezisztencia kialakulásának és a környezet terhelésének csökkentése érdekében; új vegyszermentes agrotechnika és növényvédelem; feldolgozáskori veszteségek minimalizálása, fenntarthatóbb állattenyésztés (Beddington, 2010). Azonban a globalizáció hatására megnövekedett élettartam és a lakosság városokba történő migrációja az élelmiszer biztonságon túl, a városi környezet kialakításában a szemléletváltást és az innovációt sürgeti. Egyes becslések szerint 2050-re a föld lakosságának, ami akkorra 9 milliárd fő lesz várhatóan, a 70%-a fog városokban élni. Ez a szám több, mint a Föld mostani lakossága (Clay, 2011). Ilyen körülmények között nem csak az élelmiszer termelés, de a városi zöldfelület gazdálkodásban nagyobb szerepet kell biztosítani a tudománynak és az innovációnak. Napjainkra egyre növekszik az igény az olyan kutatások iránt, amelyek újszerű, praktikus és fenntartható megoldást jelenthetnek akár egyszerre több problémára.

Egy újszerű megközelítés lehet a városi zöldfelület gazdálkodásba olyan, nagy biomassza hozamú, ellenálló, városi és extenzív körülményeket toleráló, díszértékkel bíró fajok bevonása, melyek akár biomassza termeléssel, melléktermék hasznosítási lehetőséggel hozzájárulnak a városi területek többirányú hasznosításához és az egészséges környezet kialakításához. E kutatási irányvonalat hazánkban a dísz- és energianövény nemesítésben Dr. Kovács Zoltán képviselte és emelte nemzetközi színvonalra 1960-as évektől 2010-ben bekövetkezett haláláig. A neves kutató a fent említett problémakör komplex megoldására a mérsékelt övi félcserje mályvafélék egyes fajainak bevonását találta az egyik ígéretes megoldásnak.

A rost-, dísz-, gyógy- és biomassza mályvák jelentőségét azzal is megvilágíthatjuk, miszerint a mályvafélék számos (Afrika, Ázsia, USA stb.) térségben kiemelkedő rostonövényként, gyógy- és dísznövényként ismertek és termesztettek, jelentős gazdasági szegmenst tesznek ki (pl. gyapot, hibiszkusz fajok, orvosi ziliz stb.).

A mérsékeltéghővi mályvanemesítés későbbiekben bemutatott eseményei világszínvonalra emelték hazánkban ezt a szakterületet. Dr. Kováts Zoltán munkájáért 1980-ban megkapta az MTA Doktora címet. Azóta mintegy 30 nemzetközi nemesítői aranyérmét szerzett a világ különböző pontjain (Golden Medal: FleuroSelect, All American Selection). Nem csak a dísznövény nemesítés területén alkotott kiemelkedőt, de a régi tudást ötvözve a legújabb irányvonalakkal alkotott meg olyan többhasznú mályva fajtákat, faj- és nemzetség hibrideket (például az un. *Alcea rosea* 'Holló' nevű un. festőmályva fajtát, melynek szinte fekete virágai kiváló ételfesték alapanyagok), melyek a mai kor kihívásainak teljes mértékben megfelelnek.

Példa értékű, magas színvonalú volt az a szakmai összefogás, amely a dísznövény szakmában Domokos János professzor és Dr. Kováts Zoltán között kialakult, és oly nagy sikerrel folytatódott a múlt század ötvenes éveiben (Honfi - Steiner, 2013). E korszak eredményeinek a tudománytörténeti áttekintése a közelmúltban megkezdődött (Kisvarga et al., 2017; Sz.Kisvarga et al., 2018). Tekintettel a klímaváltozásra és más fontos régi-új kihívásra, fontos megemlíteni, hogy a múlt század harmincas éveiben megkezdett, tudományos alapokra fektetett innovatív dísznövényfelhasználás és nemesítés tapasztalatainak hasznosítása elengedhetetlen a jövőbeni sikeres munkához. (Domokos, 1934, 1957, 1964; Kováts, 1980a, 1980b, 1986).

Dr. Kováts Zoltán 2003 óta a Debreceni Egyetem AMTC MTK kertészeti oktatásában és kutatásaiban vett részt, majd 2006-tól az Ereky Károly Biotechnológiai Alapítvány közreműködésével végzett szakértői munkát, a 2010. májusában bekövetkezett haláláig (Kisvarga et al., 2017; Sz.Kisvarga et al., 2018).

A kettős irányvonal, amelyet majd 30 évvel ezelőtt megszabott, még mindig innovatív és helytálló irányelveket fogalmaz meg, melyek a mályvák biotechnológiára alapozott nemesítése és biomassza irányú hasznosítása, un. biogenerációs növényekké nemesítése.

Ezen növények egyik ismérve, hogy biotechnológiai eszközökkel történő nemesítésük elsősorban arra irányul, hogy marginális területeken is képesek legyenek magas biomassza produkcióra (Fári et al., 2014), illetve a városi környezetben se veszítsenek

díszítő értékükből. Egyes kalkulációk szerint jelenleg a világon a marginális területek nagysága Európa, Afrika, Észak-Amerika, India illetve Kína területén eléri a 1 107-1 411 millió hektárt, ha beszámítjuk az un. fajgazdag, alacsony hozamú pusztákat is. Ezen területeken elméletileg meg lehetne termelni a világ folyékony üzemanyag szükségletének a 25-30%-át (Cai et al., 2010). Ha sikerülne a városi, kihasználatlan, marginális kondíciókkal rendelkező területek ilyen többirányú hasznosítása, az új irányvonalakt nyithatna a dísz- és biomassza növény nemesítés területén.

A *Kitaibela* nemzetség két tagja a *Kitaibela vitifolia* WILD. és a *Kitaibela balansae* BOISS. jól beilleszthetők a fent megfogalmazott irányelvek kereteibe. Az előbbi a magyar szívhez igen közel álló endemikus faj, mivel „*az első kerti virág amely magyar föld szülötte, magyar ember felfedezése és magyar kéz ültetése*” (Rapaics, 1932). Kitaibel Pál 1795-ben írta le a fajt, melynek lelőhelyéül a Szerémséget jelölte meg. A sokáig egy fajt számláló nemzetség később a francia B. Balansa utazóról elnevezett *Kitaibela balansae* Boiss. fajjal bővült. A fajt maga Balansa gyűjtötte 1855-ben, leírása pedig a Boissier Flora Orientalis-ban jelent meg(Boissier, 1867). Az eredeti kis-ázsiai magból felnevelt *Kitaibela balansae* Bioss virágzó példányát Priszter Szaniszló híres botanikus vizsgálta és hasonlította össze a *Kitaibela vitifoliával* Kováts Zoltán budatétényi gyűjteményében (Priszter, 2001). Kertészeti szempontból a *K. balansae* rózsaszínes virágaival, változatos növekedési habitusával kitett területen is igen értékes díszlő faj (De Belder, 1993). A fajt Nyugat-Törökország és Macedónia területén írták le, ahol igen kis egyedszámban fordul elő. E két faj egyedfejlődése nemrégén válhatott szét, mivel egymással spontán kereszteződni képesek a lehetőségek tárházát nyitva ezzel a domesztikálás területén. E két faj előnyös tulajdonságainak ötvözése ígéretes többhasznú mályva hibridek létrejöttét eredményezheti és nyitna új utat a méltatlanul elhanyagolt fajok nemesítése területén.

A másik ígéretes évelő cserjepotló mályvafaj a *Sida hermaphrodita*. Az Észak-Amerikából származó évelő félcserje biomassza célú kutatása az 1950-es években kezdődött Lengyelországban (Borkowska - Styk, 2006a). Ellenálló képessége és magas, jó minőségű biomasszája, cellulóz tartalma miatt ígéretes energianövény a mérsékelt égövi klímán. Magyarországra a '80-as években került be Kováts Zoltán gyűjteményébe, *Kitaibela* magokkal keveredve. A mályva gyűjteményben kitűnt mályvarozsdával szembeni ellenállóságával, változatos szárszínének díszítő értékével és magas biomassza produkciójával, amellyel felhívta magára a híres nemesítő figyelmét. A faj azóta többször

is bekerült a hazai energianövény termesztés fajtajegyzékébe más vonalon 'Petemi' néven, bár kertészeti felhasználására eddig még nincs példa.

Kutatásaim célja, néhány ígéretes mályva félcserje faj tanulmányozása, a többcélú hasznosíthatóság szempontjából, folytatva a Kováts Zoltán által elkezdett és a Debreceni Egyetem Mezőgazdasági Növénytan Növényélettan és Biotechnológiai Tanszékén folytatott innovatív kutatómunkát. Legfontosabb célom az volt, hogy a Kováts Zoltán által létrehozott és kiemelt fajokat és hibrideket olyan szempontból vizsgáljam, hogy azok megfelelnek-e a kutató által támasztott követelményeknek, beilleszthetők-e az általa megszabott nemesítési irányvonalakba. (A kutatási célokat részletesebben a 37.oldalon.)

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az alulértékelt (underestimated), alternatív hasznosítású növényfajok nemesítésének nemzetközi helyzete

Az alulértékelt, alternatív hasznosítású biomassza-, gyógy-, élelmiszer vagy dísnövény fajok nemesítése a mai napig kevésbé tanulmányozott terület a kutatók, de főleg a növénynemesítők számára. Napjainkig nemzetközi, átfogó nemesítési programok a főbb szántóföldi és egyéb élelmiszer növényekre koncentráltak, mely programok intenzitása, támogatottsága az adott növény gazdasági értékével arányos. Ennek a tendenciának köszönhető, hogy a nem hagyományosan vett hasznosítási irányt vagy technológiát igénylő fajok nemesítése háttérbe szorult, és a XXI. századig nem került a nemzetközi nemesítési programok homlokterébe. A fent említett tendencia a FAO adataiból is jól megmutatkozik. A 300-500 ezer potenciális növényfajból 6-7 ezer faj volt köztermesztésben, valamint egyéb 25 ezer fajt használtak gyógyászati célra. Napjainkra a hagyományos, tájjellegű fajok és fajták legtöbbször kiszorították a gazdaságilag jelentős kultúrnövények. A 21. századra a fajok száma a köztermesztésben 120-ra csökkent, melyből mindössze 30 faj elégíti ki a világ protein ill. kalória igényének a 95%-át (Fao, 1996). Ebből a 30 fajból 12 kultúrnövény képviseli a fogyasztás 75%-át, ebből a rizs a búza és a kukorica 50% (De La Cruz Torres et al., 2013). Ez egy igen nagy globális függést eredményez ettől a pár fajtól, ami növeli a szelekciós nyomást úgy, hogy a mezőgazdasági területek kihasználása, művelése egyre intenzívebb a magasabb hozamok és ezáltal a növekvő népesség ellátása érdekében.

Az alulértékelt fajok háttérbe szorulásának gazdasági jelentéktelenségén túl az lehet az oka, hogy ezen alternatív hasznosítású növény fajok (AHN) nemesítésébe nem érdemes a megszokott metodika szerint belefogni. Az AHN-k nemesítése során elsődleges fontosságú a rendszerszemlélet, decentralizáció és együttműködés (Al-Khayri et al., 2015). Ezen fajok ugyanis a domesztikálás alacsony fokán állnak, a termesztés technológia sokszor speciális vetésszerkezetet és nagy kézi munkaerőt igényel, ezért kevésbé vagy egyáltalán nincs megoldva a termesztés gépesítése és a legtöbb esetben meghatározott lokális klímához adaptálódtak a fajok/ tájfajták.

A világban 800 millióan alultápláltak a kalóriahiánytól, és további 2 milliárd ember mikroelem hiányban szenved (Muthayya et al., 2013). Az AHN-ek, melyek sok esetben mikroelemekben gazdagabbak a kultúrnövényeknél, és sok esetben szélsőséges klímához

alkalmazkodtak, a környezet minimális terhelése mellett nyújthatnak megoldást a problémára. A XI. században már elkezdődtek kezdeményezések a fejlődő országokra koncentrálva (Williams, 2002; Jaenicke - Höschle-Zeledon, 2006; Padulosi et al., 2013). Ezek a programok legtöbb esetben a növények többértékű hasznosságát vizsgálva – élelmiszer/takarmány, gyógynövény, gazdaságilag hasznos növény, kulturális örökség része (főleg dísnövények), illetve egyéb ökológiai értékkel rendelkező fajokat (pl. erózió elleni védelem) – emelik ki a kiválasztott taxon változatait (Jaenicke - Höschle-Zeledon, 2006). Az alulértékelt fajok nemesítésének azonban nem csak a fejlődő országokban van jelentősége. A biodiverzitás fenntartása érdekében minden országnak törekednie kell(ene) a változatos faj-használatra a mezőgazdaságban. E mellett a változatos étkezés és takarmányozás jótékony hatását egy szakember sem vitatja.

Minden erőfeszítés ellenére a számokban egyelőre még nem jelentkezik markáns változás.

2.2. A mályvafélék jelentősége

A mályvafélék családjába tartozó növények felhasználása igen széleskörű a világon, több gazdaságilag fontos, több kontinensen termesztett rost-, gyógy-, aroma- és dísnövény tartozik ide, mint a gyapot, okra, orvosi ziliz, mályvarózsa és Hibiscus fajok. A család, a mellett, hogy fajai jelentős szegmenst képviselnek az adott növénytermesztési ágazatban, sok olyan fajt foglal magába, amelyek alternatív és többhasznú növényként igen ígéretes biomassa-, dísz-, takarmány- vagy akár élelmiszer-növények lehetnek. A *Kosteletckya virginica* példának okáért a sós területek hasznosítására alkalmas mérsékeltövi félcserje. Magjainak magas olajtartalma a magok értékét és felhasználhatóságát jelentősen növeli (Poljakoff-Mayber et al., 1992; Moser et al., 2013; Sanjay, 2013). Egyéb mályvafélék esetében is beszámoltak a magok kedvező zsírsav összetételéről és viszonylag magas (20% körüli) olajtartalmáról (Gaydou - Ramanoelina, 1984; Sabria et al., 2013). Kertészeti értékét sok, a kertészetek között és a kertekben közkedvelt faj igazolja (*Alcea rosea*, *Hibiscus* fajok stb.).

***Kitaibela* sp.**

E család széleskörű felhasználása még kevésbé tanulmányozott. Ismeretes a *Kitaibela vitifolia* Wild. antibiotikus-, antifungális és antioxidáns hatása, melyet az élelmiszeriparban kondicionálóként, élelmiszerek bevonó anyagaként használnak. Hatékonyágát eddig elsősorban sajtkészítésnél vizsgálták (Mašković et al., 2011;

Kurcubić et al., 2015). A *Kitaibela balansae* Boiss. esetében is vizsgálták a levelek és virágzati részek esszenciális zsírsav és egyéb biológiailag aktív anyagait. A különböző kivonatok antibiotikus és antifungális hatása sok kórokozó esetében beigazolódott (Yildirim, 2015).

Kertészeti felhasználásra még nincs példa, botanikus kertekben, kutató intézetekben megtalálható egyedeket azonban több botanikus és kertész leírt és kiemelte kertészeti felhasználásnak lehetőségét (Rapaics, 1932; De Belder, 1993; Priszter, 2001; Kováts, 2009b).

A fajhibridek között tapasztalható heterózis hatás azonban újabb hasznosítási terület nyithat meg. A kiemelt tövek között vannak kertészeti és előfordulnak biomassza célra alkalmas egyedek. A kutatócsoportunk által a projekt keretein belül elvégzett előkísérletek alapján, a potenciális mályva biomassza növények közül a *Kitaibela vitifolia* Willd. x *K. balansae* Boiss. fajhibrid klónjainak biomassza produkciója volt a legeredményesebb. A *Kitaibela vitifolia* Willd. x *K. balansae* Boiss. egyes kiemelt egyedei igen erős anyagsűrűségű és erősségű szárszerkezettel rendelkeznek, ahol 28,2% -a szenesítési kihozatal (*1. ábra*) (Fári et al., 2008-2010).



1. ábra: *Kitaibela vitifolia* Willd. x *K. balansae* Boiss. FO-1 és RO-1 keverék szenesített szárdarabjai
(Forrás: Fári et al., 2008-2010)

A szenesítési kísérlet alapján egyértelmű volt az ipari szakemberek számára, hogy a szenesített termék porításából olyan minőségű és értékű acéliparban felhasználható szénpor keletkezik, mely igen fontos alapanyaggá válhat (*1 ábra*).

Sida hermaphrodita

Az energia mályvák közül a *Sida* (penszilvániai mályva / *Sida hermaphrodita* Rusby) kiemelkedő jelentőségű lehet. A faj az USA Penszília és Virginia államainak területén kisebb természetes állományokban elszórtan található, és botanikus kerti gyűjteményekben is fellelhető félcserje. Eredeti élőhelyén erősen veszélyeztetett fajként tartják nyilván (Spooner et al., 1985). Gyenge természetes generatív reprodukciós képességének pontos okát még nem ismerjük (Chudzik et al., 2010). E faj gazdasági értékét először, mint potenciális évelő rosnövény vették tekintetbe az őslakosság körében (Egley - Paul, 1981). Hasonló megfontolásokról vezetve a múlt század közepétől a volt Szovjetunióban és Ukrajnában gazdasági kísérletekbe vonták (Borkowska - Styk, 2006a), azonban ez irányú termesztésbe vonása ekkor elmaradt.

Ugyanakkor a penszilvániai mályvának számos fontos, eddig nem tanulmányozott biológiai, ökológiai sajátossága sorolható fel, amelyek az alap kutatás vonatkozásában nagy figyelmet érdemelnek. Saját megfigyeléseink szerint a kifejlett növény félcserje jellegét a mérsékelt klímán az alábbi tulajdonságok jellemzik:

- (1) A növény kihajtása márciusban, a még hideg talajból akkor kezdődik meg, amikor a tavaszi gyomok még nem erősödnek meg, ezáltal azok fölé nőve biztos gyomfajót (március-június vége),
- (2) A vegetatív növekedés intenzív szakasza június végén fejeződik be; ekkor kezdődik a generatív szakasz,
- (3) A generatív szakasz alatti növekedés (július-október vége) intenzitása, azaz a virágzás és a mag mennyisége a csapadék függvénye,
- (4) Ezen nyári időszak (olykor extrém) száraz periódusában a primér száron található levelek – alulról kezdődően – először elsárgulnak, majd lehullnak. Ezt követően, a csapadék megérkezése után a hónaljgyegek hajtanak ki, a szár újra belevelesedik, tovább növekszik, és tovább virágzik,
- (5) A vegetáció végén, október hó folyamán a hajtások alapi részénél – vélhetően az egykori epikotil-hipokotil átmeneti zónában – eddig ismeretlen belső molekuláris, fiziológiai és szöveti átalakulás következik be. Ennek során e zóna felett található szárrész és hajtások elhalnak, ugyanakkor az alatta található szárrész felkészül a télre, és életben marad,

(6) Ezt a folyamatot bizonyára az érintett szövetáj sejtjeinek apoptózisa jellemezheti, melynek feltárása és megértése – a fenti kérdések tárgyalásával összhangban – alapkutatóást igényel. Ebben a zónában a tél végén nagyszámú új járulékos hajtásrügy differenciálódik, melyek tavaszra megkezdik a kihajtást. Ennek a folyamatnak az anatómiai és élettani leírása is hiányzik (Kurucz et al., 2014).

A faj kertészeti felhasználására még nincs ugyan példa, de változatos a szárszíne, amely a világossárgától a mély-liláig változik és igen dekoratív megjelenést biztosít (Kurucz et al., 2013).

2.3. A mérsékelt égövi félcserje mályvafélék morfológiai leírása

2.3.1. A vizsgálatba vont *Kitaibela* fajok jellemzése.

A *Kitaibela vitifolia* Willd. átlagos magassága 150-200 cm, levelei keresztben áttellenesek, 4-7 cm hosszúak, 5 ritkábban 3 karéjúak, mellékkaréjosak. A virágok fehérek, a csészelevelek szélesek lándzsa alakúak. A leveleket borító mirigyszerű trichómák egyszerűek (Priszter, 2001).

A *Kitaibela balansae* Bioss. 100-150 cm magasra növő félcserje. A gyökérnyaki részen hozza különböző hosszúságú hajtásait, melyek mirigyszőrökkel borítottak, elágazóak. A levélnyél 3-6 cm hosszú, a levelek egyszerűek, osztottak, 3 vagy 5 karéjra tagolódnak, szélük fűrészes vagy fogas (Liston - Shmida, 1987a). A virágok szórtan helyezkednek el a levelek hónaljából kiinduló 0,5-2 cm hosszú virágkocsányon. A csészelevelek (6-9) hosszúkásak, tövüknél összenőttek, szőrözöttek. Az 5 csészelevél hosszúkás lándzsa alakú, belső felülete mirigyszőrös. Az 5 szíromlevél alig nyúlik túl a csészelevélen, csipkés szélűek, színük fehér, benne sötét rózsaszín erezettel. A virágzási idő július-szeptember között van. A cönokarp termőájon papsajt termés fejlődik (Priszter, 2001; Guvenc - Duman, 2005). A Debreceni Egyetem, "Jövő Biomassza Növényei Bemutatókert"-ben, a különböző mérsékelt égövi félcserje mályvafélékből is álló kísérleti területen, a faj tanulmányozása és felvételezése során különbségeket találtunk a említett jellemzőkben (Fáriet al., 2008-2010), ami egyértelműen a faj nagy heterogenitására utal.

2.3.2. *Kitaibelai vitifolia* Willd. x *Kitaibela balansae* Bioss.

A két faj spontán kereszteződéséből létrejövő hibrid-populáció egyedeiről eddig egy 2010-ben Prof. Fári Miklós és Dr. Kováts Zoltán vezette

EA_NORVEGALAP_AGROCELL pályázat keretein belül készült részletes felmérés. A hasadó F2 populáció felvételezése során pozitív szelekcióval kiválogatásra és felvételezésre kerültek a díszítőértékkel, illetve biomassza produkcióban kimagasló egyedek. Már e populációban is markánsan elkülöníthetők voltak azon egyedek, melyek magas és jó minőségű biomassza hozamot és nagy ellenálló képességet mutatva biomassza, illetve az alacsonyabb termetű, rózsaszín virágzatú apró levelű változatok díszkertészeti célra alkalmasak (Fáriet al., 2008-2010). A fent említett fajhibrid populáció egyes tagjaira jellemző volt a vegetációs időszak kezdeti szakaszában a sárga levelűség, amely a virágzás előtt eltűnik. Mivel ez minden évben ugyanazon egyedeken megjelenik, és a közvetlen mellette fejlődő egyeden nem tapasztalható fenotípusos jelleg, a kezdeti tápanyaghiány okozta klorózis lehetőségét kizártuk. Továbbra is kérdéses az egyedek levélszín változásának eredete.

2.3.3. Az *Althea* és *Alcea* nemzetség

Közel rokon nemzetségek. Az *Althea* nemzetségbe mindössze pár tucat élő faj, illetve az *Alcea* nemzetségbe leginkább egy- vagy kétnyári dísznövények, és vad növények tartoznak (Shaheen et al., 2010). Az általunk vizsgált, és Kováts Zoltán mályva keresztezési programjában szereplő fajok az *Alcea rosea* és az *Althea officinalis*. Az *Alcea rosea* nemesítése során kialakult változatok már nem teszik lehetővé a faj egységes leírását. A tenyészidőszak kezdetén tölevélrózsás állapotból lép át a generatív fázisba, mikor is sima (vagy telt) virágait hosszú egyenes 100-200 cm magas virágzati száron neveli. Levelei egyszerűek, szív alakúak vagy tenyeresen osztottak. A leveleken található trichómák mirigyesek, egyszerű vagy csillagszerűek.

Az *Alcea biennis* feltehetően az *Alcea rosea* annua vad, kétéves változata, melyet Dr. Kováts Zoltán feljegyzései szerint Magyarország különböző helyeiről gyűjtött be.

Az *Althea officinalis* mérsékelt égövi félfás cserje, amelyet leginkább gyógyászati célra használtak a népi gyógyászatban. Növekedési erélye közepes, 100-150 cm-re növegy enyhén terülő félcserje. Levelei szőrtan állnak, egyszerűek, szív alakúak, szélük enyhén fűrészes. A levelek mindkét oldalán sűrű mirigyszőrökkel fedett, melyek fehéres szívárnyalatot kölcsönöznek a levélnek. Virágai egyszerűek, 5 szirmlevelűk halványrózsaszín.

Alcae x Althea nemzetséghibrid

E különleges mályvafajták a Magyarországon honos kétéves *Alcea biennis*-Winterl. az évelő *Althea officinalis* fajjal alkotott fajhibridjei. Kováts Zoltán hozta létre őket, az 1970-es években, Kertészeti Kutató Intézet hárosi telepén. E nemzetséghibridek új irányvonalat adtak a hazai dísznövény nemesítésnek. Olyan fajtasorozatok jöttek létre, melyek ötvözték a szülővonalak kedvező tulajdonságait, és világújdonságnak számítottak (*Alcea x Althea suffrutescens* Háros fajtasorozat). A Háros fajtasorozatot a rendszerváltozás idején Kelet-Németországban *in vitro* kezdték szaporítani, ahová a genetikai anyag cserekapcsolatok révén, hivatalos úton került ki, később elterjedt az egész világon, nem tudván annak magyar eredetéről.

A megjelenésére vonatkozólag pontos leírások Kováts Zoltán kézíratain túl csak az utóbbi tíz évben jelentek meg. E leírások, a hibrid szülővonalainak ismerete nélkül is, már nagyon közel jártak a faj taxonómiai elhelyezéshez. Ugyanis, sok morfológiai bélyeg - mint a levélforma, trichóma morfológia, virág morfológia - köztes formát mutat (Hinsley, 2007). A hibrid életformája évelő, évente a gyökérnyaki részen található rügyekből hoz 100-200 cm-es hajtásokat. Hajtásai felállóak, szürkés színüket a rajtuk található fedőszőröknek köszönheti. Levelei szórtan állnak, egyszerűek, enyhén karéjosak, 5-10 hosszúak, fedőszőrökkel borítottak. A virágok a levelek hónaljából induló 5-10 cm hosszú virágkocsányon ülnek, összetettek, a termőlevelek szíromlevéllé módosultak. Eddig 4 színváltozat volt köztermesztésben, a 'Parkallee' (néha 'Park Allee' néven) krémszínű virágú változat, valamint a rózsaszín 'Parkrondell' és a 'Parkfrieden', a Kelet-Németországban és angol kertészetekben fellelhető. A negyedik klón a 'Parktraum', jelenleg nem fellelhető a nemzetközi piacon (Hinsley, 2007).

2.3.4. *Sida hermaphrodita* Rusby.

A *Sida hermaphrodita* a Mályvafélék (Malvaceae) családjába tartozó évelő, 2-4 méterre növő, mérséklet övi félcserje. Hajtásai (5-30 db/tő) a gyökérnyaki rész rügyeiből erednek felállóak, felső harmadukban elágazó hajtások. A szára sárgás vagy lilás színű, enyhén szőrözött (Franzaring et al., 2014). A virágai aprók, ernyős virágzatot alkotnak. A szíromlevelek (5) fehérek, hosszúkásak. A porzó szálak sárgák vagy lilák. A cönokarp termőtájon papsajt termés fejlődik. A levelek szórtan állnak, egyszerűek, tenyeresen

tagoltak, 5 karéjból állnak, szélük fogas. A trichómák csillagszerűek, a sűrűségük egyedenként eltérő (Borkowska - Styk, 2006a; Franzaringet al., 2014).

A faj különleges tagja a majdnem 200 tagot számláló *Sida* nemzetségnek, melyek főképp a melegebb éghajlat növényei. A *Sida hermaphrodita* Észak-Amerikából származik, és leginkább nedves területeken érzi jól magát. Az Egyesült Államokban, több államban is előfordul, úgy mint: Pennsylvania, Maryland és Virginia Michigan déli része, Tennessee államban valamint Ontario államban Kanadában. Ezek a populációk azonban szórtan és kis egyedszámban vannak jelen (Kujawski et al., 1997). E növény kitűnően alkalmazkodik a különböző talajviszonyokhoz, tekintettel a pH-ra, illetve a talaj különböző fizikai tulajdonságaira (Spooner et. al 1985). Ontario államban megfigyelték, hogy a bolygatott területeken, mint például az elhagyott bányák bekötőútjai mellet, illetve utak menti sávokban, a gázvezetékek mentén, szintén megjelentek életképes egyedek (Bickerton, 2011).

2.4. A mályva fajok citológiai viszonyai és genetikai diverzitása

2.4.1. Citológia

A mályvafélék családjába (*Malvaceae*) nagyjából 80 nemzetség tartozik, és több mint 2000 faj, melynek nagy része trópusi eredetű. Elterjedésük és megjelenésük nagyon változatos, amit a citológiájuk is mutat (1. táblázat).

1. táblázat: Mályvafélék nemzetségebe tartozó egyes fajok fő genetikai tulajdonságai

Nemzetség	Faj	Ploidszint	Kromoszóma szám (2n)*	1C (pg)
<i>Abutilon</i>	<i>theophrasti</i>	6	42	1,4
<i>Gossypium</i>	<i>arboreum</i>	2	26	1,72
<i>Gossypium</i>	<i>barbosanum</i>	2	26	1,75
<i>Gossypium</i>	<i>hirsutum</i>	4	52	2,4
<i>Gossypium</i>	<i>barbadense</i>	2	26	2,51
<i>Gossypium</i>	<i>nobile</i>	2	26	2,84
<i>Gossypium</i>	<i>barbadense</i>	4	52	3
<i>Hibiscus</i>	<i>cannabinus</i>	-	36	1,53
<i>Lavatera</i>	<i>arborea</i>	6	40	1,68
<i>Malva</i>	<i>parviflora</i>	2	42	0,53
<i>Malva</i>	<i>sylvestris</i>	6	42	1,48
<i>Sida</i>	<i>spinosa</i>	-	14, 28	0,98
1 C átlag (pg)				1,32
1 C min. (pg)				0,53
1 C max. (pg)				2,84

Forrás: Royal Botanic Gardens, Kew honlap (I1)
<http://data.kew.org/cvalues/CvalServlet?querytype=1>

A fajok és nemzetségek között kialakult hibridizáció lehetőségét leginkább kultúr- (gyapot) és dísnövények esetében tanulmányozták. Genetikai diverzitásuk és rokonsági viszonyaik a mai napig nem egészen tisztázottak (Aguilar et al., 2003). Tradicionálisan a családot öt alcsaládra bontják: *Abutilinae*, *Corynabutilinae*, *Malopinae*, *Malvinae* és *Sidinae* (Kearney, 1951). Ez a csoportosítás azonban nem mindig igazolható a mai modern módszerekkel, ugyanis esetenként olyan taxonómiaiilag nem teljesen megbízható morfológiai bélyegeken alapulnak, mint a termésenkénti magszám, a növekedési habitus, a csészelevelek alakja, a mellékcésze megléte vagy hiánya stb. (Aguilar et al., 2003). Egyes esetekben hiányos bizonyos jelentős nemzetségek (*Abutilon*, *Lavatera*, *Malva* és *Sida*) mesterséges populációinak leírása (Fryxell, 1997). E nemzetségek tanulmányozása során a morfológiai bélyegeket vizsgálva – a morfológiai tulajdonságok konvergens evolúciójának köszönhetően – nem mindig jutnánk helyes eredményre. A kromoszómaszám vizsgálatok adnak még lehetőséget a család taxonómiai tanulmányozására (Bates - Blanchard, 1970), azonban e módszerek igen idő és munkaigényesek, ezért nagyszámú vad populáció ploidiaviszonyai feltérképezésére nem igazán alkalmasak. Egy újabb lehetőség a növények ploidiaviszonyainak tanulmányozásra az áramlási citometriai vizsgálatok, melyek gyorsabb adatfeldolgozást tesznek lehetővé (Doležel et al., 1992; Doležel et al., 2004).

A poliploidia jelenségének megismerése óta (1907) a kutatók tisztában vannak annak evolúciós jelentőségével mind a növények, gombák, mind az állatok világában (Grant, 1981; Semon - Wolfe, 2007; Doyle - Egan, 2010). A faj- és nemzetség- hibridek és az autoploid növények között előforduló genomiális változások, rendellenességek tanulmányozása már hosszú ideje folyik (Beasley, 1941; Grant, 1981; Binarová - Doležel, 1988; Sabharwal - Doležel, 1993). A módszer által kiváltott pozitív hatás (nagyobb sejtméret, telt virágok, termés többlet, magtalan gyümölcsök), sok esetben új fajták, változatok, hibridek létrejöttét eredményezték, új lehetőséget nyitva a növénynevelők és kutatók számára. A genom duplikáció (poliploidizáció), azonban olyan összetett és bonyolult folyamat, mely részleteinek tanulmányozására, már csak a modern 21. századi technológia ad lehetőséget. Mára a poliploidizálás genetikai változásaival foglalkozó összefoglaló művek szerzői mind egyetértenek abban, hogy a poliploidizálás során lejátszódó alapvető folyamatokat csupán általánosítani lehet. A modellszervezetek

részletes szabályozó mechanizmusai (epigenetikai változások és azok hatása, RNS interferencia, transzkripció és posztranszkripció szabályozó elemek és folyamatok stb.) minden faj esetében eltérőek (Semon - Wolfe, 2007; Hufton - Panopoulou, 2009). Ezek alapján elmondható, hogy jelen tudásunk szerint a mesterséges poliploidizálás (autopoliploidok), illetve fajkereszteзések (allopoliploidok) sikerét nem tudjuk teljes mértékben befolyásolni. Sok esetben a kiindulási fajok poliploid eredete is kérdés lehet, melynek meghatározása (evolúciós szempontból) sok esetben lehetetlen (Doyle - Egan, 2010). Ilyenkor abban sem lehetünk biztosak, hogy a poliploidizáció okozta genetikai átrendeződések milyen szintű elváltozásokhoz vezettek (kezdeti változások, rövidtávú következmények, ill. hosszútávú következmények (Xiaohan et al., 2010). Ez nagyban befolyásolhatja a poliploidizáció, ill. a fajok és nemzetségek közötti keresztezés sikerességét.

2.5. A mérsékelt égövi félcserje mályvafélék szaporodásbiológiája

2.5.1. *Generatív szaporítás*

2.5.1.1. *Magbiológiai és csírázásbiológiai sajátosságok*

A domesztikálás alacsony fokán álló fajoknál a magok alacsony csírázásai arányának sok magyarázata létezik. A növényvilágban mindennapi a magok nyugalmi állapota avagy dormanciája (Barthodeszky et al., 1980). E fiziológiai jelenség pontos vagy inkább átfogó leírása sok kutatót hozott nehéz helyzetbe. Az ökológiai témájú kutatások nem tesznek egyértelmű különbséget a magvak talajban elfekvése, illetve azok dormanciája között (Finch-Savage - Leubner-Metzger, 2006). Biológiai megközelítésből, a magvak nyugalmi állapotát egy genetikailag meghatározott nagyon összetett tulajdonságként definiálták, amely a fajfenntartás egyik fontos aspektusa (Barthodeszky et al., 1980). Abban azonban már megoszlanak a vélemények, hogy a dormanciának milyen típusai vannak, és ezek közben a mag (embrió) életfolyamataira mi a jellemző. Barthodeszky és munkatársai (1980) a magnyugalom 7 típusát különböztették meg: az embrió éretlensége; a maghéj mechanikailag akadályozza az embrió növekedését; a maghéj impermeábilis vízre (keményhéjútság); a maghéj gátolja a gázcserét; endogén anyagcsere akadályok; összetett magnyugalom; másodlagos magnyugalom. Baskin és munkatársai (2004) öt osztályba sorolták a magnyugalom típusait, amelyek a következők: fiziológiai magnyugalom;

morfológiai dormancia (ez esetben az embrió már differenciálódott, csak idő szükséges a fejlődéséhez); morfo-fiziológiai dormancia; fizikai magnyugalom; összetett magnyugalom, ahol a fizikai és a fiziológiai magnyugalom egyes jelenségeit lehet együttesen észlelni (Baskin - Baskin, 2004). Ezen felüli osztályozásra is van lehetőség (Finch-Savage - Leubner-Metzger, 2006), azonban a családok és egyes esetekben fajok között is akkora a diverzitás e tekintetben, hogy érdemes családonként külön vizsgálni a lehetőségeket.

Sida hermaphrodita a vizsgált mályvafélékkel egyetemben, viszonylag alacsony csírázási százalékkal rendelkező növény, és minden kutatónak (Borkowska - Styk, 2006b; Dolinski, 2009; Kurucz - Fári, 2013; Packa et al., 2014), termesztőnek szembesülnie kell ezzel a problémával, aki ezekkel a növényekkel foglalkozni kíván. Spooner és munkatársai 1985-ös tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy Észak-Amerika különböző államaiban össsszel begyűjtött 10 vad *Sida* populáció magjai, a maghéj fizika megsértésével, nedves szűrőpapíron 32°C nappali/24°C éjszakai hőmérséklet, és 14 órás megvilágítás mellett átlagosan 92%-ban csíráztak (Spooner et al., 1985). Ez arra enged következtetni, hogy a *Sida* a mályvafélékhez hasonlóan hajlamos a keményhéjú magok fejlesztésére. A mályvafélék esetében több szerző is beszámolt arról, hogy e növény családba tartozó több fajnál is a keményhéjúság jelenségét figyelték meg (Barthodeszky et al., 1980; Egley - Paul, 1981; Egley et al., 1983; Baskin - Baskin, 2003), mely jelenség kiváltó okát a magvak héjában lévő vízzáró paliszád rétegben és a maghéj függelékének (mikropile, kalaza, köldök, illetve a varrat) szöveti tulajdonságaiban keresték (Barthodeszky et al., 1980). Egyes esetekben a maghéj nem a víznek, hanem a gázoknak jelent fizikai akadályt. Az ilyen magok duzzadás után sem csíráznak. Mind a kiváltó okok, mind a megszüntető körülmények tekintetében a kutatási eredmények nem egyértelműek. Az szinte bizonyos, hogy fajonként jelentős eltérés mutatkozhat. Egyes pillangós fajok esetében a hilum működése következtében meg is szűnhet a magvak keményhéjúsága (Baskin - Baskin, 2003). Ezen magok kiszáradása következtében előálló szöveti feszültségek repedést okoznak, amelyen át lehetőség nyílik a víz bejutására (Czimer, 1970). A *Convolvulus arvensis* esetében, a hilum mellett a mikropilének is nagy szerepet tulajdonítanak, ugyanis itt a mikropille környéki szöveti rétegekben is megszakad az impermeábilis vízzáró paliszád réteg, tehát itt is lehetőség nyílik adott körülmények között a vízfelvételre (Barthodeszky et al., 1980).

A magkezdemény alapi része a kalaza, itt különülnek el a magkezdemény burkai, az integumentumok és a magkezdemény teste, a nucellusz. A Sida maghéja öt rétegből áll, amelyek a külső és belső integumentumból fejlődtek (Chudziket al., 2010). A külső integumentumból a külső epidermisz kutikulával fedett sejtjei, két- három réteg vékonyfalú mezofillum sejtréteg és a belső epidermisz sejtek megvastagodott fallal. A belső integumentum megnyúlt, vastagfalú parenchima sejtjei alkotják a paliszád réteget, melyeknek még jellemzően magas tannin tartalma is van. E réteg az integumentum külső epidermisz átalakulása közben alakul ki, azonban szöveti folytonossága nem állandó (Egley - Paul, 1981).

Tehát a keményhéjúság tekintetében megoszlottak és máig megoszlanak a vélemények. Leginkább az az 1950-es évekbeli meghatározás maradt helytálló, miszerint: „Keményhéjúnak nevezzük azokat a magvakat, amelyek a csírázáshoz szükséges kedvező körülmények közé kerülve a vizet nem tudják felvenni, ennek következtében nem duzzadnak meg” (Barthodeszkyet al., 1980). A maghéj paliszád sejtrétegei által okozott magnyugalom eredete azonban sokféle lehet. Egyrészt származhat a fent említett szöveti felépítésből (fizikai dormancia). Valódi fiziológiai dormancia esetén a maghéj, ill. a határoló szövetek csak az embrió fejlődése, a csírázási folyamatok során felszabaduló anyagok és enzimek hatására válnak átjárhatóvá (Finch-Savage - Leubner-Metzger, 2006). A *Sida* nemzetség egyes fajainál tanulmányozták egyes peroxidázok szerepét a keményhéjúság kialakulásában. A kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy összefüggés lehet a *Sida* fajok magjainak korai peroxidáz aktivitása és a fenolos vegyületek polimerizációja során kialakuló oldhatatlan lignin vegyületek felhalmozódása között a maghéj egyes régióiban (kalaza, funikulusz) (Egleyet al., 1983). A *Sida* esetében az újabb kutatások alátámasztották a maghéj paliszád rétegének szerepét a csírázásban, és részletesen tanulmányozták annak szöveti struktúráját. Több mályvafajhoz hasonlóan itt is megfigyelték a kalaza régiónál az ún. kalaza sapka (cup) és dugó (plug) jelenlétét (Packaet al., 2014), ami megakadályozza a víz felvételét (Baskin et al., 2000). Ebben a régióban a paliszád sejtek közötti kapcsolat megszakad, a rést parenchima sejtek töltik ki, amelyek szövet- kapcsolatot jelentenek a kalaza sapka és a szubpaliszád sejtek között (Packaet al., 2014). E sejtek morfológiai és fiziológiai változása határozza meg a víz bejutásának dinamikáját. A szubpaliszád sejtek felett Egley és munkatársai (1981) megfigyelései szerint az imbibálódás során egy hólyag alakul ki, amelybe később a szubpaliszád sejtek tartalmukat ürítve részt vehetnek a csírázás folyamatának

beindításában (Egley - Paul, 1981). E folyamat bizonyos körülmények között eredményezheti a maghéj teljes átjárhatatlanságát olyan folyamatok beindításával, mint a peroxidázok által katalizált lignin képződés (Egley et al., 1983; Passardi et al., 2004). Ezeket, a dormancia bármely fajtájáról legyen is szó, a különböző fizikai, kémiai magkezelések hatásosan meg tudják szüntetni.

2.5.1.2. A mályvaféléknél alkalmazott magkezelések

A mályvák, de legfőképpen a *Sida* esetében a 95%-os kénsavas 30 percig tartó kezelés bizonyult hatásosnak, amellyel a csírázást 33%-ról akár 76%-ra is emelkedhet (Packaet al., 2014). Dolonsky (2009) a forróvizes, illetve a kénsavas kezelés közül szintén a kénsavas kezelést tartotta a legmegfelelőbbnek, azonban a forróvizes kezelés hatékonyságát már más mályva fajok esetében is megfigyelték (Himanen et al., 2012). A magkezelések hatása azonban nem tartós. A lengyel kísérletek is igazolták, hogy a kezelést követően a csírázás erély 60-70%-ról 30-40%-ra esik vissza 6 hónap tárolás után (Dolinski, 2009).

A másik probléma, hogy az elvetett *Sida* magvak nagyon nehezen, vontatottan kellnek ki, és a kezdetben, a nagyon lassan fejlődő csíranövényeket a gyomok teljes mértékben elnyomják. A gyomirtás hatékony kémiai lehetőségéről sincs gyakorlatilag elfogadható információnk. Fenti nehézségek miatt a magról létesített *Sida* ültetvény az első két évben elhanyagolható mennyiségű termést hoz, a költséges és intenzív növényápolás ellenére.

Ha a szaporítás ivaros módját választjuk, mindenképpen szükség van a *Sida* magok csírázási kapacitásának növelésére, amely 1-2 éves magok esetében 10-15% között változik (Spoonert et al., 1985; Borkowska - Styk, 2006a; Dolinski, 2009). A keményhéjúság (Egley - Paul, 1981; Chudziket al., 2010; Packaet al., 2014) és a magokat fertőző növénypatogén gombák is megnehezíthetik a csírázást. Ezen okok teszik indokolttá a vetés előtt a kétlépéses magkezelés (seed priming) beiktatását, amely teljesen eliminálja a fertőzött magokat, illetve a magok exogén patogén gombabetegségeit. Ennek köszönhetően pedig 70% fölé emelkedhet a csírázási százalék (Kurucz - Fári, 2013).

A vetés történhet a kukoricavetésnél használatos pneumatikus szemenként vető géppel, S071/B KRUK seederrel, ami megfelelő hatékonyságú, 22%-nál kisebb kihagyással dolgozik (Krzaczek et al., 2006), de ez esetben a növénytűrűség nem ideális, továbbá magas a dupla növények aránya. Tekintettel a *Sida* magoncok kezdeti lassú és egyenetlen fejlődésére, a gyom- illetve esetleges gyomirtó-érzékenységre (Borkowska - Molas,

2008) a magvetés nem megbízható, hozam pedig csak a harmadik év után várható és igen költséges növényvédelmi munkákat von maga után. A vetőmag szükséglet 2-6 kg-ig terjed hektáronként (Borkowska - Styk, 2006a).

2.5.1.3. Palántanevelés lehetősége a Sida hermaphrodita esetében

A palántanevelés lehetősége több szempontból is előnyös lehet:

- Kiküszöbölhető a kezdeti nehézkes növekedés és a több-százszoros vetőmag szükséglet (Davis - Kujawski, 2001).
- A széles sortáv lehetővé teszi a sorközművelést, ami előnyösebb módszer a gyomirtás, a Sida szerérzékenysége és a talajvédelem szempontjából. A hatékonyan bizonyult gyomirtók ugyanis kedvezőtlen hatást gyakorolnak a talajok enzimaktivitására (Wyszkowska, 2002; Borkowska - Molas, 2008).
- A gombabetegségek elkerülésére a fertőzésmentes szaporítóanyag (mag vagy palánta) használata mellett indokolt a vegyszeres védekezés. A permetezések számát sűrű állományban tenyészidőszakonként indokolt 2-3 permetezésre növelni, míg széles sortáv esetén évi egy permetezésre lehet csökkenteni (Borkowska - Styk, 2006a).

2.5.2. Vegetatív szaporítás

Sok esetben a domesztikálás alacsony fokán álló, vagy fajhibridizáción/ mesterséges poliploidizáción átesett növények esetében a vegetatív reprodukció képességének nagy jelentősége van. Ennek legfőbb oka az, hogy az ilyen jelentős, genomot érintő változás sokszor jár együtt termékenyülési zavarokkal, amely már régen köztudott a kutatók körében (Barrett, 2002; Otto, 2007). Ilyenkor a termékenyülés nagyon alacsony vagy elmarad, és ha meg is történik, a magok fejlődése nem egyöntetű. A vegetatív szaporodási képességgel számos szántóföldi- és energia növény rendelkezik, és ennek nagy jelentősége van egy-egy genotípus elterjedésében. A *Salix*, *Eucalyptus*, *Arundo*, *Saccharum* fajok esetében a szaporítás mód kidolgozása, gépesítése már megtörtént és nagy hatékonysággal folyik. Azonban a kevésbé tanulmányozott, alternatív hasznosítású fajok esetében, növény-egészségügyi és fenológiai ismeretek nélkül ilyen módon szaporítani, illetve ültetvényt létrehozni igen nagy kockázat.

Lengyel adatok szerint – fentiek miatt – Sida ültevényt elsősorban a beállt ültetvényekből felszedett gyökérdugványok felhasználásával létesítik, hasonlóan, mint a *Miscanthus x giganteus* esetében.

Ez utóbbi módszer egyik korlátozó tényezője az, hogy jelenleg nem ismert a Sida virológiai és egyéb kór- és kártani háttere sem, ezáltal a dugványokról telepítők elméletileg nagy kockázatot vállalnak magukra, és a környezetre. A másik nehézség, hogy a Sida szántóföldi vegetatív szaporítása kifejezetten szezonális jellegű, jelentős mértékben időjárásfüggő technika, mivel a dugványok eltartása sem teljesen megoldott. A felszedett gyökérdugványokat óvni kell egyszerre a kiszáradástól, illetve a gombás betegségektől, a korai kihajtástól és a hőkárosodástól, ezért felszedésük legtöbb esetben közvetlenül telepítés előtt ajánlott (Borkowska - Styk, 2006a). Mindebből következik, hogy az állomány létrehozásának legbiztonságosabb módja a magról történő szaporítás.

2.5.2.1. *In vitro* szaporítási lehetőségek

A faj- és nemzetséghibridek és autopoliploid növények esetében nagyon gyakran fordulnak elő a generatív folyamatokban bekövetkező változások, aberrációk, funkcióvesztés is (Otto, 2007). ugyanakkor Ezen hibrid fajok általában dugványozással szaporíthatók, illetve biotechnológiai eljárásokkal, mint pl. szomatikus embriogenezis, szaporíthatóvá tehetők. Dr. Kováts Zoltán biotechnológiai-genetikai módszertani kutatásai közül a kémiai és fizikai mutagenézis is kiemelkedő jelentőségű sikerrel járt. Kémiai mutagenézissel (EMS-Etil-metánszulfonát) hozta létre a *Kitaibela vitifolia* cv. *aurea* aranyló szívlevelű rozsaellenálló mályva színváltozatot. A poliploidizálás jelentősége a magsteril triploid fajok előállításánál is alapvető eljárás, ugyanakkor erre eddig nem került sor hazánkban a mályvák esetében sem.

A mályvafélék szaporítását érintő tanulmányok a gazdaságilag jelentős gyapot (*Gossypium hirsutum*), illetve egyéb fűszer-, gyógy- és dísznövényekkel foglalkoznak (Zapata et al., 1999; Sakhanokho et al., 2001; Christensen et al., 2008; Sylvere-Sie et al., 2010; Munir et al., 2012). A kiindulási alapanyag sok esetben embrionális szövet (Zapata et al., 1999; Sakhanokho, 2008; Ayadi et al., 2011; Munir et al., 2012), protoplaszt (Vazquez-Tello et al., 1995), vagy ritkább esetben a kiválasztott anyanövény friss hajtása (Sivanesan - Jeong, 2007; Dar et al., 2012). A cél a legtöbb esetben az adott növény tömeges, vírusmentes felszaporítása szomatikus embriogenezis (Vazquez-Tello et al., 1995), illetve direkt/ indirekt hajtás indukció módszerét használva (Sivanesan - Jeong,

2007; Sakhanokho, 2008). A fajhibridek esetében, ahol a generatív szaporításnak a fent említett biológiai korlátai állnak fent, a vegetatív szaporítás látszik az egyetlen megoldásnak, ha a kiválasztott mályvafélét a domesztikálás (ezzel együtt természetesen gazdasági haszon generálása is értendő) magasabb fokára kívánjuk emelni.

A XXI. században ennek már nincs akadály. Az immáron több mint 70 éve folyó *in vitro* kutatások, és a technika fejlődésével már egy-egy különleges egyed/ hibrid felszaporítására is megvan a gazdaságilag versenyképes eljárás.

A mályvafélék mikroszaporítása során alkalmazott növényi növekedésszabályozók minősége és mennyisége fajonként, vagy egyes esetekben fajtánként is igen eltér. A direkt hajtás indukció elérése érdekében a *Sida cordiflora* esetében az MS sói és vitaminjai (Murashige - Skoog, 1962) kiegészítve 2,0 mg l⁻¹ 6-benzylaminopurin (BAP), 0,5 mg l⁻¹ α-naftilecetsav (NAA), 1,0 mg l⁻¹ adenin-hemisulfát, 10% (v/v) kókusztejjel hozta a legjobb eredményt, 20 db hajtást explantátumonként (Sivanesan - Jeong, 2007). A gyapot esetében a BAP, KIN illetve a gibberelinsav (GA₃) együttes alkalmazásának jótékony hatásáról számoltak be a hajtásregenerációt illetően (Pathi - Tuteja, 2013). Más fajoknál, mint a *Hibiscus cannabinus* L. a kutatók mind a BAP, mind a NAA hajtás- és gyökernövekedésre tett negatív hatásáról számoltak be, legjobb eredményt hormonmentes MS táptalajon értek el (Ayadi et al., 2011). A szomatikus embriogenezis kiváltása érdekében is megoszlanak a tapasztalatok. A 2,4-D kedvező hatását a mályvafélék esetében is alátámasztották, például az *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvaceae), a *Lavatera thuringiaca* L. (Vazquez-Tello et al., 1995) esetében. Tanszékünk munkatársainak 2007-2008-ban folyó kutatásai nem támasztották alá ezt a kedvező hatást az *Alcea rosea*, *Althaea officinalis* esetében (Szarvas et al., 2008). Más kutatók a NAA-t (főleg gyapot esetében) látják a megfelelő kiváltó hormonnak, különböző citokinin kiegészítéssel (Sakhanokho et al., 2001; Sakhanokho et al., 2004b). Itt érdemes megjegyezni, hogy már a szomatikus embrióindukálási kísérletek kezdeti szakaszában rávilágítottak a fajták közötti tapasztalható nagy változatosságra, az embrionális kalluszindukáló képesség tekintetében (Bajaj - Gill, 1985; Sakhanokho et al., 2004a).

A citokininek fajokra gyakorolt hatásai is nagyon különböznek. A hajtásindukcióra a legelterjedtebb a BAP 2 mg l⁻¹ (Van Winkle et al., 2003) és a KIN 2 mg l⁻¹ koncentrációban (Pathi - Tuteja, 2013). A szomatikus embriogenezis kiváltására a 0,1 mg l⁻¹ TDZ (Thidiazuron) a leghatékonyabb citokinin a mályvafélék esetében (Sylvere-Sieet

al., 2010). Előzetes kísérleteink alapján a BAP bármely koncentrációban igen erős kallusz növekedést és a hajtások deformált növekedését eredményezte az *Alcea sp.* és *Althaea sp.* esetében. A kinetin kis koncentrációban történő alkalmazása NAA kiegészítéssel bizonyult a leghatékonyabb kombinációnak (Szarvas et al., 2008).

Hazánkban Kováts Zoltán a múlt század hetvenes éveinek végén szervezte meg a lágyszárú egynyári és cserjepótló évelő dísznövények biotechnológiai kutatását, melyben az in vitro szaporításnak különösen nagy jelentőséget tulajdonított (Kisvarga et al., 2017). Kováts Zoltán felkérésére Dr. Balla Ildikó dolgozott ki in vitro szaporítási módszert a 'Háros' nemzetséghibrid részére, majd Dr. Ladányi Erzsébet folytatott sikeres kutatásokat tetraploid *Rudbeckia hirta* klónokkal (Kovács - Ladányi, 1985). Hosszabb szünet után az egynyári és egyéb lágyszárú, valamint félcserje dísznövényfajok mikroszaporítása Fári Miklós Gábor professzor irányításával a Debreceni Egyetemen indult újra. A kutatásokat a GENOMNANOTECH program (2004-2005) keretében *Cosmos sp.*, *Rudbeckia sp.* (P. Szarvas et al., 2006; Szarvas et al., 2006), *Salvia nemorosa* (Kaprinyák et al., 2012) és olasz nád (Antal et al., 2014) fajokkal végezték. Ugyanitt a különböző mályva félcserje fajok organogenezisének kutatása 2009-ben folytatódott, kezdetben még Kováts Zoltán szakmai részvételével (Kurucz et al., 2012).

A mályva faj- és nemzetséghibridek *in vitro* kísérleteinek célja, hogy megfelelő tudásbázisra alapozva a szelektált, sok esetben steril egyedek vírusmentes szaporítási technológiájának kidolgozásával biztosítani tudjuk a megfelelő növényanyagot (mind mennyiségben, mind minőségben) a növénynemesítési célok elérése érdekében. A fajok és nemzetségek között létrejött értékes hibridek, valamint a poliploid egyedek különleges tulajdonságainak klónozással való rögzítése napjainkba már rutin feladatnak számít. A minden növényfaj esetében különböző módszerek alkalmazása azonban indokoltá teszi a folyamatos alapkutatás fenntartását.

2.6. A *Sida hermaphrodita* Rusby. biomassa célú hasznosításának lehetőségei

2.6.1. A biomassa célú hasznosítás előzményei

Energetikai célú biomassa növényként először Lengyelországban kísérleteztek a Sidával, mintegy ötven évvel ezelőtt (Szyszlak-Bargłowicz et al., 2012). Magyarországra Dr. Kováts Zoltán, a Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató Intézet dísznövény nemesítője hozta be a múlt század hetvenes éveiben botanikus kerti magcsere keretében

(Kurucz E. et al., 2012). A Kováts Zoltán által fenntartott magból további penszilvániai mályva tövek telepítésére a Debreceni Egyetem Bemutató Kertjében 2002 tavaszán került sor. Később kereskedelmi csatornákon Lengyelországból is behozták a magját (Fári M. 2012, személyes közlés), melyből „Petemi” néven több kísérleti állományát hozták létre. A hazai állami támogatásban részesíthető energianövények listájára „bársonymályva” néven 2010-ben [16/2010. (II. 25.) FVM rendelet (lágyszárú energianövények)] került fel.

A kutatók biomassa célnövényként történő termesztési értékeként az alábbi főbb szempontokat sorolják fel:

- (1) jól bírja a szélsőséges kontinentális klímát,
 - (2) kifejezetten télálló (ellenáll a mínusz 20°C alatti szeles, hó nélküli teleknek) (Borkowska - Styk, 2006a; Borkowska - Molas, 2012),
 - (3) ellenáll a nyári szárazságnak (400-500 mm csapadék/év mellett),
 - (4) a talajokkal szemben nem válogatós (Spoonere et al., 1985),
 - (5) biomassa mennyisége eléri, vagy meghaladja a gyors vágásfordulójú fás növényeket (10-15 száraz tonna/ha/év) (Wróblewska et al., 2009a),
 - (6) az eddigi kísérletek szerint betegségekre, kártevőkre nem, vagy kevésbé érzékeny,
 - (7) további előnyös tulajdonságaként sorolják fel méhlegelőként történő hasznosítását (júniustól a fagyokig folyamatosan virágzik, csapadék függő intenzitással) (Wróblewska - Kolasa, 1986),
 - (8) a faj szárának nedvességtartalma november végére 40% alá csökken, ezzel a tél kezdetétől meg lehet kezdeni a betakarítást, pl. mesterséges szárítás nélküli aprítékolással (Kasprzyk et al., 2014),
 - (9) a szár kedvező beltartalmi értékei, C/N aránya és szöveti felépítése alkalmassá teheti többféle energetikai felhasználásra (Domínguez-Muñoz et al., 2010; Oleszek et al., 2013).
- A várható hozamok tekintetében a Sida biomassa produktuma mérsékelt égövi körülmények között 10-20 száraztonna között változik hektáronként (2. táblázat).

2. táblázat: A *Sida hermaphrodita* hozamai különböző trágyázási szint mellett

	szap. anyag	egyed/ m ²	biomassza hozam tonna/ha					fűt. é. MJ/ kg	N kg/ ha	P kg/ ha	K kg/ ha
			1. év	2. év	3. év	4. év	Átlag				
I.	mag	25 db	2,8	8,4	11,1	11,3	8,4	19,8	100 - 200	39,3 - 52,4	83
II.	mag	25 db	n.a.	11,2	10,8	15,1	12,3	18,8	100	35	83
II.	gyökér dugvány	4,08 db (0,7 x 0,35 m)	n.a.	15,3	20,8	22,6	19,6	18,7	100	35	83
III.	mag	3 kg	n.a.	9,4	14,4	11,9	11,9	17,5- 19,5	n.a.	n.a.	n.a.
III.	mag	6 kg	n.a.	11,7	16,	13,8	13,8	17,5- 19,6	n.a.	n.a.	n.a.
III.	mag	9 kg	n.a.	13,1	15,8	14,5	14,5	17,5- 19,7	n.a.	n.a.	n.a.
III.	gyökér dugvány	3,3 db	n.a.	6,6	10,3	8,3	8,3	17,5- 19,8	n.a.	n.a.	n.a.
III.	gyökér dugvány	5 db	n.a.	7,8	13,8	10,8	10,8	17,5- 19,9	n.a.	n.a.	n.a.
III.	gyökér dugvány	10 db	n.a.	11,0	17,7	14,3	14,4	17,5- 19,10	n.a.	n.a.	n.a.
IV	gyökér dugvány	3,5 db	n.a.	11,2	12,2	9,3	10,9	16,5	150	43,6	125
IV	gyökér dugvány	3,5 db	n.a.	9,3	10,9	6,3	8,8	16,9	100	26,4	66,3

Jelmagyarázat: n.a.: nincs adat, I.: (Borkowska et al., 2009; Borkowska - Molas, 2012), II.: (Borkowska et al., 2009; Borkowska - Molas, 2012 , III.: (Borkowska - Styk, 2006a) IV.(Szepmlinski et al., 2014)

A penszilvániai mályva termesztésbe vont területének nagysága pontosan nem ismert. Lengyel források szerint mindössze néhány száz hektár lehetséges (Borkowska - Molas, 2012). A kutatók között egyetértés van abban, hogy a penszilvániai mályva szélesebbkörű elterjedését az alábbiak nehezítik:

- (1) A domesztikálás kezdeti fokán álló faj magjának csírázása kiszámíthatatlan, vontatott, nehézkes (5-10%) (Dolinski, 2009),
- (2) A magok szántóföldi gépi vetése technikailag megoldható, ugyanakkor a gyenge csírázóképeség miatt a vetőmag igénye nagyon nagy, 200 000-300 000 db/ha (Krzaczek et al., 2006),
- (3) A magról szabadföldön vetett állomány csíranövényeinek kezdeti fejlődése vontatott, ezért a fizikai és kémiai gyommentesítés nélkülözhetetlen (Borkowska - Molas, 2008) ,
- (4) Palántáról elméletileg lehet szaporítani (Kujawskiet al., 1997), azonban ehhez nem áll rendelkezésre a szükséges mértékű magbiológiai, magtermesztési, magfeldolgozási és

magtárolási tapasztalat, elegendő kertészeti szakmai ismeret és üzemi technológia, mint pl. szabadföldi zöldségnövényeknél szokás,

(5) Gyökérdugványozással vegetatív módszerrel szaporítható (Borkowska - Styk, 2006a; Borkowska - Molas, 2012), azonban ugyancsak nem áll rendelkezésre olyan speciális gépi rendszer, és üzemi technológia, mint pl. a *Salix* sp., a *Populus* sp. és az *Eucalyptus* sp. esetében,

(6) Nincs, illetve kevés a megbízható, eltérő ökológiai környezetben végzett biológiai, genetikai, növényvédelmi összehasonlító ismeret, eszköz, amely alapján e faj gyakorlati célú nemesítése hatékonyan, programozhatóan végezhető (Frabzaring et al., 2003).

Amennyiben a fenti kérdésekre megnyugtató megoldásokat dolgoznak ki, a mérsékelt kontinentális klímájú térségekben a penszilvániai mályvára, mint biomassza növényre nagy jövő vár. A jövőbeli nemesítésének egyik kulcsa a biotechnológia alkalmazásba vétele. Az eltelt fél évszázad során új molekuláris nemesítési és egyéb *in vitro* biotechnológiai eszközök, módszerek születtek, melyek a kutatók rendelkezésére állnak.

2.6.2. A *Sida hermaphrodita* bioenergetikai hasznosításának lehetőségei

A Sida fűtőértéke (18,3 MJ/kg), a technológiák energia-nyeresége (intenzív: 1,81 GJ/t, félintenzív: 1,53 GJ/t), illetve energia-hatékonysága (intenzív: 10,2, félintenzív: 12,6 egységnyi szárazanyagra vetítve: HHV) (Szepmlinskiet al., 2014). Szemplinski és munkatársai (2014) mérései szerint ez az érték felülmúlja a silókukoricáét és a cirokét is. Ugyanakkor egy hektárra vetítve mindkét növénynél jóval alacsonyabb (kukoricáénál 54%-kal, cirokénál 23%-kal) volt a Sida termésátlaga szárazanyagra vetítve.

A magas fűtőérték oka, hogy szén- és hidrogéntartalma (47%, illetve 6%) az energianáddal és az energiafűzzel lényegében megegyezik, a fűtőértéket csökkentő nitrogén- és hamutartalom (0,2%, illetve 1,8%) viszont jóval alacsonyabb azokénál (Wróblewska et al., 2009b). A Sida nemcsak közvetlen eltüzelésre, hanem biogáz-előállításra (kiegészítő alapanyagként) is kiválóan alkalmas. Oleszeket al. (2013) mérései szerint mezofil körülmények között 40 napig fermentált Sida-szilázs összetétele a következő volt:

- 26% szárazanyag, ennek 91%-a szerves anyag
- 39% szén, 1,7% nitrogén, (C/N arány: 22,4%), 9,5% hamu
- pH: 5,5

A Sida biogázhozama mennyiségét és minőségét tekintve is igen kedvező (3. táblázat) és megfelelő receptúrába illesztve a hozam tovább növelhető. A C/N aránya önmagában is ideális a legtöbb, önmagában alkalmazott növényi, vagy állati eredetű alapanyagtól eltérően. Az optimális tartomány 15-30 (Haug, 1993), 20-30 (Zhang et al., 2008; Puyuelo et al., 2011), illetve 25-30 (Huang et al., 2004), közötti értékekkel becsülhető.

3. táblázat: Biogáz és metán kihozatal a Sida anaerob fermentációja során

Biogáz hozam			Metán hozam		
N dm ³ kg ⁻¹ FM	N dm ³ kg ⁻¹ DM	N dm ³ kg ⁻¹ ODM	N dm ³ kg ⁻¹ FM	N dm ³ kg ⁻¹ DM	N dm ³ kg ⁻¹ ODM
99 (±3)	395 (±11)	435 (±12)	50 (±1.5)	201 (±5,5)	220 (±6)

Forrás: Oleszek, 2013

Jelmagyarázat: nedves tömeg (FM), száraz tömeg (DM), maximális biogáz-kihozatal (ODM)

A Sida biogázhozama a 6-12. napok között kiugróan magas volt, elérte a napi 20-60 Nm³ kg⁻¹ DM értéket. Lényeges kiemelni, hogy a tüzeléstechnikai hasznosítással szemben a biogázcélú hasznosítás jóval magasabb nedvességtartalmat igényel, ezért a Sida-t erre a célra célszerű júliusban betakarítani. Megtakarításként az esetleges szárítási költségek elmaradása vehető számításba és a hideg körülmények között bekövetkező szárazanyag-veszteség is megspórolható.

Egyéb hozzáadott értéket képvisel még a méz, amelynek hozama a június végétől októberig tartó virágzás során hektáronként elérheti akár a 143 kg-ot kedvező minőségi paraméterek mellett (Borkowska et al., 1986).

2.7. A mérsékelt égövi félcsérje mályvafélék nemesítése

2.7.1. Keresztezéses nemesítés

A mályvanemzetségen belül a fajhibridek kialakulására több példa is van a természetben, és az ilyen irányú nemesítésnek a perspektívái sincsenek kihasználva. A gyapot *Gossypium hirsutum* L. (2n=52) esetében nem csak a különböző ploidisztű fajok keresztezésében értek el biztató eredményeket, de sikeres keresztezéseket hajtottak végre a *Hibiscus panduraeformis* Burm. fajjal (Mehetre et al., 1980). A fás szárú *Hibiscus* fajok keresztezése során (*H. coccineus*, *H. laevis* és *H. moscheutos*) a vizsgált 472 egyed változatossága igen nagy volt. A levél alak és a virágmorfológia köztes formát vet fel,

azonban több rendellenesség is kialakult (klorózis, albinizmus) (Kuligowska et al., 2016), ami kertészeti szempontból értékes tulajdonság lehet.

A *Kitaibela vitifolia* Willd. nem monotipikus növény, így lehetőség van rokon fajok közötti hibridizációra. A kromoszómaszáma minden irodalmi forrás szerint 44. Alkalmas partner faj a *Kitaibela balanse* Bioss., bár a kromoszómaszáma vonatkozólag nem áll rendelkezésünkre adat. Legnagyobb valószínűséggel azonban kromoszómaszáma hasonló, vagy egész számú többszöröse a *Kitaibela vitifolia* Willd kromoszómaszámanak. Rózsaszín virágai és apró szürkészöld levelei révén nagyban emelheti a *Kitaibela vitifolia* díszítő értékét. Mivel a *Kitaibela vitifolia* Willd díszkertészeti felhasználásának elterjedését, népszerűvé válását az elszáradt virágok hajtásvégeken maradása megnehezíti, a nemesítés leginkább az alacsonyabb fertilitás és/vagy a meddőség irányába halad. A fajok közötti keresztezés az utódnemzedékben a meiózis során fellépő kromoszóma párosodási anomáliák miatt alapvetően rontja a fertilitást és az üres magház a virágzás után nagy(obb) eséllyel lehullik. A másik lehetőség a különböző fizikai vagy kémiai mutációs eszközök alkalmazása, amelynek hasonló szaporodásbiológiai változásokat eredményezhetnek.

Meg kell jegyezni, hogy a 42 kromoszómás fajok közül a legfontosabbnak az *Althaea cannabina*-t tekinthetjük, mert erős feltörő szárai és nagy zöldtömege miatt, kíváncsú keresztezési partner lehet. Ugyanakkor érdemes arra is felfigyelni, hogy az *Althaea* és *Alcea* fajok közül egyedül csak ennek (*A. cannabina*) a kromoszómaszáma 84, míg a többi ettől lényegesen eltér (Kováts, 2009a). Mint keresztezési partner, szóba jöhet más vonatkozásban a *Malva alcea*, aminek vadon élő alakja hazánkban elterjedt, de 56 kromoszómás alakja, kereskedelmi forgalomban van, mint dísznövény. Az e nemzetségek közötti rokonsági viszonyok alapján a genetikai távolság kicsi (relatív), ezért ezen nemzetségek fajai lehetnek a keresztezés legígéretesebb jelöltjei (Öztürk et al., 2009).

Egy más vonatkozás az *Althaea cannabina* herbicideknek ellenálló tulajdonság, amit Terpó (1987) hangsúlyoz. Ha sikerülne az *Alcea*-ba ezt a tulajdonságot bevinni, úgy sokoldalúan ellenálló növény jöhetne létre. A 42, ill. 44, vagy 84-es kromoszómaszámát is észlelheték, ismét egy különleges kivétellel állunk szemben. A *Kitaibela* nemzetségben a *Kitaibela vitifolia* 44 kromoszómás. Ha a közvetlen keresztezés nem is hozna első próbálkozásra termékeny hibridet, mint mutációt elősegítő faktor, a pollenje eredményre vezethetne. Erre vonatkozó közlést Dr. Kováts Zoltán az MTA doktori értekezésében ad, ott a *Petunia-Nicotiana* vonatkozásában. Az ottani eredmény meggyőző volt, bár más

növényfajokra még nem kipróbált módszer. Az *Alcea rosea*-ról terjedelmes és sokrétű ismertetést készített Dr. Kováts Zoltán magyar és külföldi vonatkozásban. A többi, előbbieken közölt 42, 44 kromoszómás *Malvaceae* családba tartozó fajok a Debreceni Egyetem MÉK Jövő Növényei Biomassza Bemutató kertjében kerültek kiültetésre, Dr. Kováts Zoltán gyűjteményéből az Ő instrukciói és eredményei alapján (Kováts, 1980b).

2.7.2. Mutáns indukció

Az irányított vagy direkt mutáció paradigma váltást jelentett a növénynemesítésben. Ez a gyűjtőnév magába foglalja mindazokat a fizikai (röntgensugárzás, gamma sugárzás, ultrahang stb.), illetve kémiai módszereket, amellyel az ember véletlenszerű változást/változásokat képes generálni a növényi genomban. Egy új korszak kezdődött, amikor a FAO/IAEA létrehozta a Nukleáris technológiák a Mezőgazdaságban divíziót, azóta több mint 3200 változat jelent meg, amely a genetikai anyagának irányított megváltoztatását elvégezték, vagy nemesítése során mutáns vonalak szerepelnek a szülők között (Ahloowalia - Maluszynski, 2001). A kezelést minden esetben a növény valamely szaporító képletén (vegetatív vagy generatív), a megfelelő dózis (sugár/ vegyszer koncentráció) és kezelési idő megállapítása után viszonylag nagy hatékonysággal lehet elvégezni (Mba et al., 2010). A kereskedelmi forgalomba került ilyen jellegű mutáns fajták nagy része szántóföldi növény, de nagy számban vannak dísznövények (*Chrysanthemum*, *Alstroemeria*, *Dahlia*, *Bougainvillea*, *Rose*, *Achimenes*, *Begonia*, *Carnation*, *Streptocarpus* *Azalea* sp.), és néhány gyümölcsfaj *in vitro* tenyésztésének röntgen besugárzásával sikerült új fajtákat előállítani. A fizikai mutagének okozta változások igen széleskörűek lehetnek, és a növényvilágban igen jól tanulmányozottak. A mutációk véletlenszerű természetének köszönhetően az ilyen módszerekkel előállított növények mind megjelenésükben, mind genetikai háttérükben igen eltérőek lehetnek, és PCR alapú DNS markerezési eljárásokkal könnyen térképezhetőek (Mba, 2013).

2.7.3. Poliploidizálás

A poliploidia evolúciós sikere okainak részletes feltárása az elmúlt 20 évben intenzív kutatások tárgyát képezte. Az autopoliploid fajok (genomsokszorozódás fajon belül) viszonylag kis figyelmet kapnak az evolúciókutatók között, amit mi sem mutat jobban, mint, hogy szinte minden esetben a diploid és autopoliploid populációk egy fajba sorolandók. Kivételes esetekben, mint a *Brachypodium* a fajok újradefiniálása

elkezdődött (Catalán et al., 2012). Az allopoliploidok evolúciós előnyét azonban többen fontosabbnak tartják, és mi sem bizonyítja jobban, hogy a kultúrnövények között a poliploid fajok aránya magasabb a vad növényekhez viszonyítva. Sokszor a szülői vonalak (fajok) genomjának összeolvadása során feltételezhetően végbemenő genomiális átrendeződések és génexpressziós változásokon vezetnek a fenotípus változásához és ezáltal más, előnyös tulajdonságok kialakulásához (Hegarty - Hiscock, 2008; Parisod et al., 2010). Hogy milyen összetett és komplex a virágos növények evolúciója azt Soltis-Soltis (2009)-es tanulmány jól reprezentálja, amiből kitűnik a kevesek által vitatott tény, hogy a poliploidia, legyen az auto- vagy allopoliploidia, a legfőbb evolúciós mozgató mechanizmus a virágos növények között. Ugyan a természetben a fajok közötti hibridizáció a legfőbb oka a teljes genom sokszorozódásnak, az autopoliploidiát, mint kiváltó tényezőt nem lehet figyelmen kívül hagyni (Buggs et al., 2009; Alix et al., 2017). A diploid növények, beleértve a hibrideket is, nagy számban termelnek redukálatlan gamétákat (diploid mikro- vagy makrospórákat), amelyek az autopoliploid vonalak kialakulásához vezetnek. Ezek a leszármazottak sok esetben izolálódnak a szülői vonalaktól és új változatok, vagy fajok kialakulásához vezetnek. A páratlan kromoszómaszámú egyedek kialakulása nem ritka a növényfajok között, és nem törvényszerű az interploid fitnessz csökkenés sem (Otto, 2007). A triploid fajok sokszor hidat jelentek más fajok vagy esetleg diploid és tetraploid fajon belüli változatok között (Ramsey - Schemske, 1998).

A természet módszereit mára sok esetben adoptáltuk, és így a poliplod növényeket is sikerült több módszerrel mesterségesen létrehozni. E nemesítési módszer igen nagy jelentőséggel bír többek között a dihaploid és poliploid növényfajták előállításában és mára több hibrid előállításában is elengedhetetlen.

A módszerek, jelen esetben a keresztezés és a poliploidizálás kombinációja, még fontosabbnak tűnik, és nemesítési szempontból is ezek együttes alkalmazása a legcélravezetőbb (Laere et al., 2006). Érdemes figyelembe venni azt a körülményt, hogyha a poliploidizáció esetleg termékenyülési zavarokkal járna, a legtöbb mályvaféle esetében a vegetatív szaporítás a kiváló tarackolási készség miatt, biztosan eredményes lenne. Azt is érdemes figyelembe venni, hogy a *Kitaibela*-t eddig nem vonták hathatós nemesítésbe, ami miatt minden bizonnyal jelentős javítást lehet rajta eszközölni. A sokáig monotipikus fajként nyilvántartott *Kitaibela vitifolia* mellett a török flórában leírták a *Kitaibela balanse* fajt is, melynek növekedési habitusa, virágszíne némileg eltér a *K. vitifolia*-tól. Egyes morfológiai vizsgálatok alapján az *Althaea* nemzetséggel való rokonságát is ki lehet mutatni (Liston - Shmida, 1987b).

Az allo- és aoutopoliploid növények jellemzői, és vizsgálati módszerei

Kováts Zoltán munkáját folytató kutatócsoport Prof. Fári Miklós vezetésével, Szarvas és munkatársai (2010) kísérletei során, a *Sida hermaphrodita*, illetve *Kitaibela vitifolia* esetében mesterséges kolhicinnel történő kezeléssel létre tudtak hozni ideiglenesen magasabb poliploidszintű egyedeket (Szarvas et al., 2011). Ezek későbbi vizsgálatai során azonban – többszöri *in vitro* vegetatív szaporítás és kiültetés után – az áramlási citometria mérésekkel nem sikerült alátámasztani az egyedek poliploid mivoltát.

Ennek oka lehet az, hogy a poliploid növényeknél nem feltétlen és konzekvens következmény a genom mért növekedés a poliploidizálás hatására. Erről számolt be Grove és munkatársai (2007) a gyapot esetében, amit leginkább véletlenszerű delécio és inszerció, ill. szegregáns poliploidok kialakulásával magyaráztak (Grover et al., 2007), tehát a poliploidizációt nem zárták ki. A DNS tartalom, ill. 1 C érték (homológ genom fajlagos DNS tartalma) csökkenését a poliploidizálás során már más is alátámasztotta (Leitch - Bennett, 2004), azonban a közvetlen poliploidizált növények esetében a genom méret növekedés szinte minden esetben megtörténik (Beasley, 1941; Zlesak et al., 2005; Liu et al., 2007; Dhooghe et al., 2008; Contreras et al., 2009; Chester et al., 2010; Mishra et al., 2010; Ye et al., 2010; Zhang et al., 2010). A kiindulási genom méret, a rokon fajokhoz viszonyítva csak támpontot adhat annak kiderítésére, hogy a poliploidizálni kívánt faj az evolúció során átesett-e már teljes vagy részleges genomduplikáción, és nem lehet belőle teljes bizonyossággal következtetni a poliploidizálás sikerességére, ugyanis nem minden körülmények között vizsgálhatóak, ill. jelennek meg fenotípusos bélyegek.

A fenológiai vizsgálatok támpontot adhatnak a poliploid, legyen az allo-, vagy aoutopoliploid növények tanulmányozására. A levél nagyság, sztomák száma és mérete, a kísérő sejtek klorofill tartalma (Ye et al., 2010; Zhanget al., 2010), a fotoszintetikus paraméterek vizsgálata alapján (Warner - Edwards, 1989, 1993; Liao et al., 2016; Baker et al., 2017) lehet következtetni a plodszint változásra, vagy egyes citológiai különbségekre, illetve megalapozható egy marker alapú szelekciós módszer (faj specifikus szelekciós primer) kifejlesztése.

2.7.4. A félcserje mályvafélék hazai nemesítése, genetikai-, biotechnológiai kutatása, és kertészeti célú alkalmazásának helyzete

Hazánkban a Mályvafélék (*Malvaceae*) családjába tartozó egyes kertészeti jelentőségű mályva fajok nemesítése, genetikai és biotechnológiai kutatása a Kertészeti Kutató Intézetben, az 1950-es évek elején kezdődött, Kováts Zoltán irányításával. A munka elméleti alapjait Kováts Zoltán ösztöndíjasként Svédországban, Alnarpban, dolgozta ki. A svédországi egynyári *Alcea rosea* populáció továbbnemesítésével létrehozta a teltvirágú 'Hungaria' és 'Balaton' egynyári mályva fajtasorozatokat. A sorozat a hatvanas években világhírt hozott a nemesítőnek és Magyarországnak (Golden Medal, All American Selection, 1967) (Kováts, 1980b). Ezt követően Budatétényben elkezdődött a mályva faj- és nemzetséghibridek alap- és alkalmazott kutatása. Ennek is nemzetközi visszhangot kapott eredménye lett az un. Háros mályvasorozat (Fáriet al., 2008-2010). Négy színváltozata került kinemesítésre, melyek között a legújabb változat sötét bordó színben nagyon mutatós fajta lett (Hinsley, 2007; Kováts, 2009b). Ezeket a fajtákat a rendszerváltozás idején Kelet-Németországban *in vitro* kezdték szaporítani, ahová a genetikai anyag cserekapcsolatok révén hivatalos úton került ki, később elterjedt az egész világon, nem tudván annak magyar eredetéről (Fáriet al., 2008-2010). Azóta sem született megfelelő botanikai leírás, és a tudományos elnevezés sem egyértelmű (Hinsley, 2007). A változatok közül 1990-es évektől egyetlen marad fent Magyarországon, két helyen, Debrecen MÉK Bemutatókertjében, illetve NAIK Gyümölcstermesztési Kutatóintézet - Érdi Kutató Állomásán pár egyed (Fári 2012 személyes közlés). A hetvenes évektől a Dr. Kováts Zoltán által megszabott új irányvonalak szerint folytak a mályva kutatások. Az egyik a mályvafélék biotechnológiája (1977-től) és a mályvafélék, mint biomassza alapanyagok (1975-től). A biotechnológia területén Dr. Gracza Péter, Bisztray György és Fári Miklós Gábor, továbbá az egyiptomi ösztöndíjas Mostafa Raslan Mustafa kezdtek el dolgozni a Kutató Intézet Szövettenyésztő Laboratóriumában, szoros együttműködésben Dr. Dudits Dénessel a Szegedi Biológiai Kutatóközpontban, és Fridvalszky Loránd professzorral az ELTE-n (Kováts et al., 1978a; Kováts et al., 1978b; Fridvalszky et al., 1979a; Fridvalszky et al., 1979b; Bisztray et al., 1982; Gracza et al., 1982; Mustafa et al., 1982). Ugyanezen időszak alatt Dr. Koch Lehel vezetésével megkezdődött a Kováts Zoltán által begyűjtött különleges mályvák értékelése levélfehérje koncentrátum (LFP) előállítása céljából. A Budapesti Műszaki Egyetemhez tartozó un. VEPEX Kísérleti Üzem a Kutató Intézet Hárosi Telepén került berendezésre. Ugyanezen időszakban Dr.

Kováts Zoltán külföldi botanikus kertekből újabb és újabb mályva dísnövény- és biomassza fajokat hozatott be és tesztelt. Többek között a *Kitaibela vitifolia*, Willd. illetve a *Kitaibela balansae* Boiss. fajokat. A hárosi telepen ezen fajok spontán kereszteződésből létrejött hibrid növényeket vizsgálta és szelektálta, miközben a távoli fajkeresztezésen túl az indukált mutáció különböző módszereivel próbálta stabillá tenni az amúgy erősen hasadó populációt. Dr. Kováts Zoltán egyéb biotechnológiai-genetikai módszertani kutatásai közül a kémiai és fizikai mutagenézis is kiemelkedő jelentőségű sikerrel járt. Így hozta létre a *Kitaibela vitifolia* cv. *aurea* aranyló szívlevelű rozsd ellenálló mályva színváltozatot. Ezek mellett a néhai Kutató Intézet Hárosi telepén vizsgálta pl. a *Napaea hermaphrodita* fajt is (1970). A faj szinonim neve az ismertebb, *Sida hermaphrodita*, amely közel negyven év múlva „energiamályva” néven került be másodjára Magyarországra, mégpedig a hazai biomassza üzlet homlokterébe, Balogh László és munkatársai nyomán, lengyelországi közvetítéssel (Fáriet al., 2008-2010) (2. ábra).



2. ábra: Mályvakutatók alapanyagai a Debrecenben (Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kert, Debreceni Egyetem MÉK)

Jelmagyarázat: Mérték: 1 méter

A: *Sida hermaphrodita* állomány (2013)

B: *Kitaibela vitifolia* kísérleti parcella (2013)

C: *Althaea cannabina* kísérleti parcella (2013)

D: *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* spontán kereszteződéséből létrejövő hibrid (2012)

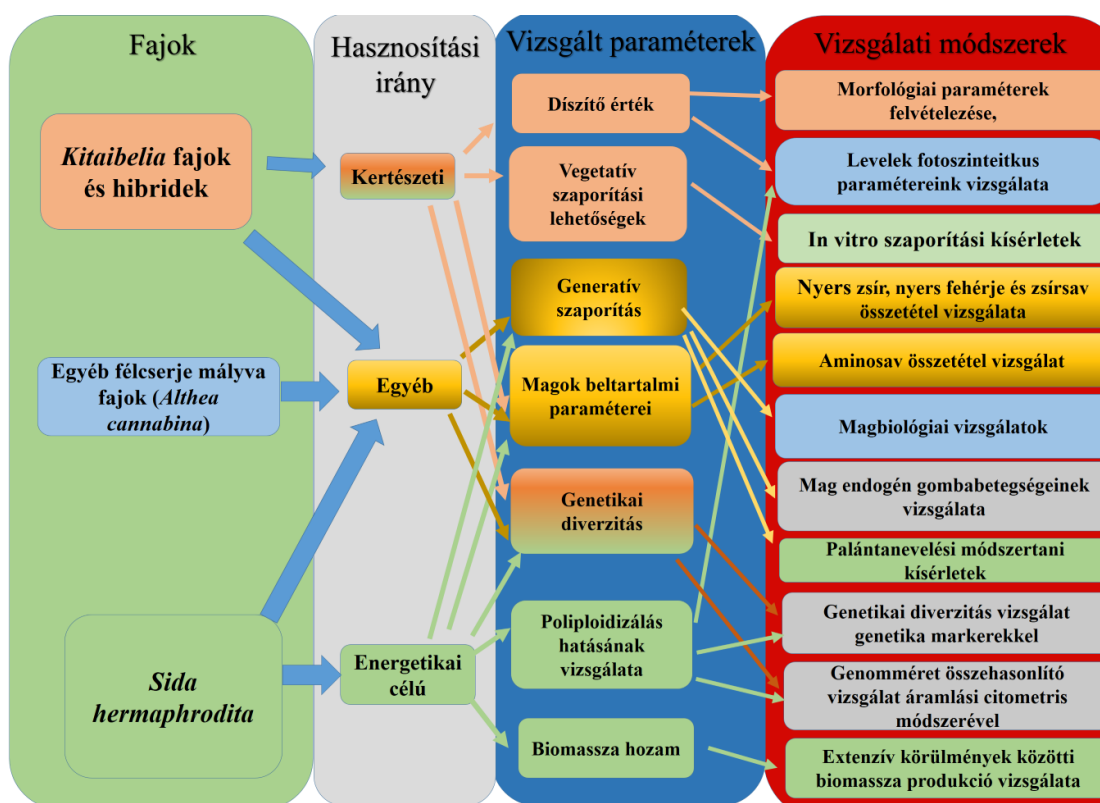
E: *Alcea* X *Althaea* –'Háros' nemzetséghibrid állomány (2012)

F: *Althaea officinalis* (2011)

Célkitűzések

Kutatásaim célja néhány ígéretes, alulértékelt félcsérje faj tanulmányozása többcélú hasznosíthatóság szempontjából, folytatva a Kováts Zoltán által elkezdett és a Debreceni Egyetem tanszékén folytatott innovatív kutatómunkát.

Dolgozatomban a kapott eredményeket fajok illetve hasznosítási irány szerint tagoltam, függetlenül a vizsgálati módszerektől. A sorrendet tekintve követtem a hazai mályvakutatások kronológiai sorrendjét, kezdve a *Kitaibela* fajhibridekkel a *Sida hermaphrodita*-val bezárólag (3. ábra).



3. ábra: A dolgozatban alkalmazott vizsgálati módszerek és irányok összefoglalása

Jelmagyarázat: A kék nyilak a fajoknál vizsgált hasznosítási irányt mutatja.

A harmadik oszlopban a konkrét vizsgálati paraméterek színei a vizsgálatba bevont fajokat szimbolizálják: rózsaszín: Kvb, kék: Egyéb mályva félcsérje fajok, zöld: S. hermaphrodita, sárga: minden általunk fenntartott mályvafaj vizsgálatát, az átmeneti színek két faj vizsgálatát jelentik. A negyedik oszlopban a módszerek esetében: szürke: molekuláris biológiai módszer, sárga: analitikai vizsgálat, zöld: kertészeti módszertani fejlesztés.

Kutatásom során a két legfontosabb irányvonal, és az azon belüli rövidtávú célok a következők voltak:

A Kitaibela vitifolia Willd. x *Kitaibela balansae* Boiss. fajhibrid kertészeti célú használata:

- A *Kitaibela vitifolia* Willd.x *Kitaibela balansae* Boiss.(továbbiakban Kvb) fajhibridek díszítőértékének felvételezése morfológiai paraméterek alapján, illetve a sárga levélszínű egyedek pigment-tartalma alapján. A sárga egyedek fotoszintetikus paramétereinek felvételezése, a PSII fotokémiai rendszer hatékonyságának vizsgálta.
- A *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* kiemelt genotípusai vegetatív szaporítási lehetőségeinek vizsgálata, mind mikroszaporítással, mind hagyományos zöld dugványozással szaporítási módszer alkalmazásával, azzal a céllal, amellyel az akár gyenge generatív képességekkel rendelkező egyedek, fajhibridek felszaporításával is lehetséges új fajták kinemesítése.
- A *K. vitifolia* és *Althaea cannabina* nagy mennyiségben termő magjai beltartalmi paramétereinek vizsgálatával a magok alternatív felhasználási lehetőségeinek térképeztük fel.
- Mályva fajok generatív szaporíthatósági lehetőségeinek elemzése csírázásbiológiai és magkezelési kísérletek révén.
- Az azonos populációból származó Kvb fajhibridek genetikai diverzitásának vizsgálata a jövőbeni nemesítési irányvonalaknak és a marker alapú szelekció kidolgozásához.

Sida hermaphrodita Rusby. biomassa célú használata

- A poliploidizációs kísérlet sikerességének igazolása a *Sida*, poliploidizáción átesett egyedeinek ploidszint és morfológiai vizsgálatával.
- A magok beltartalmi értékeinek vizsgálata mind a fűtőérték, mind a melléktermék hasznosítás szempontjából. A magok csírázásbiológiai vizsgálata során a palántanevelés hatékonyságát növelő magkezelés és termesztéstechnológia kidolgozása egy kiszámíthatóan működő biomassa ellátó lánc kiépítése céljából.
- Költséghatékony palántanevelési módszer kidolgozása, amely megoldja a magvetés során fellépő kezdeti nehézkes fejlődési nehézségeket.
- A biomassa produkció tanulmányozása, az extenzív, marginális körülmények közötti biomassa produkciónak kalkulációja, a talaj tápanyagtartalmának függvényében.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A *Kitaibela vitifolia* Willd. $\times$ *Kitaibela balansae* Bioss. (Kvb) fajhibrid populáció és a vizsgált fajok fenotípezálása

3.1.1. A Kvb fajhibrid populáció morfológiai jellemzése

2014. évben elvégeztük egy Kvb fajhibrid egyed öntermékenyítés utáni F1 nemzedék felvételezését. Az önbeporzás után nyert magokból palántát nevelve az egyedek 2011. évben telepítésre kerültek a gyepebe közvetlenül beültetve, sekély ültetőgödört alkalmazva történt. A kiültetés 5 dupla sorból, soronként 45 növényből állt (450 növény), a duplasorok távolsága 1 m. A termesztési körülmények extenzívek se öntözésben sem növényvédelemben vagy tápanyag utánpótlásban az állomány nem részesült, az ültetőgödrök közelsége miatt az egyedek egymással is versengtek, mondhatni „fokozott provokáció”-nak voltak kitéve. A felvételezés során négy szempont alapján vizsgáltam az egyedek díszítő értékét és ezáltal a pozitív szelekciót. Ezek a tulajdonságok: (1) levél alak (2) az elnyílt, elbarnult, a díszítő értéket rontó virágzatok gyors lehullása, valamint további két esztétikai szempontból értékes tulajdonság, (3) a rózsaszín virágszín és (4) a habitus. Ezek a tulajdonságok későbbi pozitív szelekció alapjául szolgált, mely során több, számunkra értékes tulajdonsággal rendelkező egyedet szelektáltunk ki.

3.1.2. Mikroszkópos sztómavizsgálat epidermisz nyúzatból

. A *Sida* esetében a poliploidizáláson átesett és kontroll növények, a *K. vitifolia* $\times$ *K. balansae* hibridpopuláció esetében a különböző fenotípusú egyedek mellett a nagy növekedésű erjű egyedek kerültek felvételezésre, ezért a vizsgált egyedek nem teljesen fedik egymást.

A begyűjtött *Sida*, Kvb egyedeinek levélmintáiból áttetsző körömlakk segítségével epidermisz nyúzatot készítettünk. A lakk száradását követően (becsetelés után 15-25 perc) a nyúzatok a levél felületéről megfelelő állapotban lefejtethetők, lehetővé teszik a sztómák előfordulási gyakoriságának és alakjának vizsgálatát. Az így készített, tárgylemezre helyezett preparátumokat ZEISS Axioskop 2 plus típusú fénymikroszkóppal vizsgáltuk. A vizsgálatához a fénymikroszkóp 26 mm átmérőjű lencséjébe helyeztük a 12,5x12,5 mm-es, 10x10-es négyzetrácsra felosztott okulár mikrométert, mely 20X nagyításban 0,5 mm²-nyi területre eső sztómák vizsgálatát tette

lehetővé. A vizsgálatokat 3 levél-epidermisz nyúzatából három ismétlésben végeztük el, minden alkalommal frissen begyűjtött mintákat használva. A vizsgálat során az Öntisztuló, sárgalevelű, rózsaszín változatokat kiegészítettük nagy biomasszahozmaú egyeddel (Kvb-2-1-4).

3.1.3. A fotoszintézis vizsgálatok növényanyaga

A fotoszintetikus paraméterek esetében a *Sida hermaphrodita* 2011-ben kiültetett poliploidizáláson átesett egyedeit, illetve a Kvb fajhibrid egyes kiemelt (főleg sárga levélszínű változatok) egyedeit használtuk. Ebben az esetben a kontroll a *Kitaibela vitifolia*, illetve a kiválasztott egyedek (Kvb 1/25; 2/7) szolgáltatták.

3.1.4. 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 *Sida* leveleiből. A levélkorongokat 1 ml N'N dimethyl-formamid oldatba (Sigma-Aldrich) állni hagytuk egy éjszakára. Az összegyűjtött felülúszót használtuk fel a spektrofotometriás mérésekhez. Klorofill *a* esetében 664, míg klorofill *b* esetében 645, karotin esetében 480 nm-en mértük meg az abszorbanciát (Amersham Biosciences Ultrospec 2100 Pro UV/Visible). A megfelelő képletbe behelyettesítve kiszámoltuk a klorofill *a* és *b* értékeket, a klorofill *a + b* és a klorofill *a/b* arányt.

Klorofill *a*: $((11,63 \times (\text{OD}_{663} - \text{OD}_{750}) + 2,69 \times (\text{OD}_{645} - \text{OD}_{750})) / \text{a minta területe cm}^2) \times \text{oldat ml-ben}$

Klorofill-*b*: $((20,81 \times (\text{OD}_{645} - \text{OD}_{750}) - 4,53 \times (\text{OD}_{663} - \text{OD}_{750})) / \text{minta területe cm}^2) \times \text{oldat ml-ben}$

Karotin: $((1000 \times (\text{OD}_{480} - \text{OD}_{750}) - 0,89 \times (11,65 \times (\text{OD}_{663} - \text{OD}_{750}) - 2,69 \times (\text{OD}_{645} - \text{OD}_{750}) - 52,02 \times (20,82 \times (\text{OD}_{645} - \text{OD}_{750}) - 4,53 \times (\text{OD}_{663} - \text{OD}_{750}))) / 245) \times \text{minta területe cm}^2) \times \text{oldat ml.-ben}$

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. A mérés során a műszer beállítása után, a sötétadaptált (25 perc) leveleket – egyedenként három kifejtett levélből

vett – gyenge fénnel világítottuk meg és mértük az alap fluoreszcencia (F_o) szintjét, majd telítési fényimpulzus ($8000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) alkalmazása után a műszer detektálta a maximális fluoreszcenciát (F_m). A két paraméter hányadosa, az F_v/F_m , mely a PSII fotokémiai hatékonyságának jellemző paramétere (Maxwell - Johnson, 2000).

3.2. A félcsereje mályvafajok és fajhibridek vizsgálata áramlási citometria (flow cytometry) módszerrel

A citológia vizsgálatok növény anyagát a DE Bemutató Kert kísérleti területén gyűjtöttük be ($47^{\circ}33'00.4''\text{N } 21^{\circ}36'02.0''\text{E}$), 5 alkalommal (2015.05.21; 2015.05.27; 2015.05.28; 2015.06.06, 2015.07.01). A növényi mintákból (*Sida hermaphrodit*, *Kitaibelia vitifolia*, *K. vitifolia x K. balansae* hibrid populáció, , *Altha X Alcea fajhibrid*, *Althe officinalis*, *Alcea biennis*) 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.) volt.

A minták feltárása (Hsiao-Ching - Tsai-Yun, 2005) módszere szerint történt, némi módosítással. A minták osztódó szövetét műanyag Petri-csészébe 1 ml jéghideg pufferben (2% PVP, 6,5 mM Mercapto-ethanol, 0,25% Triton X MgSO_4 pufferben) tiszta pengével voltak feldarabolva. Ezután a növényi maradványokat tartalmazó folyadékot 40 mikron átmérőjű sejtszűrőn szűrtem. A mintákhoz ezután 400 mikroliter B puffert (6,5 M Mercapto-etanol, 0,25% Triton X) és 30 μl RNáz-A-t adtam. A mintákat 15 percig 37°C -on inkubáltam. Az inkubációs idő letelte után hozzáadtam minden mintához 30 μl propidium-jodid (PI) DNS festéket. A mintákat 20 percen belül mértem le a Debreceni Egyetem, ÁOK, Biofizikai és Sejtbiológiai Intézetben, Becton Dickinson FACScan áramlási citométer segítségével. A kapott adatokat FCS express 6.0 (DEMO), illetve Flow szoftverrel értékeltem ki, a DNS tartalom meghatározásához az alábbi számítást alkalmazva:

A minta 2C DNS tartalma = (a minta G1 csúcs közepe/ standard G1 csúcshoz tartozó érték)/ standard 2C DNS tartalma (pg DNS) (Doležel - Bartos, 2005)

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

3.3.1. DNS extrakció, PCR reakció

A DNS extrakciót Maceny Nagel Plant II (IZINTA Kft.) kit használatával végeztem, a megadott protokoll irányelveit követve. A jelen lévő nyálkaanyag miatt nem minden egyedből sikerült megfelelő minőségű DNS kinyerése, ezért a sárga színű változatból csak az Kvb A1, A3 illetve A6 egyed került vizsgálat alá. A nemzetséghibrid vizsgálata során a szülői vonlakat az *Althea officinalis*, *Alcea biennis* mellet az *Alcea rosea annua* 2 változatával egészítettük ki, melynek vetőmagját 2018. márciusában kaptuk a A DNS minőségét 1% agaróz gélelektroforézissel ellenőriztük, a DNS-t etídium-bromiddal festettük (Sambrook et al., 1989), és UVIpro Platinum Géldokumentációs (kamera: 1.1 mega-pixels, 1184x890) rendszerrel elemeztük. A PCR reakció paraméterei az egyes primerek esetében eltérőek voltak, amelyet a 4. táblázat részletesen tartalmaz.

4. táblázat: Az alkalmazott PCR reakciók paraméterei

	szekvencia 5'-3'	ann.hőm (°C)	ciklusok száma	denat. hőm.	program	end
OPI-10	ACAACGCGAG	34,5	40	94 °C- 1 min,	94°C-20 sec, a.h-20 sec, 72°C-2 min	72°C – 6 min
OPZ-04	AGGCTGTGCT	37,5	40	94 °C- 1 min,	94°C-20 sec, a.h-20 sec, 72°C-2 min	72°C – 6 min
UBC 818	CACACACACACAC ACAG	52	40	94 °C- 1 min,	94°C-20 sec, a.h-20 sec, 72°C-2 min	72°C – 6 min
UBC 807	AGAGAGAGAGAG AGAGT	51	40	94 °C- 1 min,	94°C-20 sec, a.h-20 sec, 72°C-2 min	72°C – 6 min
UBC 810	GAGAGAGAGAGA GAGAT	51	40	94 °C- 1 min,	94°C-20 sec, a.h-20 sec, 72°C-2 min	72°C – 6 min
UBC- 835	AGA GAG AGA GAG AGA GYC	50,2	40	94 oC- 1 min,	94oC-20 sec, a.h-20 sec, 72oC-2 min	72oC – 6 min
UBC- 840	GAG AGA GAG AGA GAG AYT	47,4	40	94 oC- 1 min,	94oC-20 sec, a.h-20 sec, 72oC-2 min	72oC – 6 min
UBC- 841	GAG AGA GAG AGA GAG AYC	48,5	40	94 oC- 1 min,	94oC-20 sec, a.h-20 sec, 72oC-2 min	72oC – 6 min
UBC- 856	ACA CAC ACA CAC ACA CYA	52,8	40	94 oC- 1 min,	94oC-20 sec, a.h-20 sec, 72oC-2 min	72oC – 6 min

A kapott fragmentumokat 1,5%-os agaróz gélen választottam el, és UVIpro Platinum Gél dokumentációs rendszer (kamera: 1.1 mega-pixels, 1184x890) ellenőriztem. Az eredményeket PhlxElph 2.5.6. szoftverrel (Pavel - Vasile, 2012) értékeltem ki. A genetikai távolságokat optimalizáló csoportátlag (UPGMA) eljárással készített dendrogramokkal szemléltettem.

3.4. A vizsgált félcserje mályvafajok és fajhibridek magbiológiai vizsgálatai

3.4.1. *Növényi anyag*

Az anyanövények a 2009-ben, a Debreceni Egyetem Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kertjében telepített kísérleti állományból kerültek ki.

3.4.2. *Magok beltartalmi értékeinek vizsgálata*

A mályva magok beltartalmi vizsgálataira a BUNGE Zrt. martfői laboratóriumában került sor. A minták feldolgozását és a HPLC vizsgálatot Nagy Éva végezte, Kucsa József laboratóriumi vezető, valamint Nagy Tiborné szakmai vezetésével.

Az eljárás során az összedarált mintákból 5 g-ot mértünk be az extraháló hüvelybe, melyet steril vattával dugaszoltunk le. Az extrakció során alkalmazott oldószer, hexán (200 ml), hozzáadása után az extraháló lombikot felmelegítjük, és csatlakoztatjuk az extraháló készülékhez.

A kihűlés után a mintákat oldószer-mentesítettük Rotodex vákuumbepárló készülékkel. Az így kinyert extrahált olajat a lombikkal 24 órára szárítószekrényben 110°C-on oldószer-mentesítettük, majd exszikkátorban hagytuk kihűlni, majd visszamért tömegből kalkuláljuk a nyerszsír tartalmat (MSZ ISO 659:1990 szabvány) (659:2009, 2010).

Számítási módszer:

Az eredeti állapotú termék olajtartalma százalékban kifejezve:

$$Wo = m1 \frac{mi}{mo} \times 100$$

Ahol:

mo: a vizsgált kezdeti anyag tömege (g)

m1: A száraz extraktum tömege (g)

mi: a vizsgált anyag tömege extrakció után

3.4.2.1. A magok zsírsavösszetételének megállapítása GC módszerrel

A zsírsavmetilésztetek előállítása nátrium-metilátos gyors módszerrel végeztük. A növényi olajok zsírsavkomponenseinek metilészterré alakítása nátrium-metilát katalizátor jelenlétében történt. A vízmentes, homogén zsiradékmintából 70 mg-ot bemértünk a 20 ml-es falkoncsőbe, 3 ml n-hexánt, 2 ml dimetil-karbonátot és 1 ml metanolos nátrium-metilát-oldatot adtuk hozzá, ezután a kémcső tartalmát 5 percig rázógépen (Janke and Kunkel WX2) rázattuk, majd hozzáadtunk 2 ml desztillált vizet és ismét összeráztuk. Ezután HERAEUS SEPATECH Laborfuge centrifugán 3000-es fordulatszámon 2 percig centrifugáltuk. Az elkülönülő két folyadékfázis közül a felülúszó (hexános) fázisból 1,0 ml-t a mintatartó edénybe szűrőpapíron vízmentes nátrium-szulfáton keresztül adagoltuk, majd 1 ml hexánnal lemostuk a maradék mintát a szűrőpapírról. A mintát tartalmazó üveget ledugaszoltuk. Az így elkészített oldat, amelynek zsírsavmetilészter-tartalma 50-70 mg/cm³, a gázkromatográfiás vizsgálatra közvetlenül alkalmas. A vizsgálat során 1 µl minta mennyiség került felhasználásra. A vizsgálat időtartalma hozzávetőleg 35 perc.

A GC-FID vizsgálatokat Agilent lángionizációs detektorral kapcsolt Agilent 6890 N készüléken végeztük, 60 m hosszú, 0,22 mm belső átmérőjű kapilláris kolonnával (SGE BPX70). A vivőgáz hidrogén a segédgáz nitrogén volt. Az áramlási sebesség 1 mg ml⁻¹ volt. Az Agilent 7683 automata injector 1 µl kivonatot injektált split módban, 0,7 mg/ml sebességgel. Az injektor hőmérséklete 250°C, a transfer line 275°C, a detektor 285°C volt. Hőmérsékleti program: 120°C 1 perc, 10°C/perc 120-300°C, 14 perc 300°C, 10°C/perc 300-370°C, 10 perc 370°C.

A komponenseket retenciós adatok és standard addíció alapján azonosítottuk.

3.4.3. Csíráztatási körülmények

A *Sida hermaphrodita* esetében a csíráztatás körülményeit az alkalmazott magkezelések miatt külön fejezet (3.7. fejezet) tartalmazza.

3.4.3.1. *Kitaibela vitifolia*, *Althaea cannabina*

A csíráztatási és beltartalmi kísérletek maganyagát a telepített kísérleti állomány 2012-ben kézi erővel betakarított magjai jelentették. A hibrid esetében a növényenkénti

alacsony magszám, a léha magok nagy száma miatt az egyedek magjainak homogenizált mintái jelentették. A csíráztatási előkísérleteink során nem találtunk alkalmas magkezelést, amely növelte volna a nagyon alacsony csírázási %-ot, és a kevés mintamennyiség miatt nem minden kezelési kombinációt volt lehetőségem kipróbálni. Ezért a csírázási kísérletek csak a *Kitaibela vitifolia* és *Althaea cannabina* fajokra terjednek ki, az utóbbi faj magjainak betakarítása 2011-ben kézi erővel történt.

A magokat tisztítás után felületi fertőtlenítést követően (70% etil-alkohol 2 perc, 3% klórmész 15 perc, steril vizes öblítés), steril szűrőpapírt tartalmazó steril üveg Petri-csészébe, 25°C-on, sötétben történt. A kezeléseket 4 ismétlésben, ismétlésenként 50 mag felhasználásával történtek, az *A. cannabina* és a *K. vitifolia* esetében 2013. márciusában, a *S. hermaphrodita* 2014. március, április hónapban.

3.4.3.2. *Kitaibela vitifolia*

A megtisztított magok hidegkezelése 2 napig 4°C-on történt papírzacskóban. A forróvizes kezelés, a Sida-hoz hasonló módon (lásd később 3.7.1. fejezet), 2 percig történt 80°C-os vízfürdőbe. A csíráztatás felületi fertőtlenítés után steril szűrőpapíron történt.

3.4.3.3. *Althaea cannabina*

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 történt, fél órai dessztillált vizes áztatás után a két magfrakció (felülúszó, lesüllyedt) elválasztásra került.

3.5. A kertészetileg értékes Kvb (Kvb-1-1-1) fajhibrid genotípus *in vitro* szaporítási kísérletei

3.5.1. Az *in vitro* tenyésztés indítása

A kiindulási növényi anyaga 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., megtámadta és a tő következő éven nem hajtott ki, így már nem képezte egyéb vizsgálatok anyagát.

Az *in vitro* tenyésztés indítása a friss hajtások kétlépcsős felületi fertőtlenítésével kezelt egy nóduszos dugványok steril táptalajra történő leoltásával kezdődött, az alábbiak szerint:

- desztillált vizes öblítés;
- klórmészben [3% Ca(OCl)₂] történő áztatás 15 percig, rázatva;
- háromszori steril desztillált vizes öblítés;
- 70%-os etanolba történő áztatás 2 percig, rázatva;
- háromszori steril desztillált vizes öblítés.

3.5.2. A tenyésztés körülményei

A növénynevelést 10 sötét és 14 óra fény megvilágítású, 25°C ± 2°C hőmérsékletű, klimatizált tenyésztőszobában végeztük. A fény intenzitása 41 μmol m⁻² s⁻¹ foton flux volt. Minden táptalaj típust autoklávozás után (121°C, 21 perc) 100 ml-es üveg Erlenmeyer tenyésztő edényekbe öntöttük, melyek a táptalajhoz hasonló fertőtlenítési eljárásokon estek át.

Az indító táptalaj kétféle volt. Az egyik közeg tartalmazott növényi növekedésszabályozókat és egyéb táptalaj-kiegészítőket, a másik táptalaj hasonló összetételű volt, azonban növekedésszabályozókat nem tartalmazott. Az egynóduszos dugványok táptalaja MS-féle táptalaj komplexet (Murashige és 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: kinetin/KIN) tartalmazott.

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

A Kvb hibriden keletkezett kallusz darabokat (0,6-1 g/ lombik), illetve egynóduszos hajtásokat (3 db/ lombik) 5 féle táptalajon tenyésztettük tovább három ismétlésben 100 ml-es Erlenmeyer lombikban. A táptalajok összetételét az 5. táblázat tartalmazza. Szarvas és munkatársai (2008) előkísérletei alapján megállapítást nyert a BAP nem kívánt erős kalluszosító hatása, és ez a KIN magasabb koncentráció alkalmazása esetén is megfigyelhető volt az *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, 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

5. táblázat: A mályva faj és nemzetséghibridek hajtás regenerálásához, illetve a kalluszindukcióhoz 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	0,5	0,3	5,8

				(0,1 g)			
5.	MS	Szacharóz (3%)	Gelright (2,2 g)	S. and H. Vitamin (0,1 g)	-	-	5,8

3.5.4. Embriogén Kvb fajhibrid mályva genotípus kalluszok regenerációs kísérlete

A második passzálás során a 4. típusú táptalajon keletkezett organogén 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 6. táblázat tartalmazza. Az eddig tapasztalt hiperhidratált növények kialakulásának 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. Egyes tanulmányok szerint az ammónium nitrát kálium nitráttal történő helyettesítése, illetve a nitrogén pótlása gyapot esetén indokolt lehet (Sakhanokhoet al., 2004b)

A növények felvételezése a passzálást követő 20. napon történt, a klasztereken képződött hajtások darabszámának és gyökeredési százalék meghatározásával.

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

A növények akklimatizálása eddig nem járt sikerrel, a gyökeres dugványok kezdeti fejlődés után elbarnultak. A tenyésztőhelyiség körülményeink megváltoztatása

6. 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 (Sakhanokhoet al., 2004b) - szerint a mályvafélék esetében a megfelelőbb nitrogén ellátásra az ammónium-nitrát kálium-nitráttal történő részleges, vagy teljes cseréje kedvező lehet. Erre való tekintettel, a hetedik sorban található táptalaj kombináció 1 g l⁻¹ KNO₃ kiegészítést is tartalmazott.

3.6. A kertészetileg értékes Kvb fajhibrid genotípusok szaporítása dugványozással

A kiválasztott genotípusokból 2017.09.07.-én félfás dugványok segítségével törzsállomány létesítettünk, Zsiláné André Anikó kertészmérnök, és Zsila László táj- és kertészmérnök közreműködésével, telephelyükön (H-4225 Debrecen-Józsa, Elek u. 176). A dugványokat 10 cm x 10 cm-es műanyag cserépben, üvegházban, pótmegvilágítás nélkül helyeztük el. A kiindulási anyag a szelektált egyedek félfás, egynódusos dugványai voltak, egyednként eltérő számban. A termesztő közeg a kertészetben prémium minőségű „Jó Föld” Palántaföld (foszfor (P+) túlsúlyos) volt (Pax 96 Kft., Kecskemét). A felvételezést a dugványozást követő 3. héten végeztem el.

3.7. A *Sida hermaphrodita* Rusby magbiológiai és palántanevelési kísérletei

A magbiológiai és palántanevelési kísérletek szaporító anyagát a 2009-ben Debreceni Egyetem Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kertjében telepített kísérleti állomány 2011, illetve 2012. év magtermése jelentette.

3.7.1. Magbiológia és magkezelés

A 2014-ben végzett csíráztatási kísérlethez az alapot a telepített kísérleti állományok 2011. évi (3 éves), 2012. évi (2 éves), illetve 2013. évi (1 éves) magproduktuma jelentette. A magok betakarítására és tisztítására minden évben korai tavaszi (március) időszakban került sor kézi erővel. Az olaj- és fehérje-tartalom vizsgálatához a 2012. év magjainak egy későbbi, a biomassza lekerülése utáni betakarítású magjait használtuk, a csíráztatási kísérletben használt (márciusi szedésű) minták kis mennyisége miatt.

Forróvizes elő-kezelés (FVK)

A vélhetően keményhéjúagra hajlamos magvakat három különböző, 60, 80 és 95°C hőmérsékletű vízfürdős kezelést alkalmaztunk, a nem hőkezelt, de ugyan annyi ideig beáztatott magokat tekintettük kontrollnak a 2011, 2012, 2013-as évjárat magjait hasonlítva össze. A kezelés során egy erre a célra alkalmas, szabályozható belső hőmérsékletű elektromos vízfürdő berendezést alkalmaztunk. A magokat egy hagyományos fémszűrő segítségével helyeztük a vízfürdőbe, és tartottuk benne 60, illetve 80°C-os kezelések esetén 2 percig, a 95°C-os kezelések során 30 másodpercig. Ezután a magvakat csíráztatási próbának vetettük alá.

A csírázási vizsgálatot a különböző évjáratú magokon három ismételtsben végeztük el, minden ismételtsben 50 db, felületi fertőtlenítésen átesett magot használva. A csíráztatás nedves szűrőpapíron, 100 mm átmérőjű Petri-csészében sötétben, állandó 26°C-on történt. Minden kezelés ideje 10 nap volt. Ez alatt az idő alatt kétszer végeztük el a csírázó, illetve fertőzött magvak számolását.

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. A kontrollt az ugyanezen évjárat kezeletlen magjai jelentették.

Imbibálódási képesség vizsgálata

Vizsgáltam a Sida évjárat magjainak használati értékét, pontosabban azt, hogy a frakcionálás után a kiindulási anyag hány %-a használható a palántanevelés kiindulási anyagaként. A 2011 és a 2013. év magjaiból hozzávetőleg 5 g mennyiség volt a kiindulási anyag. A frakcionálásra a magokat 30 perces desztillált vizes áztatása után került sor, a lebegő és lesüllyedt magok szeparálása után. Az ezerszemtömeg meghatározása, 2 napos szobahőmérsékleten történő szárítás után történt. A 2009, illetve 2012 magok kevés mennyisége miatt 200 db volt a kiindulási magmennyiség. Minden esetben a mintavételt legalább három ismételtsben végeztem el.

A magkezelés hosszútávú hatásának vizsgálata

A 2013. év kezelt magjainak egy részét, szoba hőmérsékleten, papírzacskóba tároltuk, hogy megállapítsuk a kétlépéses magkezelés hosszútávú hatását a csírázásra. A csíráztatást az előző pontok szerint történtek, 1 illetve 6 hónappal a magkezelést követően.

Az endogén fertőző növénypatogén gombafajok azonosításának módszere

A csírázási tesztek az előző pont szerint végeztük el. Minden tesztet három ismételtsben végeztem el, 10 cm átmérőjű üveg Petri-csészékben, ismételtsenként 50 db magot használva. A Petri-csészéket a szűrőpapírral együtt autokláv segítségével sterilizáltuk.

A patogén magfertőző gombafajok meghatározása a magok kétlépéses felületi fertőtlenítésével kezdődött: (1) msp 96% etil-alkohol- 3x steril vizes öblítés; (2) 20 perc 9% klórmész - 4-5x steril vizes öblítéssel. A magokat általános gomba (Maláta alapú) táptalajon (50 mg l⁻¹ Streptomicyn szulfáttal kiegészítve) csíráztattuk sötét körülmények között. Az *Alternaria* vonalak elkülönítése *Alternaria* szelektív táptalajon történt. Ezután homogén tenyészetet hoztunk létre (*Rhizoctonia* vonallal együtt). Maceny Nagel Plant II (IZINTA Kft.) kit alkalmazásával a kinyert DNS-t agaróz gélen futtattuk, a molekuláris azonosításhoz DNS-t ITS3- 4 primert használtunk. A DNS extrakciót és a fajok molekuláris meghatározását Dr. Karaffa Erzsébet, egyetemi docens szakmai irányításával és Dr. Bérczesné Szojka Anikó tanársegéd szoros közreműködésével a DE MÉK Élelmiszer Tudományi Intézet Mikrobiológia laboratóriumában végeztük.

3.7.1.1. A magok aminosav összetétele és elemösszetételének vizsgálata

Az aminosav összetétel és elemtartalom vizsgálata A Debreceni Egyetem, Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszerközpontjában, az aminosav összetétel kation-cserés kromatográfiával, a 44/2003 FVM (IV.26 10 sz melléklet alapján történt. Az elemösszetétel meghatározása iCAP 6300 Dual (Thermo Fisher Scientific) típusú induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométer (ICP-OES) alkalmazásával történt. A mintákat a 2013. év maganyaga jelentette.

3.7.2. Palántanevelési kísérletek

A tavaszi tálcás palántanevelés

A kísérlet kiindulási maganyagának kezelése az előző pontok szerint, a vetést megelőző 2. napon történt. A tavaszi palántanevelési kísérletet a KITE Derecskei kertészeti alközpontjában állítottuk be 2013. március 27-28.-án. Az általunk használt nevelő egységek, a káposzta, paprika és paradicsom tápkockás palánta előállítására alkalmas műanyag, 126 lyukú sejttálcák voltak, melyből 160-at töltöttünk meg. A sejtek térfogata 60 cm^3 . Kézi vetést alkalmaztunk oly módon, hogy lehetőleg minden egyes helyre/ sejtbe 2 db mag kerüljön. A kétszeres magmennyiséget (ebből kifolyólag a kézi vetés szükségességét) a bizonytalan csírázási arány indokolta, hiszen a kezelés hatását laboratóriumon kívül ekkor vizsgáltuk első alkalommal. Az így elvetett tálcák 2 napra un. csíráztató kamrába lettek elhelyezve, amelyben 28 °C és 99%-os relatív páratartalom uralkodott. A 3. napon a tálcák átkerültek a káposzta korai nevelésére szolgáló fóliasátrak egyikébe, és a káposztával azonos körülmények között és azonos légterben történt a palántanevelés. A nagy sűrűség miatt fellépő szármegnyúlás, valamint a *Rhizoctonia spp.* megjelenése indokoltta tette a palánták 2 alkalommal történő visszavágását. A felvételezés 2013. évben 2 alkalommal (2013.04.30 és 2013.05.17) történt, visszavágás előtt. A csírázási százalék kalkulációja során figyelembe vettem a kétszeres helyenként magmennyiséget. Minden esetben 20 db tálca szolgált mintául. A növények mintavételezésére a második felvételezés során került sor.

3.8. A *Sida hermaphrodita* Rusby. biomassza-hozam vizsgálata

A Debreceni Egyetem MÉK, Jövő Növényei Biomassza Bemutatókertben rendelkezésre bocsátott tanszéki felület 10 000 m², melynek a felét 2010 tavaszán betelepítettük mályva és más lágyszárú évelő biomassza- és/vagy dísnövényekkel, továbbá vegyes hasznosítású félvad és kultúrnövényekkel. A területen 5 m széles és 45 m hosszú művelt pásztákat alakítottunk ki, közöttük hasonló elrendezésű füves pásztákkal. Az előzetes tervek alapján így 7 művelt és 7 füves pászta elrendezésére volt lehetőségünk. A talaj humuszban (3,14%±0,407) és kalcium karbonátban gazdag (4,67±0,00) kötött csernozjom, melynek pH értéke enyhén lúgos (7,93 pH±0,025).

Háromféle viszonylag széles kiültetési térállást alkalmaztunk: 1m x 1m, 1m x 0,75m és 1m x 0,5m (5. ábra/A) annak bizonyítása érdekében, hogy a nagyobb térálláskor alkalmazott alacsonyabb növényszámot a növény a nagyobb biomasszával, tövenkénti több hajtással kompenzálni tudja. Ennek köszönhetően a hasonló adottságú területeken a legjobb térállás megállapítható lesz.

A betakarítás kézi eszközökkel történt. A biomassza-hozam kalkulációja során a belső tövek 2012. 2013. 2014. 2015. évjárat adatait használtuk, *Sida hermaphrodita* esetében (5. ábra/B, C, D).



5. ábra: Sida állományok és ültetési módszer a Debreceni Egyetemen (Debrecen)

Jelmagyarázat:

A: bekerezett parcellák balról jobbra: 1m x 1m, 1m x 0,75m, 1m x 0,5m (Google Earth),

B: 3 éves Sida állomány (2014),

C: Sida állomány november (2014),

D: Sida kévék 3 éves állományból (2015).

3.9. Statisztikai analízis

A kísérleti adatok feldolgozását, valamint rendezést a Microsoft Excel 2013 programmal végeztem. Az eredmények statisztikai értékelését az IBM SPSS 22.0 statisztikai programmal végeztem. A paraméterek és az egyes kezelések közötti összefüggés statisztikai vizsgálatához egytényezős varianciaanalízist használtam. Az adatok normalitását Kolmogorov-Smirnov teszttel, a homogenitást Levene teszttel vizsgáltam. Az adatok közötti összefüggésvizsgálat során Tuckey féle tesztet használtam. 5%-os P-érték alatt tekintettem az eltéréseket szignifikánsnak.

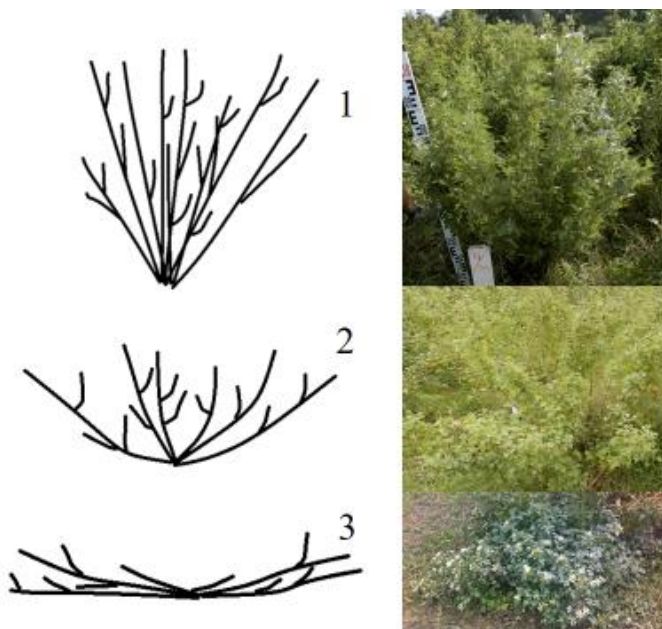
4. EREDMÉNYEK

Az eredmények értékelését fajok szerint dolgoztam fel, a díszértékkel rendelkező fajokkal kezdve. Egyes kísérletek esetében (pl. a sztómasűrűség vizsgálatok) módszerei megegyeznek a különböző fajok esetén, ezért az anyag és módszer fejezetben az azonos módszerek leírása egy helyen szerepelnek, az eredményekben azonban más helyen vannak feldolgozva.

A *Sida hermaphrodita* esetében a magkezelések eredményekére alapozva fejlesztettük ki a plántanevelési technikánkat, ezért ezen fejezetek egymás után következnek az anyag és módszer utolsó részében.

4.1. A hasadó *Kitaibela vitifolia* Willd. x *K. balansae* Boiss. (Kvb) hibridpopuláció morfológiai jellemzése

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 (6. ábra).



6. ábra. Kvb fajhibrid populáció egyedeinek jellemző növekedési habitusai.

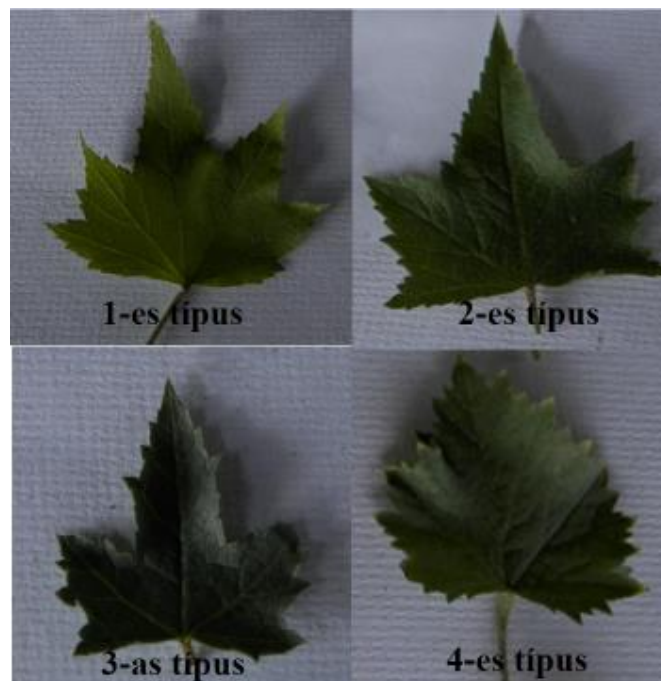
A levelek morfológiai felvételezése során az állományban az alábbi levéltípusokat azonosítottuk (7. ábra).

1. típus (vitifolia levél): A levél egyszerű, öt karéjra tagolódik, a karéjok végén a főereknél kihegyezett. A levél széle fűrészes, 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.



7. ábra: A *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* elkülönített hibridjeinek levéltípusai
Forrás: saját fotó és szerkesztés

Ami további morfológiai paramétereket illeti, az állomány igen nagy szórást mutat. A sárga levelelű (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 (7. ábra, 7. táblázat). A *Kitaibela vitifolia*-hajtásrendszerére leginkább az erősen felálló, míg az irodalmi adatok szerint a *K. balansae* esetében mindhárom habitus megfigyelhető. A kertészeti szempontból fontos tulajdonságok, mint az öntisztulás, 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 sziromszíne változó erősségű rózsaszín, a legkifejezőbb a Kvb-2-4 egyed volt.

7. táblázat: A *Kitaibela vitifolia* Willd. x *K. balansae* Boiss. fajhibrid kertészeti szempontból kiemelt egyedeinek főbb jellemzői

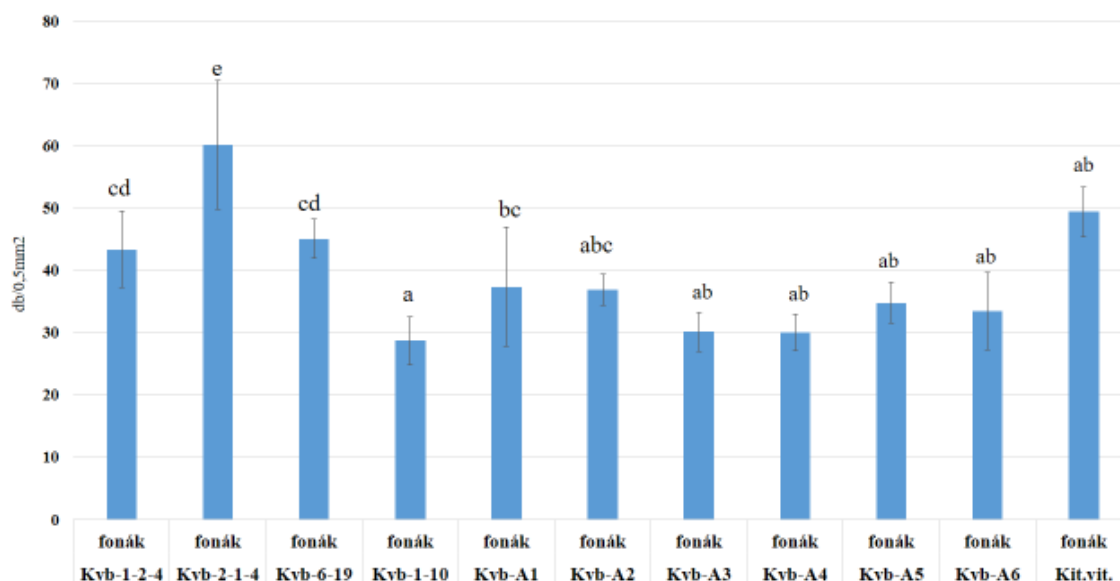
Jelölés	Habitus	Levéltípus	Virág színe (cm)	Terméstípus (cm)	Tő átmérője (cm)	Egyed magassága (cm)
Kitaibela vitifolia*	1	1	fehér	Maradó	90	150-200 (mért 143,2 cm)
Kitaibela balansae*	1-3	4	rózsaszín/ fehér	maradó	50	70-100
Kvb-6/19	2	1	fehér	öntisztuló	80	189
Kvb-2/7	3	2	fehér- halvány r.	Maradó	20-30	52
Kvb-1/26	1	2	rózsaszín	Maradó	70	153
Kvb-1/2/4	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 r.- fehér	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
<i>Kvb-2-1-4</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>fehér</i>	<i>maradó</i>	<i>100</i>	<i>210</i>

Jelmagyarázat: Kvb – *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* fajhibrid sorszám/ oszlopszám
A-aurea, sárga levelű egyedek,*irodalmi forrás:(Priszter, 2001), *Kvb-2-1-4-biomassza* hasznosításra alkalmas.

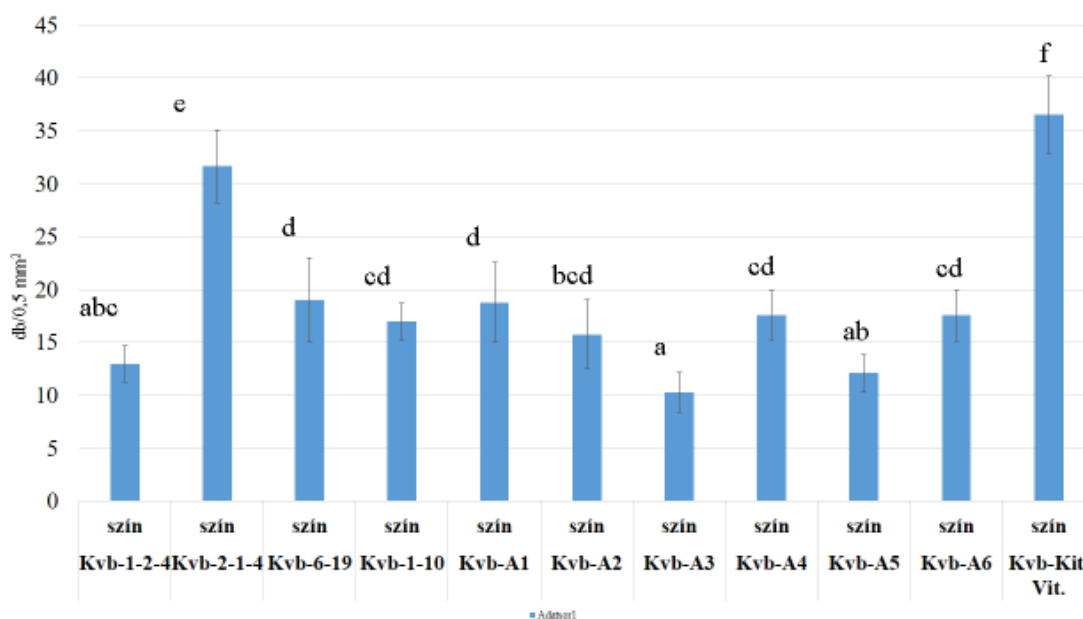
4.1.1. A *Kitaibela vitifolia* Willd. x *K. balansae* Boiss. (Kvb) szelektált egyedeinek sztómasűrűsége

Az vizsgált egyedek esetében mind a fonákon mind a levél színén találhatóak sztómák, a *Kitaibela* fajok tehát amfisztomatikus növények. A *K. vitifoliának* a színi sztómasűrűsége szignifikánsan magasabb a szelektált egyedekénél (8-9. ábra). A fajhibridek sztómasűrűsége között szignifikáns különbségeket észleltünk. A potenciális biomassza

produkciójú egyedek levélfonkán a sztómák szignifikánsan sűrűbben álltak, mint az inkább díszítő értékkel rendelkező, rózsaszín virágú (Kvb – 1-2-4, Kvb-1-10) vagy 'aurea' (KvbA1-A6) egyedek esetén. A *K. vitifolia* leveleinek sztómasűrűsége a nagy biotomassza termőképességű (itt: Kvb-2-1-4 és Kvb-6-19) egyedekéhez áll közel. A Kvb2-1-4 sztómasűrűsége mindegyik hibridnél szignifikánsan magasabb. Az aurea változatok sztómasűrűsége között nem volt szignifikáns különbség (8-9. ábra).



8. ábra: A *K. vitifolia* x *balansae* szelektált egyedek levélfonkájának sztómasűrűsége
Jelmagyarázat: Az oszlop tetején az eltérő betűk a szignifikáns különbségeket mutatják, amelyet Tukey teszttel, $p < 0,05\%$ szinten határoztam meg.



9. ábra. A Kvb szelektált egyedek levélszínének sztómasűrűsége

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

4.1.2. A *Kitaibela vitifolia* Willd. $\times$ *K. balansae* Boiss. sárga levelű változatainak (Kvb-A) fotoszintetikus pigment tartalma és asszimilációs hatékonysága

A *Kitaibela vitifolia* és *K. balansae* fajhibridpopuláció egyedei között kiszelektált egyedek közül 6 egyed sárga levelélszínű a fejlődése kezdeti szakaszán. Ennek okai lehetnek a szülők közötti mutáns egyed, vagy pedig a fajhibrideknél gyakori, és más mályva fajoknál is leírt pigmenthiány kialakulása (Kuligowska et al., 2016) (10. ábra).

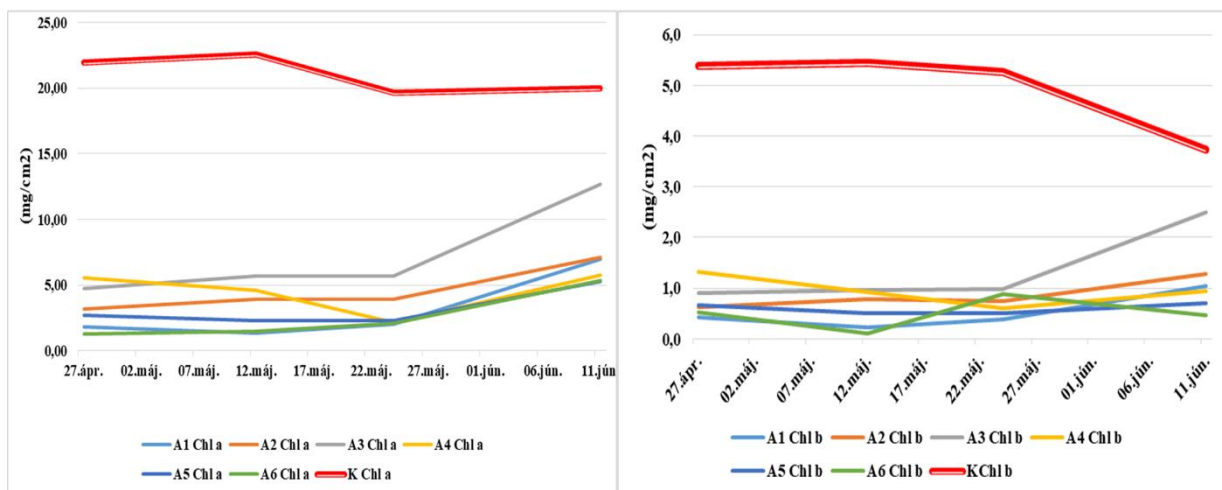


10. ábra: A *K. vitifolia* $\times$ *balansae* sárga egyed (Kvb-A1) levélszín változása

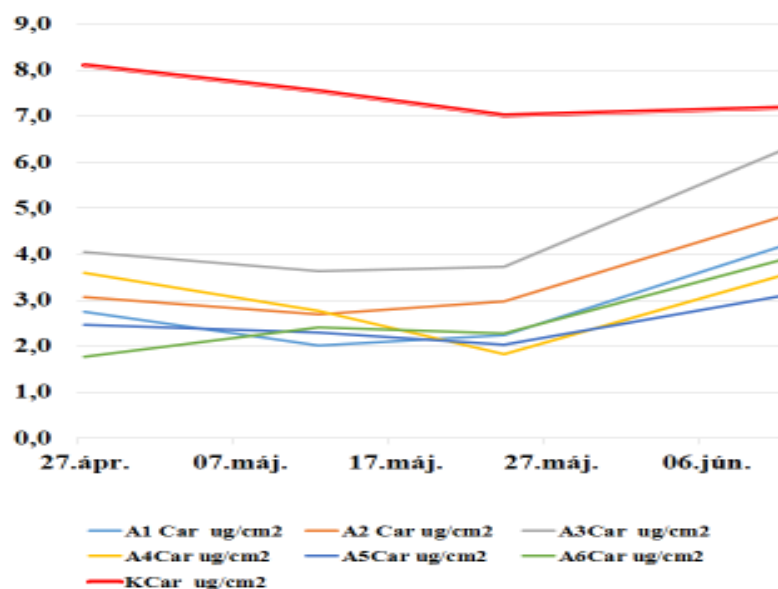
A sárga levelélszínű hibrideknél a kontrollhoz (ez esetben 1/26-os kódú egyed) viszonyítva jóval alacsonyabb fotoszintetikus pigment tartalmat detektáltunk mind klorofill *a*, *b* és karotin tartalmat illetően (11; 13/A ábra.).

A klorofill *a* tartalom (12. ábra/A) az A6-os egyednél volt a vizsgálati idő alatt a legalacsonyabb ($1,3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), szemben a kontroll $20,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 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 elnyerték a vegetációkori zöld színüket, még az A1 és A6 zöld színe később alakult ki. Klorofill *b* pigmentből is az A6-os számú egyednek volt a legkevesebb, az A3-as növénynek a legtöbb a sárga levelű

változatok közül (0,91 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ április, illetve 2,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ június). Azonban még így is messze elmaradt a kontrollhoz képest, ahol ez az érték 5,4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ értékről lassú tendenciával júniusra 3,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ -ra csökkent (11. ábra/B).

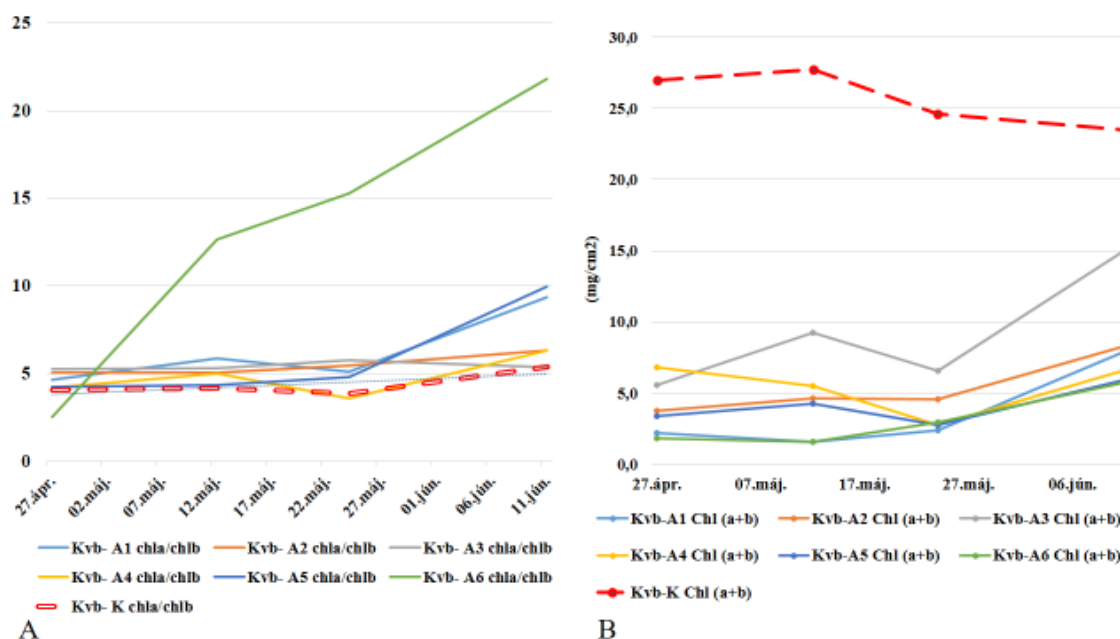


A karotinoidok koncentrációjában is hasonló a tendencia, az A6-os egyed kezdeti 1,76-ról júniusra 3,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ növekedett, a kontroll karotin-tartalma 8,11 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ -ről 7,19 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ -re csökkent (12. ábra).



A pigment-tartalom egymáshoz viszonyított arányának alakulása is teljesen más stratégiát követett a kontroll zöld növényhez képest. Minden vizsgált fotoszintetikus pigmentre

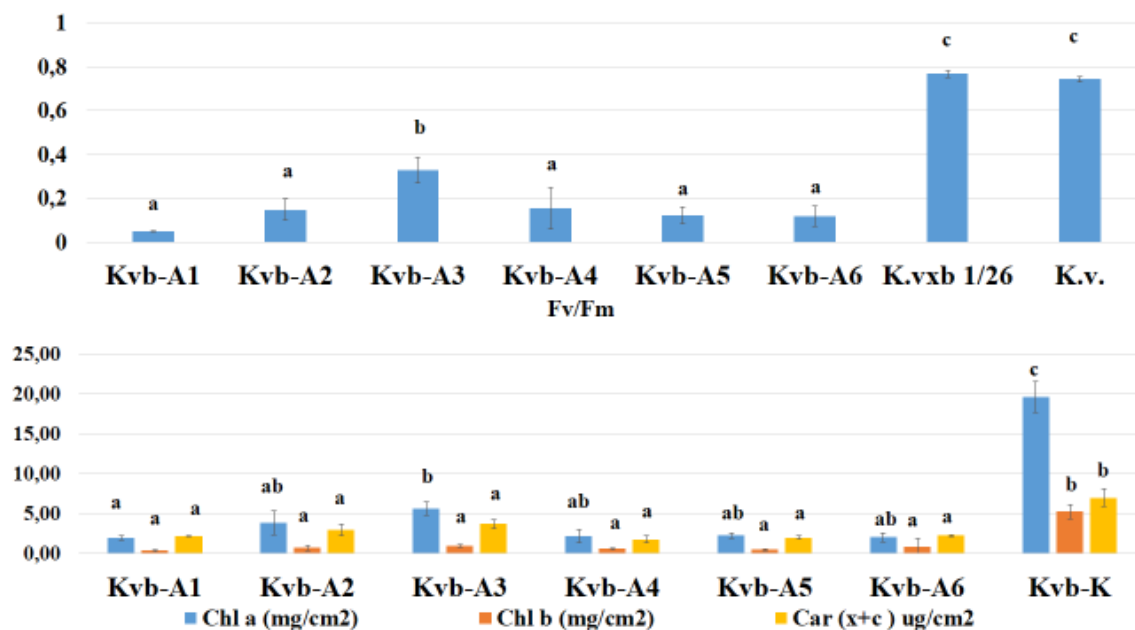
elmondható, hogy a vizsgálati idő alatt mennyiségük nagymértékben növekedett, amely a levelek színváltozásán keresztül szemmel is jól nyomon követhető volt a tenyészidőszak alatt (10. ábra, 13B). Az A6-os egyed klorofill *a-b* aránya meredeken emelkedő tendenciát mutat, ami a klorofill-b mennyiségének nagyon alacsony koncentrációjával, és a klorofill-*a* fokozatos termelődésével magyarázható. (13. ábra/A).



13. ábra: A *K. vitifolia* és *Kitaibela vitifolia balansae* fajhibridek fotoszintetikus pigmentek arányának alakulása 2016 április 27 és június 11 között

Jelmagyarázat: A: klorofill *a/b* arány, B: klorofill *a+b*

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 (14. ábra). A klorofill-*b* és karotinoidok koncentrációjában nincs szignifikáns különbség a kiválasztott egyedek között (14 ábra lent). A kontrollhoz viszonyítva látható azonban itt is a jelentős különbség. Minden valószínűség szerint, a klorofill bioszintézis áll ideiglenes gátlás alatt a vegetáció kezdeti szakaszában, ugyanis a karotinoidok között nem tapasztaltunk olyan nagy arányú különbséget (13. ábra), mint a klorofilok között.



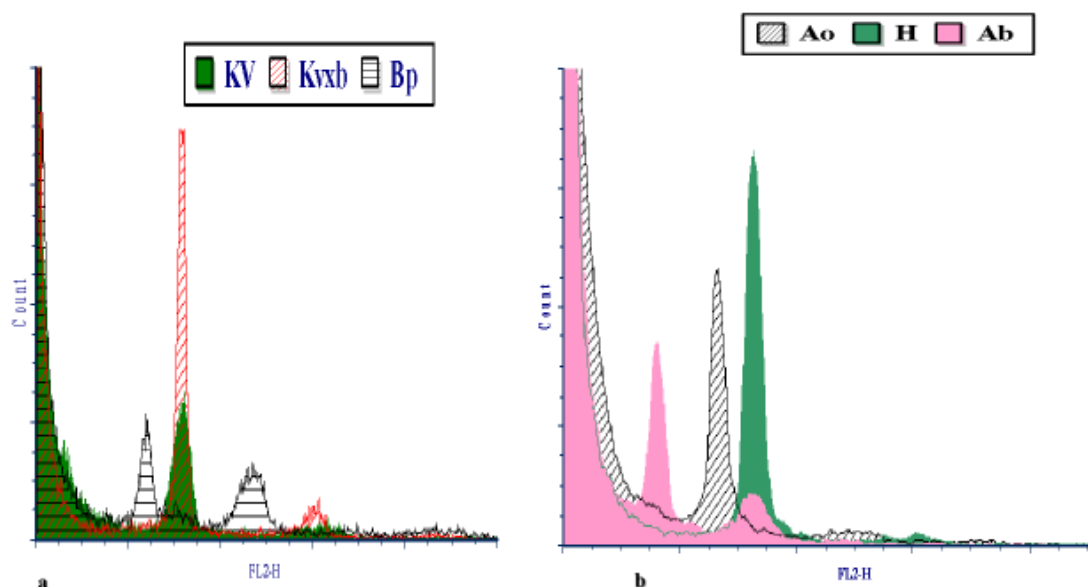
14. ábra: A Kvb hibridek szelektált egyedeinek Fv/Fm értékei (fent), és aktuális fotoszintitkus pigment tartalma (lent) (Debrecen, 2016)

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

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

4.2.1. 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) (8. táblázat) és az *Alcea rosea*-t is (nem szerepel az adat). A *Kitaibela vitifolia* x *balanse* hibrid esetében a hibrid genommérete nem tért el szignifikánsan a szülő genomméretétől. (15. ábra).



15. ábra: A vizsgált mályvafélék hozzávetőleges DNS tartalma (C értéke)

Jelmagyarázat:

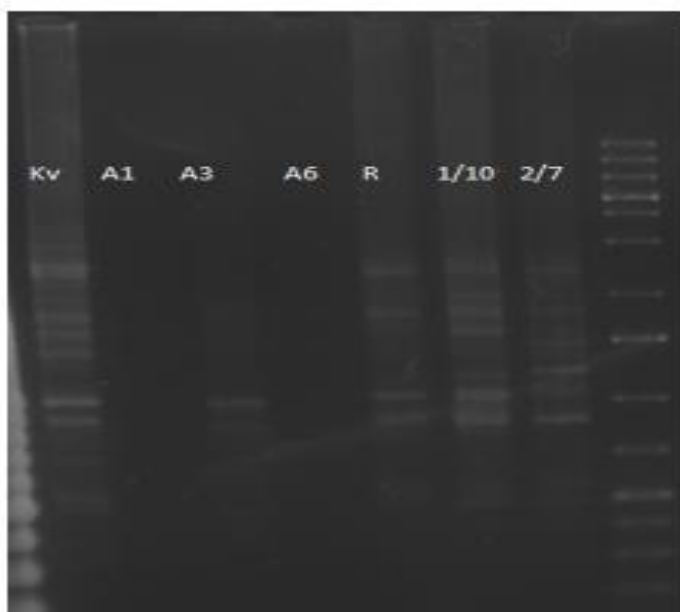
a: *Kitaibela vitifolia* (Kv) és a *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* (Kvb) fajhibrid hozzávetőleges genomméretének összehasonlítása,
b: *Althaea officinalis* (Ao), *Alcea biennis* (A.b) és az *Althaea* x *Alcea* nemzetséghibrid (H) hozzávetőleges genomméretének összehasonlítása.

8. táblázat: A vizsgált mályvafélék hozzávetőleges C értéke

Faj	hozzávetőleges DNS mennyiség pg	szórás	1 C érték
<i>Alcea biennis</i>	2,6	0,2	1,32
<i>Althaea officinalis</i>	3,4	0,2	1,68
<i>Althaea</i> x <i>Alcea</i>	4,4	0,3	2,22
<i>Kitaibela vitifolia</i>	4,5	0,5	2,26
<i>Kitaibela vitifolia</i> x <i>balansae</i>	4,7	0,8	2,33
<i>Bellis perennis</i>	3,96		1,98

4.2.2 Mérsékelt égövi félcserje mályvafajok és fajhibridek genetikai diverzitásának vizsgálata molekuláris markerekkel

A hasadó hibridpopuláció vizsgálatához RAPD és SSR primert használtunk. Ezek közül az OPI-10, OPZ-04 RAPD, és az UBC-818 volt alkalmas genetikai variabilitás kimutatására. A polimorfikus sávok az SSR UBC-841 primer esetében voltak a legnagyobb számban (16. ábra).

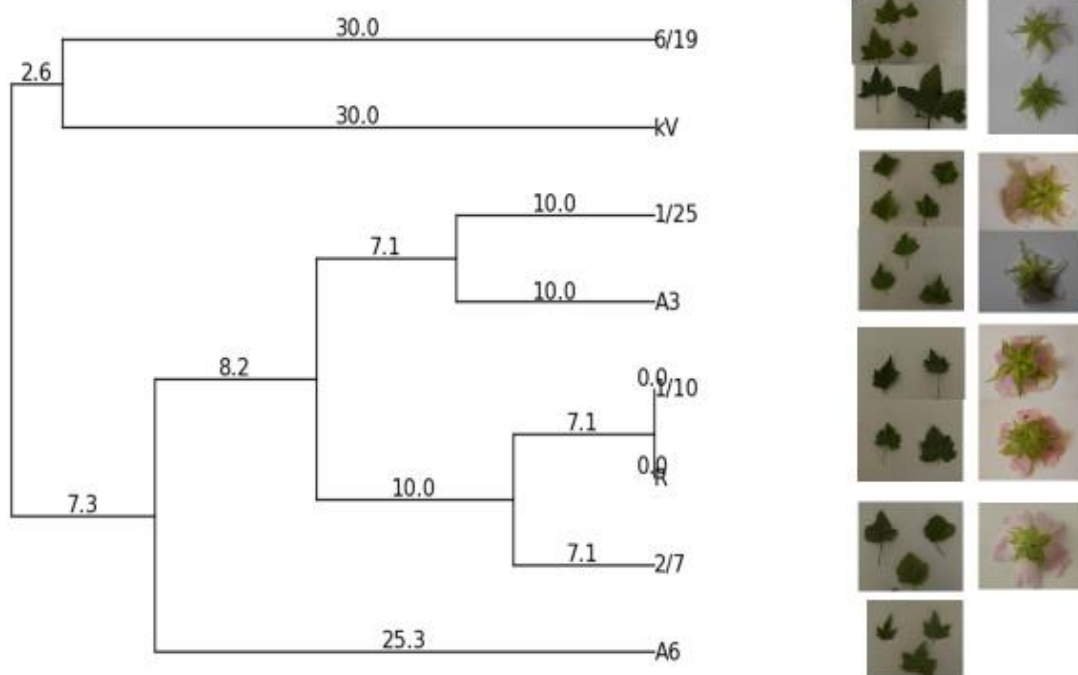


16. ábra: Mérsékelt égövi félcserje mályvafajok és fajhibridek genetikai diverzitásának vizsgálata molekuláris markerekkel. 1,5% agaróz gélen elválasztva
Jelmagyarázat: balra a RAPD (OPI-10) Kv x Kb hibridek markerezése (2017)

Ahogy az UPMGA módszerrel elkészített dendrogramm is mutatja, egyértelmű genetikai különbség van a fajhibrid hasadó populációjának genotípusai között. A 17. ábra szemlélteti az egyes morfológiai bélyegeket a vizsgált egyedeknél. Az eddigi eredményekből látható, hogy leginkább a levél alak és a virágszín kapcsolt a vizsgált molekuláris markerekkel. Az 'Aurea' (sárga levelű, Kv-A.) változatok eddig nem mutattak szorosabb genetikai kapcsolatot egymással, mint a többi egyeddel. A 9. 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. Ezt valószínűleg egy mutáns 'Aurea' őssel lehet magyarázni, vagy valamilyen epigenetikai változással.

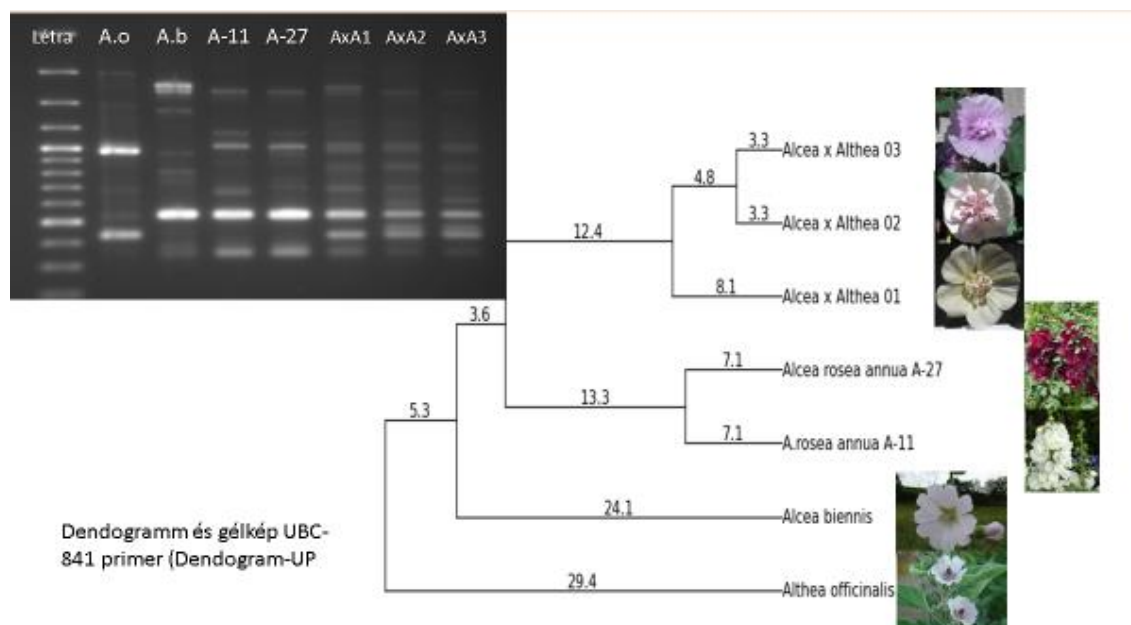
9. táblázat: A *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* hasadó populációjának szelektált egyedeinek hasonlósági mátrixa, UBC-810 primmerrel

	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



17. ábra: A Kvb SSR UBC-818 primerrel kapott dendrogrammja UPMGA módszerrel jelmyagyrázat: KV: *K.vitifolia*; A3:Kvb-A3;A6:Kvb-A6;R:Kvb-R; 1/10:kvb1-10; 2/7:kvb2-7; 1/25:kvb1-25; 6/19:kvb6-19

Az *Althaea* x *Alcea* nemzetséghibrid esetében a UBC-841 primerrel kapott dendrogram (18. ábra) igazolja a 'Háros' és a háromt szülővonalat, az *Althea officinalis*, *Alcea rosea* var. *annua* illetve az *Alcea biennis* közötti genetikai kapcsolatot.



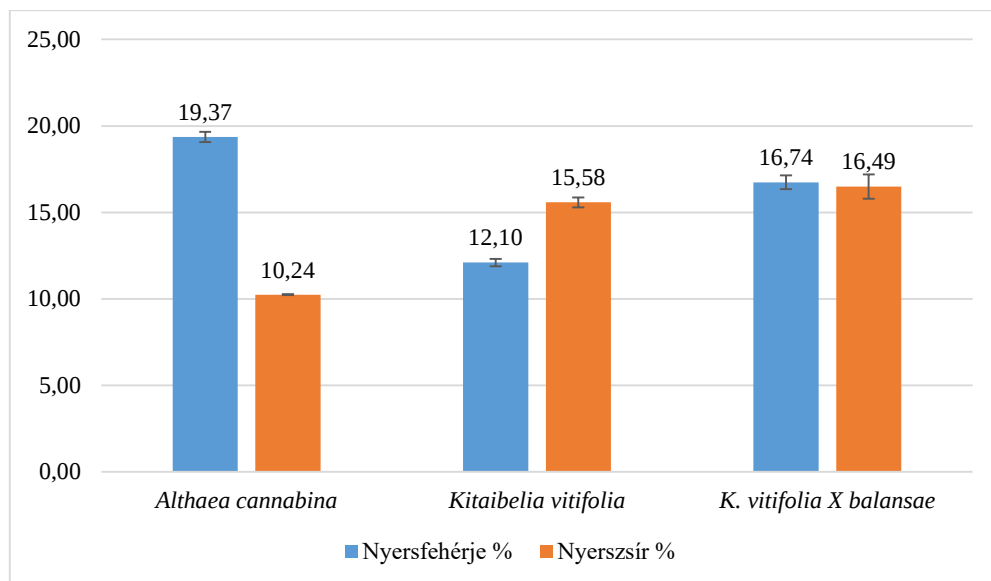
18. ábra: Az *Althaea* és *Alcea* nemzetség dendrogramm képe (UBC-841 ISSR, UPMGA)

Jelmagyarázat: (*AlceaxAlthea*) 'Háros' nemezettséghibrid színváltozatai, *Althaea officinalis*, *Alcea biennis*, *Alcea rosea annua*-A11 egy fehér virágú törpe egygyári mályvarózsa, A-27-sötétlila színű egygyári mályvarózsa (nemsította: Kováts Zoltán).

4.3. A félcserje mályvafajok és fajhibridek magbiológiai vizsgálatai

4.3.1. A beltartalmi értékek összehasonlító vizsgálatainak eredményei

A beltartalmi adatok alapján elmondható, hogy a nyersfehérje tekintetében az *A. cannabina* magjai a leggazdagabbak (19,37%), a legmagasabb olajtartalmúnak a *K.vb* magjai bizonyultak (16,5%). A *K. vitifolia* és a *K. vitifolia* x *balansae* magjai olajtartalma között nincs jelentős különbség, azonban a hibrid nyersfehérje tartalma 4,64%-al megelőzi egyik szülőpartnerét, a *K. vitifoliát* (19. ábra). A zsírsav összetétele a szőlőlevelű mályvának igen kedvezőnek mondható (10. táblázat). Magas a linolsav (omega6) (68,61%) aránya, de az olajsav is lényeges mennyiségben (14,43%) megtalálható benne. Mirisztinsav és arachinsav, valamint gadolajsav nem található benne (10. táblázat).



19. ábra: *K. vitifolia*, *K. x kovatsii*, *A. cannabina* magjainak átlagos olaj- és fehérjetartalma

Az *A. cannabina* a *Kitaibela vitifolia*hoz képest eltérés tapasztalható a telítetlen zsírsavakat illetően (10. táblázat), az *A. cannabina* zsírsav összetétele kedvezőtlenebb, a telített zsírsavak magasabb aránya miatt. Egyikben sem található linolénsav, viszont az *Althaea cannabina*ban már kimutatható a mirisztinsav, gadolajsav és arachinsav is. 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 (10. táblázat).

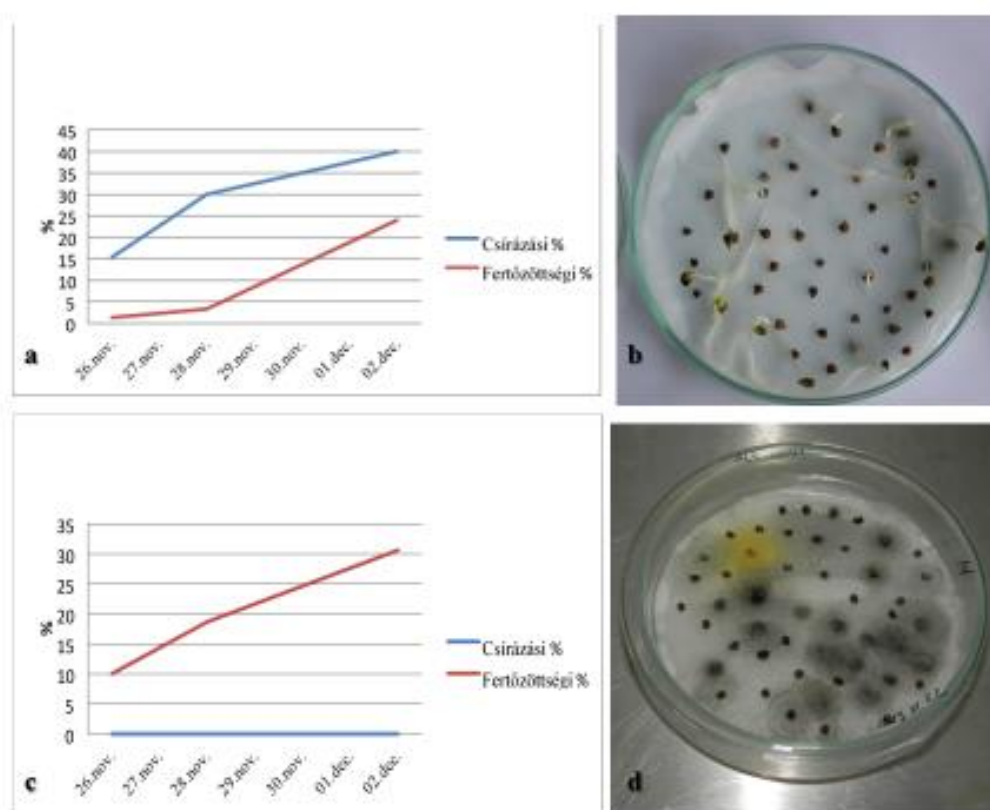
10. táblázat: A vizsgált mályvafajok zsírsav összetétele

	Mirisztinsav (14:0)	Palmitinsav (16:0)	Palmitolajsav (18:0)	Sztearinsav (18:0)	Olajsav (18:1)	Linolsav (18:2)	Linolénsav (18:3)	Arachinsav (20:0)	Gadolajsav (20:1)	Telített zsírsavak aránya	Telítetlen zsírsavak aránya
<i>Althaea cannabina</i>	0,24	11,85	0,15	11,32	16,37	51,32	0,00	0,83	1,37	24,37	69,05
<i>Kitaibela vitifolia</i>	0,00	9,75	0,35	3,46	14,43	68,61	0,00	0,00	0,00	13,56	83,04
<i>Kitaibela vitifolia x K. balansae</i>	0,00	10,59	0,00	6,24	15,20	62,42	1,45	0,12	0,07	16,95	79,14

4.3.2. A *Kitaibela vitifolia* és az *Althaea cannabina* csírázási erélyének, és fertőzöttségének vizsgálata

Kutatásunk során felmértük az egyes fajok csírázási erélyét, illetve megállapítottam, hogy az endogén fertőzések mennyiben befolyásolják a magok csírázását.

A belső fertőzöttséget tekintve megállapítást nyert, hogy a legfertőzöttebb faj az *Althaea cannabina* (20. ábra/A), amelynél a csírázási % szinte nulla volt. A magok fertőzöttsége, az erős fertőtlenítés hatására is nagyon nagymértékű volt, amely endogén fertőzésre utalhat. A *Kitaibela vitifolia* esetében ez az arány már alacsonyabb volt és a csírázási százalék is meghaladta a 20 %-ot (20. ábra/B).



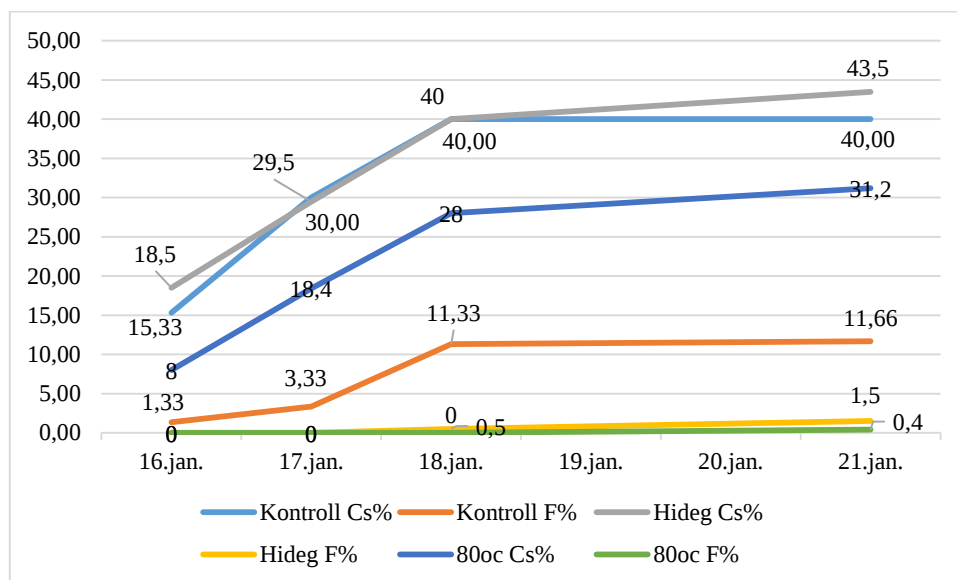
20. ábra: *Kitaibela vitifolia* és *Althaea cannabina* csírázási erélye és a fertőzöttség mértéke

Jelmagyarázat: (a, b) *Kitaibela vitifolia*; (c, d) *Althaea cannabina*

Kitaibela vitifolia magkezelésének hatása a magok csírázására és endogén fertőzöttségére

A *Kitaibela vitifolia* hőkezelésének hatását a csírázásra a 21. ábra mutatja. Jól látható, hogy a *Kitaibela* esetében a hideg kezelés kedvezőbben hatott a magok csírázására

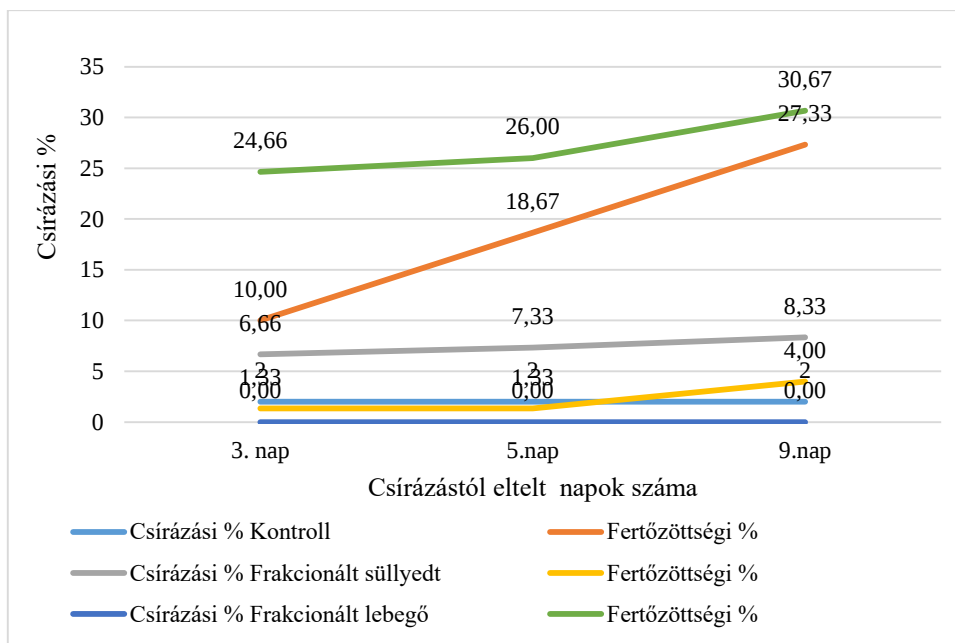
(43,5% átlagosan), bár a kontrollhoz képest ez a növekedés nem mutatott kimutatható különbséget. A *Sida hermaphrodita* esetében bevált forró vizes kezelés (80°C) itt nem hogy serkentette, de inkább visszafogta a csírázást (31,2%). A fertőzések tekintetében a kontroll fertőzöttségi szintje volt a legmagasabb (11,66 %), amely esetén a kezelés visszafogta a fertőzést (21. ábra).



21. ábra: A *Kitaibela vitifolia* hőkezelésének hatása a magok csírázási (cs%), az endogén eredetű fertőzöttség mértékére (f%).

Az Althaea cannabina magjai vizes frakcionálásának hatása a magok csírázására és az endogén eredetű fertőzöttség mértékére

Az *Althaea cannabina* esetében a magok desztillált vizes frakcionálásának hatását a 22. ábra illusztrálja. Az ábrából látható, hogy a frakcionálásnak volt némi pozitív hatása a csírázásra, de még mindig 10% alatt volt a csírázott magok száma. A fertőzések tekintetében viszont markáns különbség van a felülúszó és a lesüllyedt frakció között, előbbi 30,67 még az utóbbi magok csupán 2% volt.



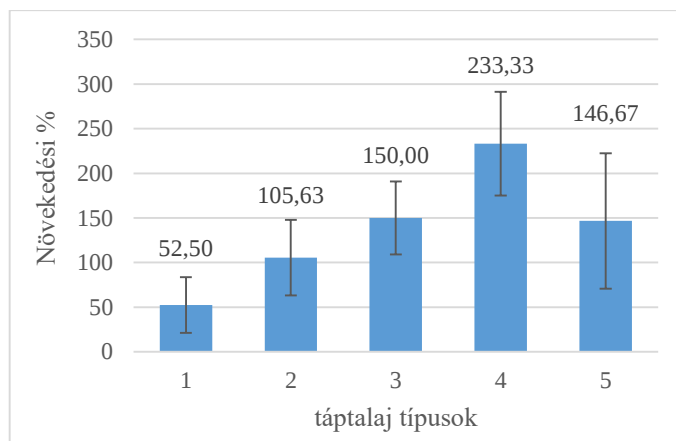
22. ábra: Az *Althaea cannabina* desztillált vizes frakcionálásának hatása a csírázási és fertőzőttségi %-ra.

4.4. A Kvb fajhibrid *in vitro* szaporítási eredményei

4.4.1. A Kvb -1-1-1 fajhibrid *in vitro* kallusz- és hajtás fejlődése NAA és KIN hatására

A 3.5.1. pont szerint felszaporított kalluszos hajtások organogén kalluszainak méretbeli növekedését a 23. ábra szemlélteti.

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



23. ábra: A Kvb organogén kallusznövekedése a különböző táptalajokon

A kalluszok megfelelő minőségét, azaz a remélt embriogén kalluszok kialakulását (2. ábra), ugyancsak a 3. és 4. sz. táptalajok segítették elő a legjobban. Ezek a kalluszok nem üvegesedtek, és/vagy nem fehéredtek ki (24. ábra/ B, C, D). Azaz a nem morfogén, vizuálisan kedvezőtlennek ítéltető kalluszok mennyisége ezeknél kezeléseknél volt a legkisebb, bár a nagy szórások miatt a kontroll (5. sz. táptalaj) és a kezelések közötti pozitív hatás számszerűleg nem volt szignifikáns.

Több szerző ennél magasabb hormonkoncentrációt alkalmazott (Sakhanokhoet al., 2004b; Ayadiet al., 2011; Muniret al., 2012), azonban a mályvaféléknél nem ritka a hormonérzékenység (Zapataet al., 1999; Ouma et al., 2004), amelyet természetesen a tenyésztési körülmények is nagyban befolyásolnak. Eddigi eredményeink alapján (Szarvas et al., 2008), e két hormon és koncentráció bizonyult a leghatékonyabbnak, További kísérletek szükségesek a hormonérzékenység és egyéb növényregulátorok hatásának vizsgálatára.

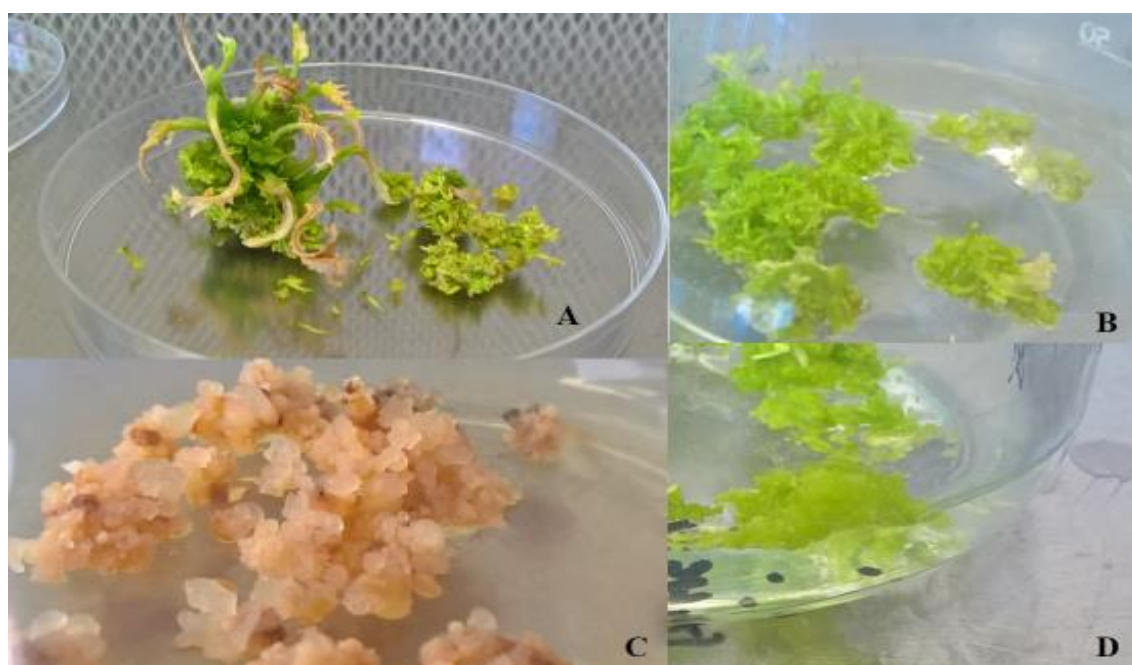
Eddigi eredményeink alapján kijelenthető, hogy az alkalmazott Kvb mályva fajhibrid genotípus esetében embriogén kalluszok előállítására az NAA+KIN kombináció koncentrációja pontos megállapítása tűnik a leghatékonyabbnak.

11. táblázat: A Kvb embriogén 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 kallusz, v: vizenyős, puha kallusz, f: elfehéredett kallusz, ±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



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

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

Ez a megfigyelésünk megerősítette Szarvas et al. (2008) korábbi, egyéb mályvafélékkel folytatott kísérleti adatait. Az idézett munka során embriogén jellegű kalluszok (24 ábra) kialakulását nem figyelték meg (Szarvas et al., 2008). Megjegyezzük, hogy a Kvb-1-1-1 mályva fajhibrid genotípus egyedi növényi növekedésszabályozó érzékenységének pontos vizsgálatára további kísérletek szükségesek.

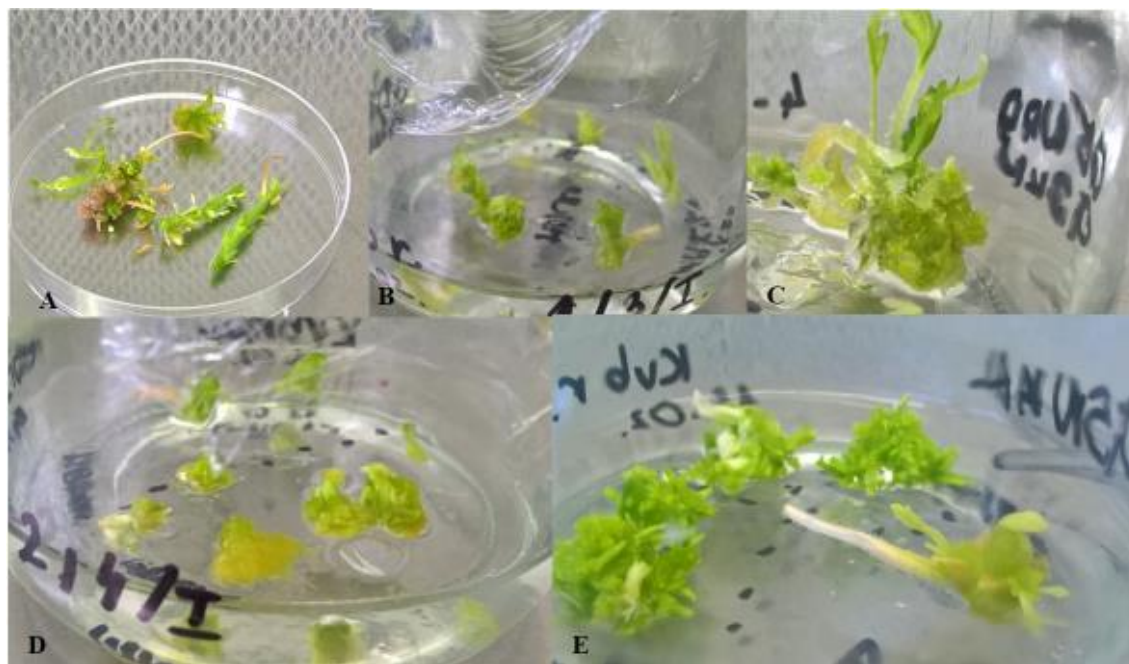
Az egynóduszos hajtások esetében a kallusz index nem mutatott szignifikáns eltérést a 2-es, 3-as illetve 4-es táptalaj esetében, tehát ezeken erőteljesebb kallusz-fejlődés volt megfigyelhető (12. táblázat, 25.. ábra). A 0,2 mg l⁻¹ NAA-nak nem volt kalluszosító hatása, bár a gyökérindukcióhoz sem megfelelő önmagában, ami a többi hormonkombinációra is elmondható. Az explantonként kapott hajtások száma az alacsonyabb NAA (0,2 mg l⁻¹) + 0,3 mg l⁻¹ KIN-nel kiegészített, illetve a kontroll (növekedésszabályozó-mentes) táptalajon volt a legmagasabb (1,76 db és 1,6 db hajtás/explant, 12. táblázat).

Szignifikáns különbséget nem sikerült kimutatni sem a növekedésszabályozóval kiegészített, sem a növekedésszabályozó-mentes táptalajok között.

12. táblázat: A NAA és KIN együttes hatása a Kvb *in vitro* fejlődésére

Táptalaj kódja	Kallusz típus	Kallusz index	Hajtások száma /explant	Gyökerek száma/explant
1	e++ v++ f+	54,17±26,68	0,83±0,37	0,00±0
2	e++ v+	100,00±40,82	1,00±0,82	0,00±0
3	e+++ f+	93,75±36,98	1,75±0,83	0,00±0
4	e+++ f+	75,00±40,82	1,00±0,58	0,00±0
5	e+++ f+	40,00±25,5	1,60±1,02	0,60±0,49

Jelmagyarázat: e: embriogén kallusz, v: vizenyős, puha kallusz, f: elfehéredett kallusz



25. ábra: A Kvb hibridek embriogén kallusz és hajtás fejlődése

Jelmagyarázat: A: kalluszos anyanövény, B: hajtásfejlődés 0,2 mg l⁻¹ NAA ill. 0,3 mg l⁻¹ KIN tartalmú táptalajon, C: Hajtásfejlődés 3 hét után, D: Kvb kalluszok fejlődésvizsgálata, E: embriogén kalluszok 3 hét elteltével a 4. számú táptalajon.

4.4.2. Az embriogén Kvb-1-1-1 mályva fajhibrid genotípus kalluszainak növényregenerációja

A Kvb mályva fajhibrid genotípusok regenerációs kísérlete során a csökkentett só (½ 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.

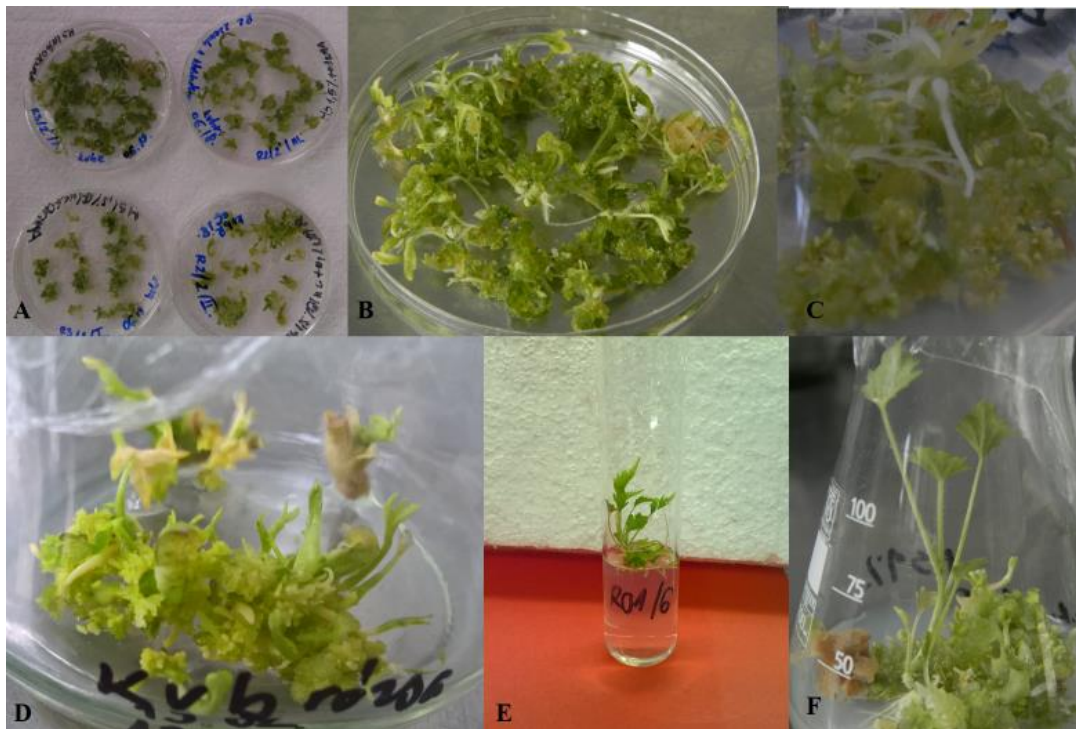
A glükóz ugyan növelte a gyökeres klaszterek mennyiségét (tehát a gyökeresedési %-ot), azonban erőteljes kalluszosodás volt megfigyelhető, és a hajtások száma is kevesebb volt, amely jelenség nem kívánatos. A kalluszok növekedése minden táptalajon megfigyelhető volt. Minőségi változást leginkább a glükóz és a ½ MS koncentráció jelentette (13. táblázat és 26. ábra). Itt az embrionális kalluszok vizenyőssé, üvegessé váltak, ugyanakkor a gyökeresedési százalék magasabb volt.

A kísérlet a csökkentett cukor tartalom és tápelemkoncentráció 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).

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

Táptalaj	Kallusz növekedés %	Kallusz típus	Hajtás	gyökeresedési %	teljes növény/p cs
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, MS: Murashige and Skoog Basal Medium included vitaminas, az alkalmazott cukor: szacharóz , e: embrionális kallusz, v: vizenyős kallusztípus



26. ábra: Kvb embriogén kalluszok regenerációs kísérlete

Jelmagyarázat:

- A: A cukorforrás hatása a növényregenerációra, (felső 2 szacharóz, alsó 2 glukóz),
- B: A 0,1 NAA, 1,5% szacharóz tartalmú táptalajon fejlődött embrióklaszterek kül. 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.

4.5. A kertészetileg értékes Kvb fajhibrid genotípusok szaporítása dugványozással

A félfás dugványozás során a hajtások középső már fásodott része bizonyult a legalkalmasabbnak (27. ábra). A felsőbb hajtásrészekből ebben a kísérletben nem sikerült gyökeres dugványokat nevelni, ezeket az adatokat a táblázat nem tartalmazza. A vegetatív palántanevelés hatékonysága a dugványszedés idejének a megváltoztatásával, és egyéb alkalmazott gyökeresítő készítményt tesztelésével javítható.



27. ábra: *Kitaibela vitifolia* Willd. x *Kitaibela balansae* Boiss. fajhibridek dugványaiból létesített törzsállomány. (2017, Debrecen)

Jelmagyarázat: A: Kvb-1-26 fajhibrid gyökeres szárdugványa; B, C: Kvb fajhibrid szelektált genotípusok szárdugványai; D: A Kvb-1-2-4

A zöld dugványozás hatékonysága eltért a genotípusok között (14. táblázat), ezért nem mondható ki egyértelműen eddigi eredményeink alapján, mely az ideális vegetatív szaporítási mód és idő, e kérdéskör további vizsgálatokat igényel.

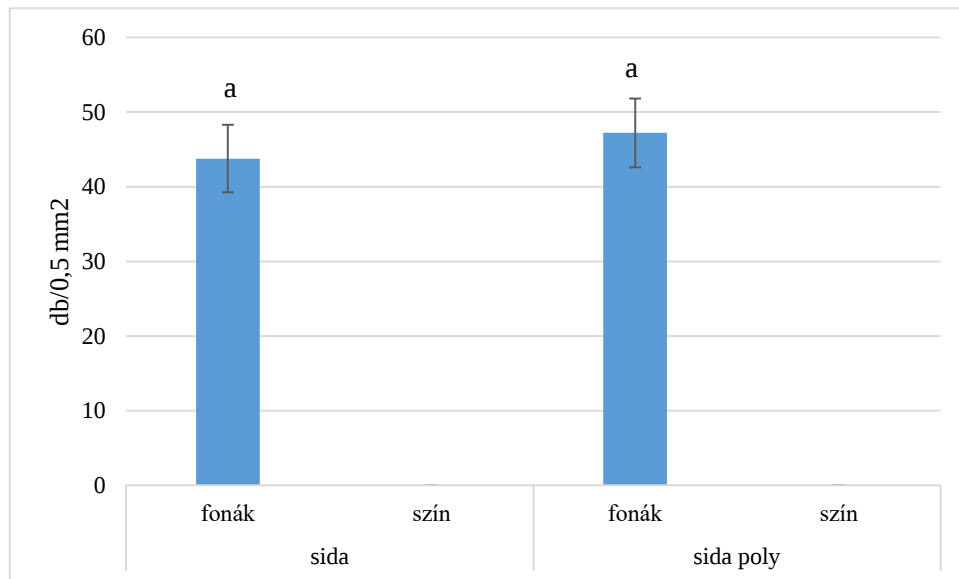
14. táblázat: A Kvb. fajhibrid dugványozás eredménye (2017)

Kód	Szárdugványok száma (db)	Gyökeres dugvány (db)	Gyökeresedési %
Kvb-6-19	12	-	0
Kvb-2-7	15	6	40
Kvb-1/26	15	3	20
Kvb-1-2-4	10	2	20
Kvb-1-10	15	7	48
Kvb- A1	15	2	13
Kvb-A2	10	0	0
Kvb-A3	30	10	33
Kvb-A4	20	7	35
Kvb-A5	30	13	43
Kvb-A6	15	7	47

4.6. *Sida hermaphrodita* Rusby.

4.6.1. *A Sida kontroll és poliploid vonalak sztómasűrűsége*

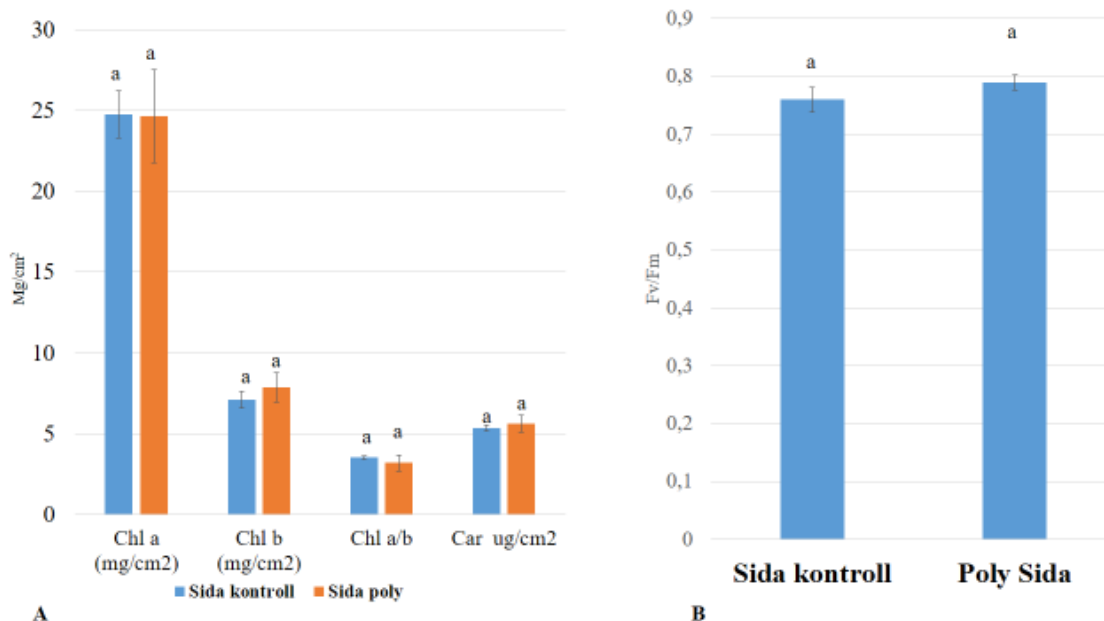
A vizsgálat során nem találtunk szignifikáns különbséget a kontroll és a poliploidizált vonalak között, mindkettő sztómasűrűsége 50 alatt volt 0,5 mm²-ként (28. ábra). A sztómák vese alakúak, átlagosan 26,3 µm szélesek voltak, hiposztomatikusak.



28. ábra: A Sida kontroll és poliploidizált egyedek sztómasűrűsége

4.6.2. *A Sida kontroll és poliploidizáláson átesett egyedeinek fotoszintetikus pigment-tartalma, asszimilációs hatékonysága és hozzávetőleges genommérete*

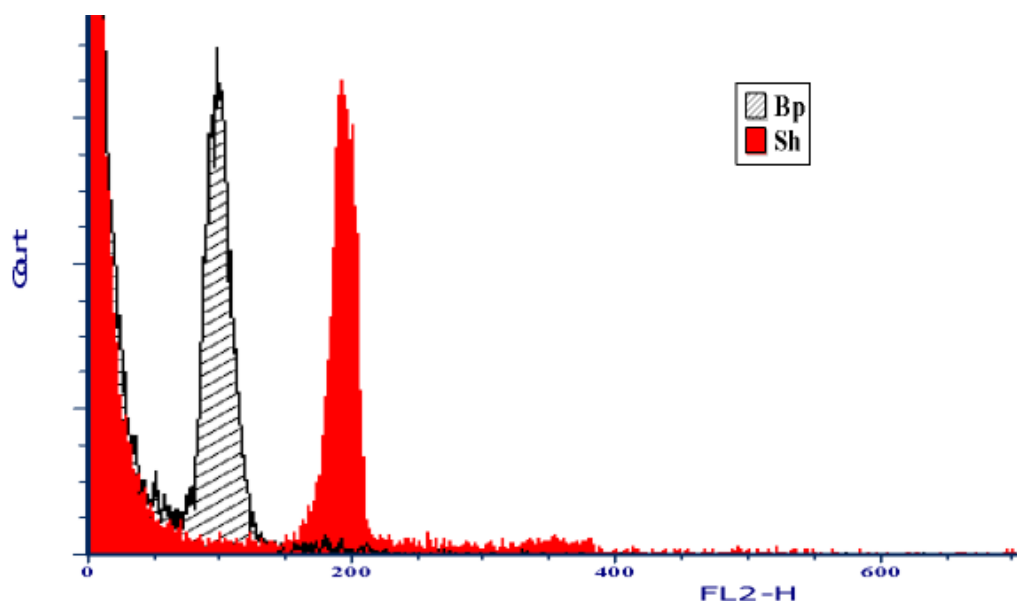
A 2010-ben végrehajtott poliploidizációs kísérlet (Fáriet al., 2008-2010) során létrejövő egyedek (sida poly) fotoszintetikus pigment-tartalma és PSII hatékonysága között a kontrollhoz képest nem mutatott szignifikáns különbséget (29. ábra).



29. ábra: A Sida kontroll és poliploidizált egyedeinek fotoszintetikus pigment-tartalma és fotoszintetikus aktivitásának (Fv/Fm) értékei (Szeged, 2013)

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

Az áramlási citometria vizsgálatok alapján nem tudtunk kimutatni szignifikáns különbséget a vizsgált egyedek között egyik mérési időpontban sem. Az áramlási citometriai adatok feldolgozása során nem sikerült elkülöníteni a Sida kontroll és poliploidizált egyedei csúcsait (30. ábra). A minták egyenkénti lemérése során sikerült meghatározni a Sida genommetét, amely hozzávetőleg 7.3 pg, a poliploidizált egyedeké 6,7 pg. A méréssel nem sikerült igazolni a poliploidizáláson átesett egyedek genommet növekedését (15. táblázat). Azonban ez nem jelenti a kísérlet sikertelenségét, ugyanis sok esetben a poliploidizálás hosszútávon (többszöri vegetatív szaporításon átesett egyedek esetében) nem feltétlenül jár a C-érték növekedésével (Grover et al., 2007).



30. ábra: A Sida kontroll (Sh) áramlási citometria képe, belső standard *Bellis perennis* (Bp)

15. táblázat: A vizsgált mályvafélék kalkulált C értéke

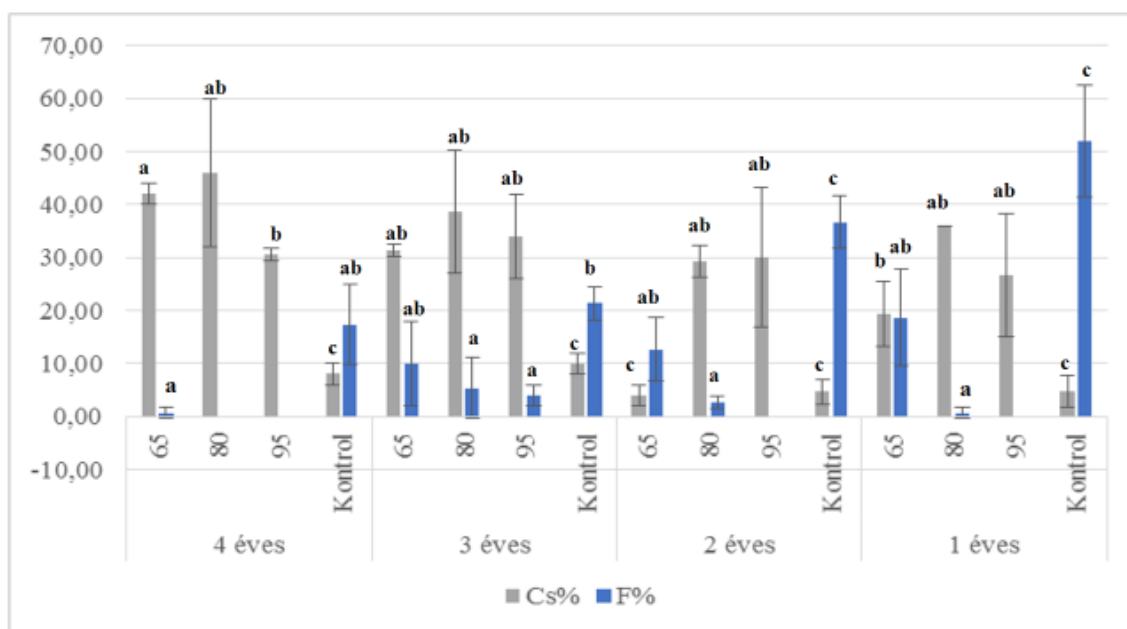
Faj	hozzávetőleges DNS mennyiség pg	szórás	1 C érték
<i>Sida hermaphrodita</i>	7,3	0,3	3,66
<i>S. h poly</i>	6,7	0,6	3,37
<i>Bellis perennis</i>	3,96		1,98

4.6.3. A *Sida* magbiológiai vizsgálatok eredményei

Forróvizes elő-kezelés hatása a csírázásra és a fertőzöttség arányára

A 31. ábra jól szemlélteti a három különböző magas hőfokú vízfürdős kezelés pozitív hatását minden évjárat magvai csírázási kapacitására. Általánosságban elmondható, hogy a 80°C-os 2 percig tartó forróvizes kezelés volt a leghatásosabb. A 4 évig tárolt magok reagáltak a legpozitívabban a hőkezelésre, ahol a kontroll 8%-os csírázási arány 46%-ra emelkedett. Ez a növekedési arány a későbbi évjáratokban csökkenő tendenciát mutat, de a csírázás majdnem minden esetben meghaladta a 30%-ot. Ez alól kivételt képez a 2 éve tárolt magok kezelésének eredménye, amelynél a 95°C-os kezelés bizonyult hatásosabbnak, de ez a különbség nem szignifikáns.

A 31. ábrán látható, hogy az adatok a vártnak megfelelően alakultak, a fertőzött magvak aránya exponenciálisan csökkent, illetve nullára redukálódott az egyre növekvő hőmérsékletű hőkezelés hatására. A kezdeti 17-52% arányú fertőzöttség 65°C-os FVK hatására 0,67-18,6% közé, még a 80°C-os FVK hatására 0-5%-ra csökkent. A 95°C-os vízfürdő csaknem nullára, 0-4%-ra redukálta a fertőzött magok arányát (31. ábra). A fertőzöttség mértéke és a csírázási százalék között különbséget a kezelések hőmérséklete függvényében statisztikailag azon évjáratok esetében sikerült kimutatni, ahol a kezeletlen (kontroll) magok között nagymértékű belső fertőzöttséget tapasztaltunk. Az 1 és 2 éves magoknál (2012-2013-as évjárat), ahol a fertőzöttség mértéke igen magas volt, ahol csak a magasabb hőmérsékletű kezelés hozott szignifikánsan kedvezőbb eredményeket (31. ábra).



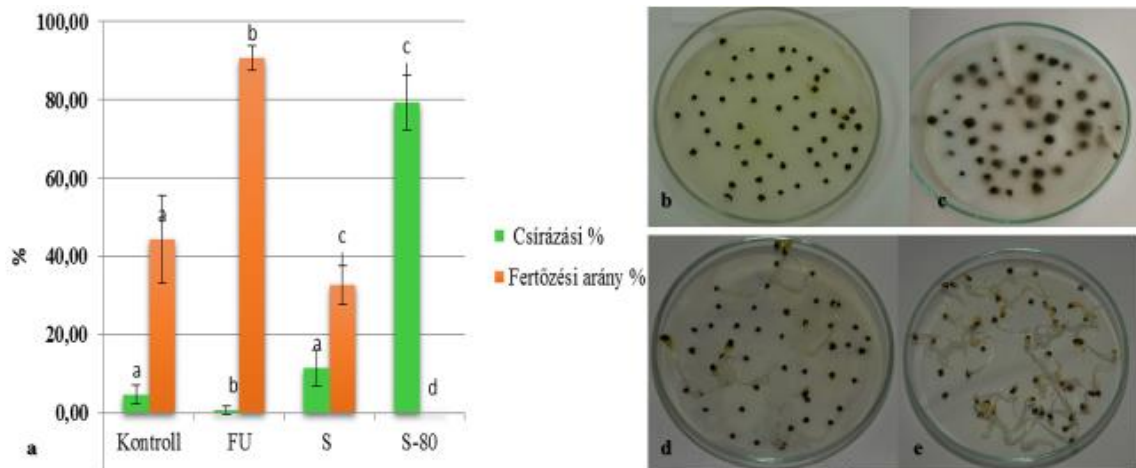
31. ábra: A Sida különböző évjáratú magjai reakciója a különböző hőmérsékletű vízfürdős kezelésre

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

A kétlépéses magkezelés eredménye

A 32. ábra alapján látható a markáns különbség a kezelések között, mind a csírázás, mind a magfertőzöttséget illetően. A felülúszó frakció (FU) három ismételése közül (150 magból) mindössze egy darab csírázott ki, ezzel szemben a fertőzött magok aránya átlagosan 90,67% volt. 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 (32. ábra).

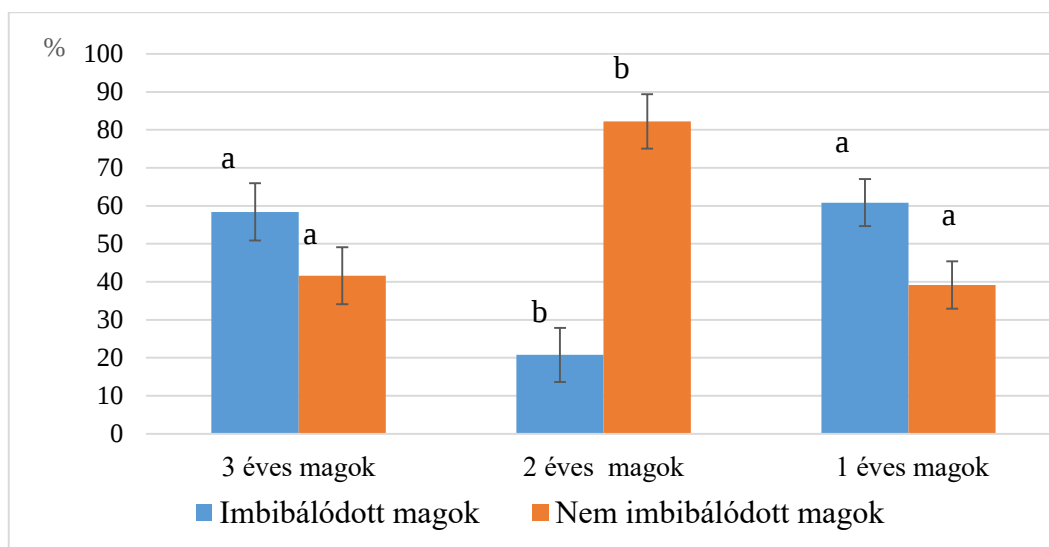


32. ábra: A kettős magkezelés hatása a sida magjainak csírázási százalékára és a fertőzött magok számára

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

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

A különböző évjáratú Sida magok imbibálódási képessége



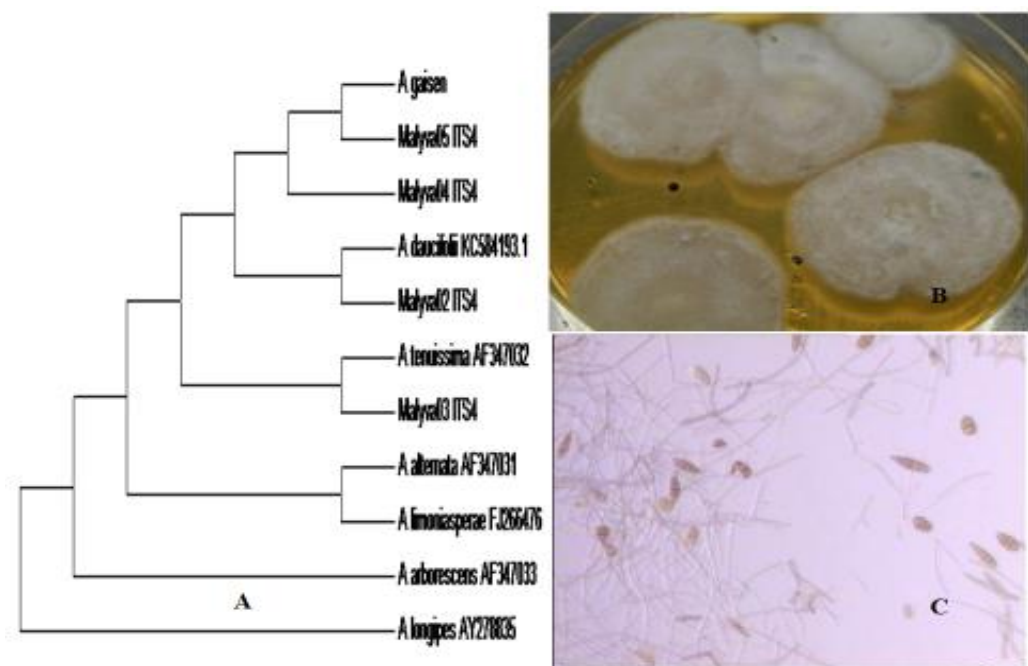
33. ábra: A különböző évjáratú Sida magok imbibálódási képessége

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

A 33. ábra az ülepítés eredményeképpen létrejövő két magfrakció arányát mutatja a különböző korú vetőmagok esetében. Mivel a palántaneveléshez csak a lesüllyedt (imbibálódott) nagyobb fajsúlyú magokat használjuk, ez az arány felfogható a magtétel használati értékének is. A két éves magok (2012. év magjai) nagy része nem imbibálódott (82,21 %-a), amelynek okai a betakarításkori csapadékos időjárás és szárítás hiányában fellépő exogén- vagy endogén magfertőzések lehetnek. A további évjárat magjai használati értéke között nincs szignifikáns különbség, minden esetben meghaladta az 50%-ot (58 és 61%) (33. ábra).

4.6.4. A Sida magjainak endogén gombabetegségei

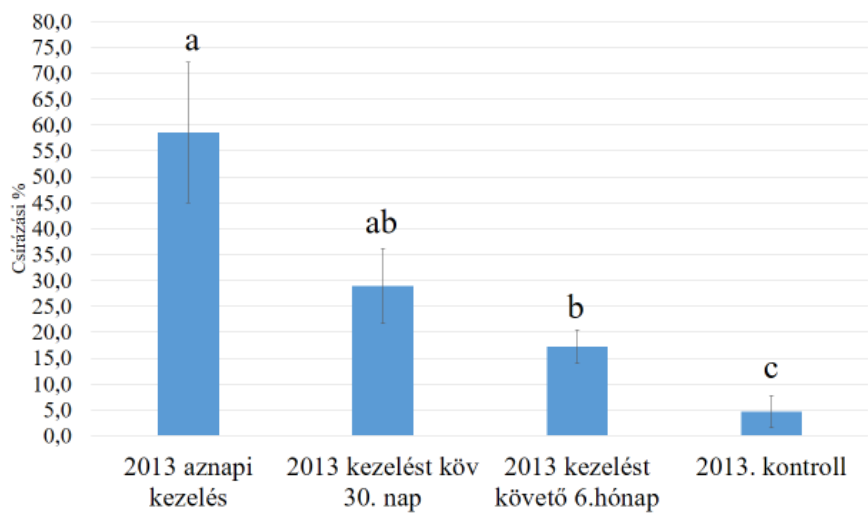
A Sida magjainak belső fertőzöttsége elsősorban *Alternaria* eredetű volt 90%-ban. A másik fertőző ágens, a Sida 2013-as magjaiból izolált *Fusarium poliferatum*, amely viszonylag kis mértékben jelent meg, és csak az egy éves süllyedt magok esetében (34. ábra). Egyéb még nem azonosított fajok elszórva, nagyon ritkán fordultak elő. Ezen fajok felvételezése és azonosítása még folyamatban van.



34. ábra: A vizsgált mályvafélék magjait fertőző alternária betegségek fajazonosítása

Jelmagyarázat: A Mályva02: ITS-2011-es magokból izolált, mályva03: 2012-es lebegő magokból izolált, mályva04: 2012-es magokból izolált, mályva 05-2013-as magokból izolált, a 2012-es magokból izolált *Alternaria* telepek, PDA táptalajon, C: Alternária spórák mikroszkópos képe .

A kétlépéses magkezelés hosszútávú hatása a csírázásra



35. ábra: A kétlépéses magkezelés hosszútávú hatása a Sida magok csírázására

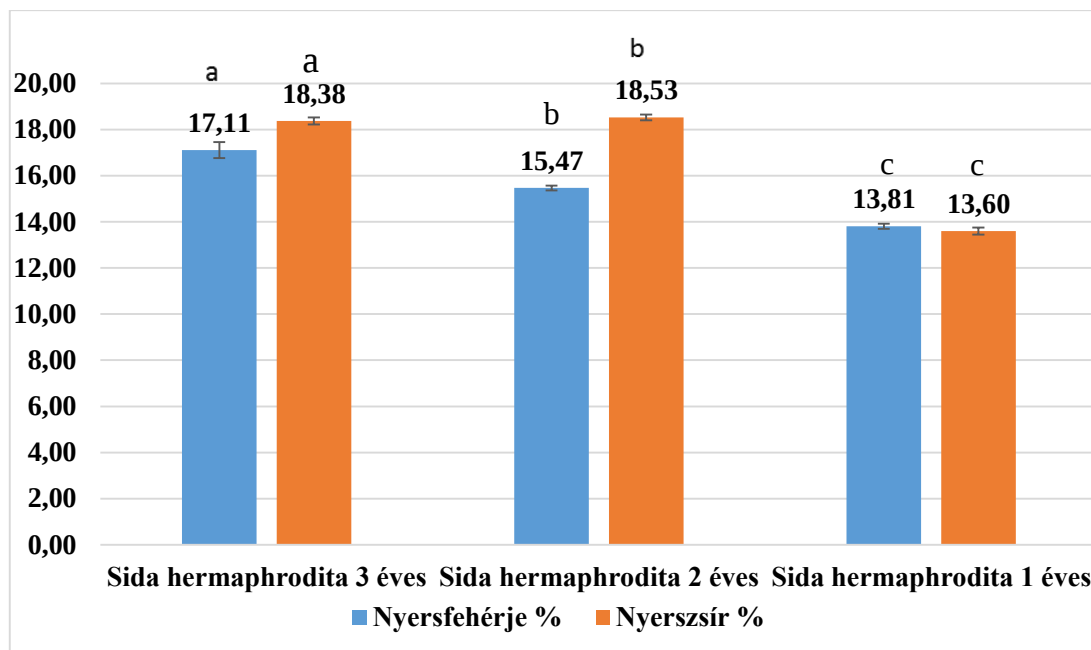
Jelmagyarázat: Az oszlop tetején az eltérő betűk a szignifikáns különbségeket mutatják, amelyet TUKEY próbával, $p < 0,05\%$ szinten határoztam meg.

A 2013. évjárat kezelt magjait vizsgálva megállapítható, hogy a magkezelés pozitív hatása 6 hónap alatt szignifikánsan csökken. Még fél év elteltével is jelentősen felülmúlják a kezeletlen magon csírázási arányát (4,6%) (35. ábra). A magkezelések öregítő hatásáról már több szerző is beszámolt, amelyet a fokozott aktivált oxigénformák és bomlástermékek okozta stressznek tulajdonítható (Chiu et al., 2002; Prodanovic et al., 2007; Shalimu et al., 2016).

4.6.5. A Sida magjain beltartalmi paramétereinek összehasonlítása a különböző évjáratokban

Az olajtartalom mérési eredményeinek értékeléseként megállapítható, hogy a közel 20%-os olajtartalom igen magasnak számít a 2011-2012. év mintái esetében. Párhuzamban végeztünk az olajtartalom vizsgálatokból összegyűlt mályva olajból foszfortartalma is, aminek összege 209 ppm volt.

A *Sida* különböző évben termett magjainak beltartalmi értékeit összehasonlítva megállapítható, hogy az évjárat hatása nagyban megmutatkozik a magok nyersfehérje illetve nyersolaj tartalmában (36. ábra). A 2013. év (1 éves magok) aszályos nyara, már szignifikánsan csökkentette a magok nyersfehérje (3,2%-al) és olaj tartalmát (4,78%-al). Az ezt megelőző két év beltartalmi értékeiben a nyersfehérje tartalomban bekövetkezett csökkenést (1,54%) lehet észrevenni. A magok zsírsavösszetételét tekintve elmondható, hogy az évjárat nem csak az olajtartalomra, hanem a zsírsavösszetételre is hatással van (16. táblázat). A legkedvezőtlenebb évjárat zsírsavösszetétele kis mértékben eltér az előző két év (2 és 3 éves) összetételétől. Leginkább a kismértékben jelenlévő telített zsírsavak (mirisztinsav, palitolajsav, arachinsav) aránya redukálódik nullára, valamint a csekély mértékben jelenlévő gadolajsavé, az olajsav aránya ellenben a 2011 és 2012 es évjáráthoz viszonyítva 3,56-6,56%-al nőtt, ezáltal a telítetlen zsírsavak aránya hozzávetőleg 4%-al jobb. Ennek oka lehet az évjárat hatása, illetve a gombabetegségek elterjedése az állományban.

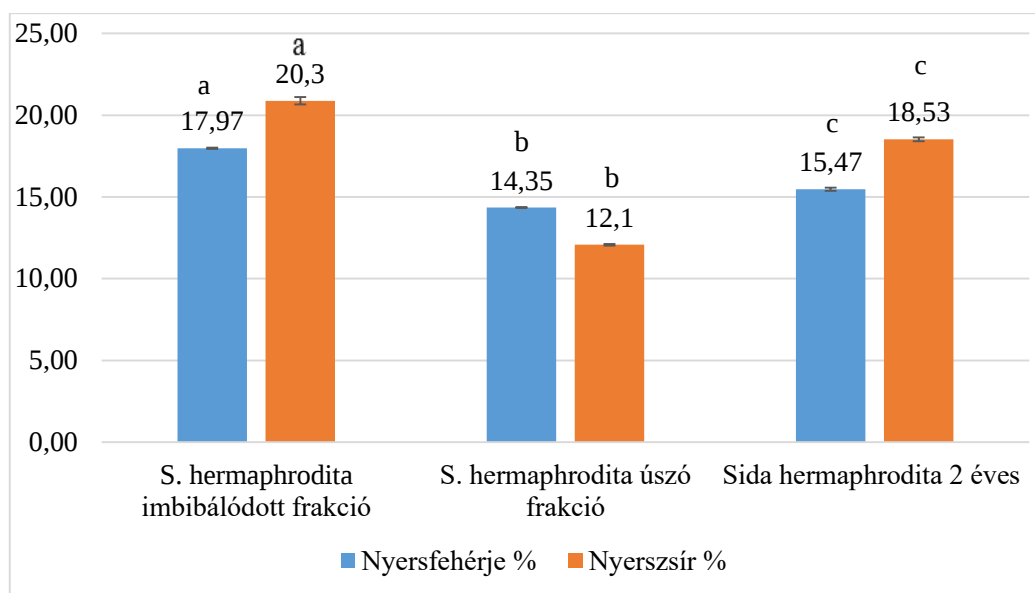


36. ábra: A különböző évjárat magjainak nyersfehérje és nyerszsír tartalma

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

4.6.6. A Sida magkezelése során kialakuló mag-frakciók beltartalmi paramétereinek összehasonlítása

A Sida magjainak vizes ülepítése során keletkező két frakció és kezeletlen magok beltartalmi értékei közötti különbségeket a 37. ábra szemlélteti. Szemmel látható az úszó frakció nyers-fehérje tartalmában (1,12%), és az olajtartalmában (6,43%) bekövetkezett csökkenés a kezeletlen magokhoz képest. Az imbibálódott frakció mind nyersfehérje (17,9%), mind nyerszsír tartalmában (20,3%) szignifikánsan felülmúlta a kontroll (gyanazon évjárat kezeletlen magjai) évjárat magjait. A zsírsavösszetételt tekintve megállapítható, hogy a kis mennyiségben jelenlévő telített (mirisztinsav, palitolajsav) zsírsavak arányának nullára csökkenése, valamint az olajsav arányának 3,49%-al történő növekedése volt megfigyelhető a lesüllyed frakció esetén. (37. ábra). A gyorsan imbibálódott magok a kis mennyiségben jelenlévő telített zsírsavak mellett a linolsav aránya 6,16%-al magasabb, a kezelt magok esetében ez az arány csökken (16-17. táblázat).



37. ábra: A két éves Sida magok kezelése során kialakuló mag-frakciók nyersfehérje és olajtartalma

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

16. táblázat: Sida magolaj zsírsav összetétele

Évjárat/ kezelés	Mirisztinsav (14:0)	Palmitinsav (16:0)	Palmitolajsav (18:0)	Sztearinsav (18:0)	Olajsav (18:1)	Linolsav (18:2)	Linolénsav (18:3)	Arachin sav (20:0)	Gadolaj sav (20:1)	Telített zsírsava k aránya	Telítetlen zsírsavak aránya
3. éves	0,18	8,48	0,1	5,1	13,14	67,46	0,00	0,75	0,19	14,60	80,79
2. éves	0,21	7,91	0,08	5,45	11,14	69,40	0,00	0,65	0,21	14,30	80,74
1. éves	0,00	8,64	0,00	2,99	17,70	66,35	0,74	0	0,00	11,63	84,79
2 éves/ im	0,16	9,05	0,12	2,92	10,97	73,76	0,00	0,00	0,00	12,25	84,73
2 éves/ u	0,00	10,78	0,00	3,36	14,48	67,60	0,00	0,00	0,00	14,14	82,07
2 éves/ HK	-	9,23	-	4,23	11,55	70,18	0,74	0,14	0,1	13,60	82,57

Jelmagyarázat: /im:imbibálódott magok; /u felülúszó magok; /HK-hőkezelt magok

17. táblázat: A Sida egyéb beltartalmi paraméterei és aminosav összetétele

Mintanév	Sida mag
Szárazanyag % (m/m)	91,5
Nyersrost % (m/m)	27,3
C-vitamin (mg/100g)	153,6
Ca (mg/kg)	26 268
Cu (mg/kg)	56,4
Fe (mg/kg)	20 089
K (mg/kg)	5 570
Mg (mg/kg)	43 586
Mn (mg/kg)	1 611
Ni (mg/kg)	9,6
P (mg/kg)	17 429
S (mg/kg)	2 220
Zn (mg/kg)	422
Aminosav összetétel	
ASP	2,14
THR	0,69
SER	1,29
GLU	2,68
GLY	2,48
ALA	0,22
CYS	0,00
VAL	0,14
MET	0,85
ILE	1,21
LEU	0,35
TYR	0,93
PHE	1,09
HIS	0,03
LYS	0,66
m/m% eredeti anyagra	14,77

4.6.7. A Sida palántanevelési kísérletei

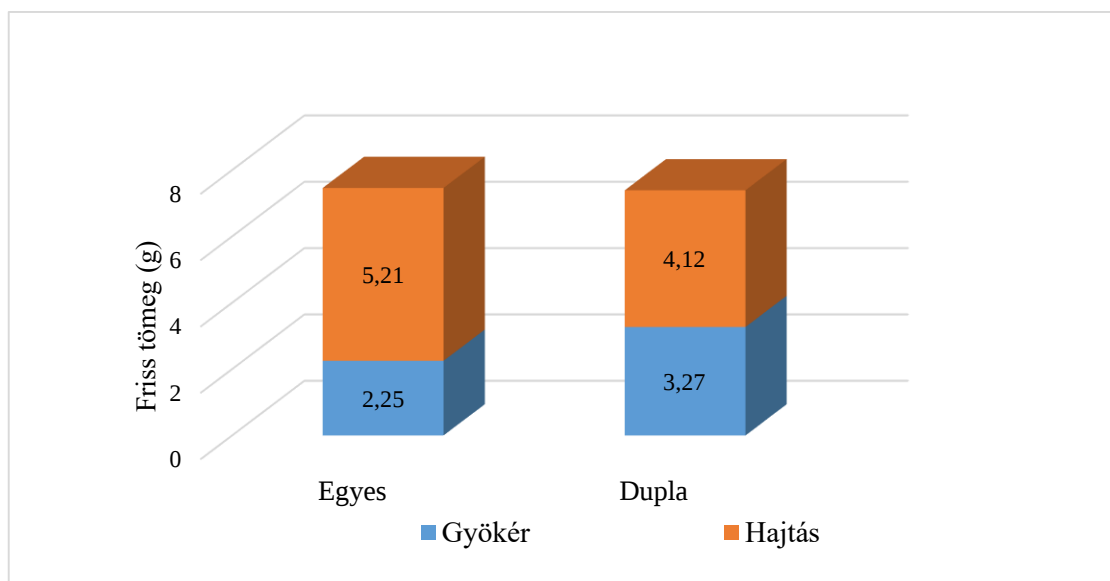
Tavaszi tálcás palántanevelés

Ahogy a 18. táblázat adatiból is látszik, még üzemi körülmények között is a csírázási százalék meghaladja az 50%-ot (56,22%). A duplán kelt magok aránya alacsonynak mondható, ami 2014-re minimálisra csökkent. A tálca telítettség 90 napos palánták esetében igen kedvező, 84,72% és ez a teleltetés után is 60% felett maradt (65,95%) (18. táblázat). Az egy illetve két magot tartalmazó sejtek növényei özőtti méretbeli különbség nem volt számottevő, azonban a szár gyökér aránybeli különbségeket mutatott, ami a

növények árnyékoló hatását figyelembe véve nem meglepő (38. ábra). A későbbi fejlődés során kis mártákben növekedett az egy közegben nevelkedett palánták közötti különbség, azonban ez következő évre nem volt negatív hatással a palánták méretére (39. ábra), a két növényt tartalmazó sejtekből sok esetben következő szezónra az egyik nem hajt ki.

18. táblázat: Sida tavaszi tálcás palántanevelés során tapasztalt csírázási arányok

	egy növényt tartalmazó sejt	két növényt tartalmazó sejt	csíra/tálca	csír. %	tálca telítettség (%)	két növényt tartalmazó sejtek aránya(%)	egy növényt tartalmazó sejtek aránya %
2013.05.17	106,75	34,92	141,6 7	56,22	84,72	23,26	76,74
2014.04.03 (attelelés után)	n.a	n.a.	76,8		65,95		



38. ábra: 45 napos tápkockás palánták friss tömege a gyökér és a hajtás arányában



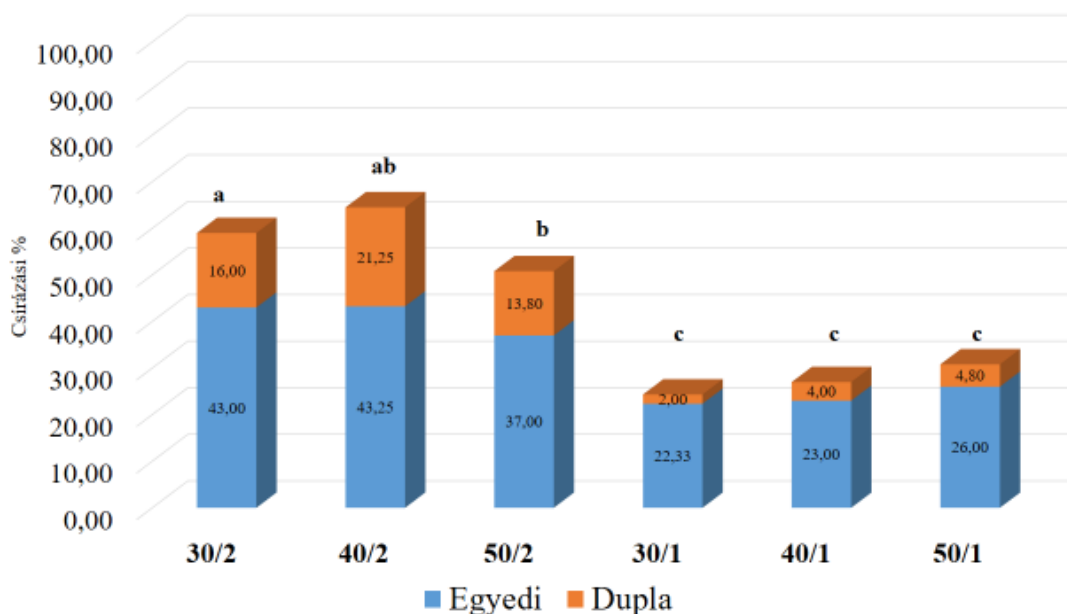
39. ábra. Sida tavaszi tálcás palántanevelése

Jelmagyarázat:

A: 10 napos Sida magvetés (2014); B, C: 45 napos Sida tálcás palántákat tartalmazó tálcák; D: 45 napos Sida földlabdás palántákat; E: 45 napos Sida palánták hajtás és gyökérrendszere.

Nyárvégi, őszi dajkatálcás palántanevelés

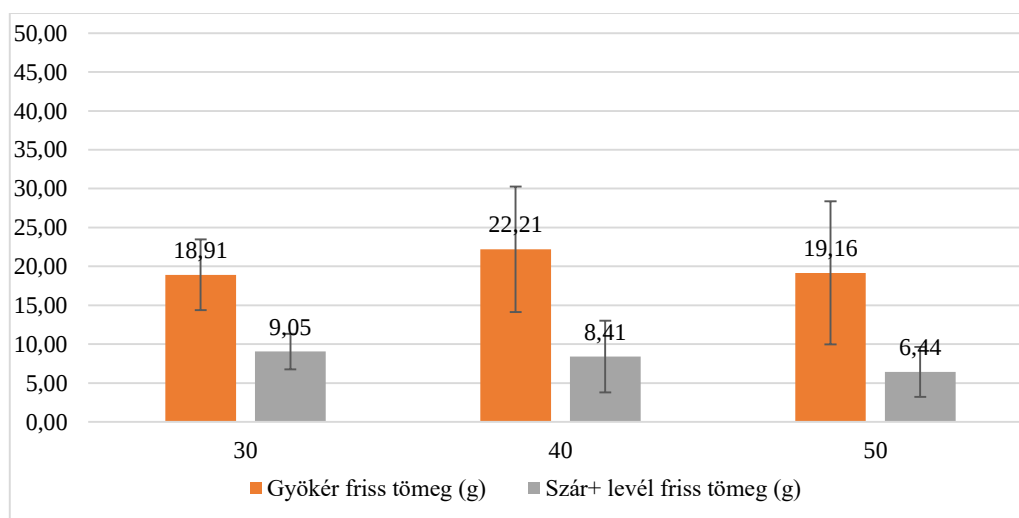
Az 40. ábra mutatja a markáns különbséget a különböző időpontban végzett FVK (kétlépéses forróvizes előkezelés) hatékonysága között. A frissen kezelt magok csírázási %-a majdnem, a 40 db/tálca sűrűség esetén meghaladja a 60%-ot. A 1-es számmal jelzett kezelések esetén a kezelést 30 nappal előzte meg a vetést, és itt a csírázási százalék 24,33-30,8% közötti. A sejtenként több növényt tartalmazó sejtek aránya ebben az esetben is viszolag 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.



40. ábra: A dajkatálcás palántanevelés három térállásban, a két különböző időpontban kezelt magokból

Megjegyzés: A különböző betű a szignifikáns különbségeket mutatja Tukey teszttel,

A palánták friss tömege között nem találtam szignifikáns különbséget a térállás függvényében. A hajtások tömege 2-2,5 szerese a gyökér tömegének. Ezek alapján megállapítható, hogy a térállás sűrítése nincs negatív hatással a palánták növekedésére, így helykihasználás szempontjából érdemesebb a sűrűbb, 50 db tálcánkénti, vagy annál is több palántát nevelni (41. ábra).



41. ábra: 90 napos dajkatálcás palánták friss tömege a szár hajtás arányában

Megjegyzés: a friss tömegekben nem mutatható ki szignifikáns különbség a kezelések között Tukey teszttel.

4.6.8. A Sida állomány várható biomassa hozamai

Az 19. táblázat adatai alapján látható, hogy tápanyag utánpótlás nélkül a Sida esetén a második évtől 10 228 kg/ha (13 300 növény/ha) - 11 871 kg/ha (20 000 növény/ha) száraz biomassa hozammal számolhatunk. Az idő előrehaladtával a nagyobb növényesűrűség (20 000 növény/ ha) talajkimerítő hatása egyre inkább érvényesül. A 2-3. évben még közel azonos termésátlaggal számolhatunk a dupla sűrűség esetén, a későbbiekben a tágabb térállás kiegyenlítettebb állományt eredményezett, 1 és 5. évben is 8,6 tonna/ ha termést eredményezett átlagban (19. táblázat). Az 5. évre a termésátlag drasztikus csökkenését a talajtani adatok nem magyarázzák. Ez minden bizonnyal az állományt pusztító polifág gombabetegségeknek köszönhető.

19. táblázat: Sida kalkulált termésátlaga a belső tövek átlagtömege alapján

Évek	Térállás (db/ha)	Belső tövek átlag tömege (g)	Termésátlag (kg/ha)	Nedv.tart (%)
2011	10 000	300±56	2 996	15
	13 300	295±53	3 926	15
	20 000	195±39	3 908	15
2012	10 000	1121±441	11 209	18
	13 300	769±225	10 228	18
	20 000	594±210	11 871	18
2013	10 000	1126±592	11 265	13
	13 300	561±201	7 457	13
	20 000	514±218	10 283	13
2014	10 000	895±487	8 945	11
	13 300	427±176	5 674	11
	20 000	372±251	7 442	11
2015	10 000	861±614	8 612	12
	13 300	286±241	3 800	12
	20 000	211±140	4 218	12

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 szerves trágyázása.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Kutatásaim során egyes mérsékelt övi mályvafélék többcélú hasznosításának lehetőségeit alátámasztó alap- és alkalmazott kutatásokat végeztem. A vizsgálatokat két alappillére építettem, a Kvb esetén a fajhibridek kutatása és hasznosítása, mint dísznövények, illetve a *Sida hermaphrodita* és az *Althaea cannabina*, mint biomasszanövények.

A Kvb esetén a Kováts Zoltán által szelektált anyanövények magjaiból származó hibridpopuláció egyedei közül kiemelésre került több, díszítő értékkel rendelkező genotípus. A vizsgálati szelekciós szempontok: a rózsaszín szíromszín, öntisztuló termés (az elszáradt virágzat hullatás képessége), a levél formája és színe, és a növekedési habitus. A rózsaszín virágú egyedek kiemelkedő kertészeti értéket képviselnek, hiszen kertészeti alkalmazásuk eddig még nem ismert. A termés hullatás képessége, az elbarnult elvirágzott termés gyors elvesztése nagyban emeli a faj díszítő értékét. A levelek igen változatos színűek és formájúak, amelyek közül négy alaptípust különböztettem meg. Ezen felül a populációban még előfordul más levélforma, azok azonban betegségeérzékenységük, vagy maradó virágzatuk miatt eddig nem lettek kiemelve.

A kiszelektált genotípusokból a jövőben kinemesített egyedek elnevezésére kutatócsoportunk javaslata a *Kitaibela (vitifolia x balansae) 'kovatsii'* lesz, Dr Kováts Zoltán munkásságának emléket állítva.

A növekedési habitus tekintetében nincs kifejezett irányelv, inkább a növény megjelenésére gyakorolt hatását vettük figyelembe. Ezek alapján ki kell emelni a terülő növekedésű habitusú egyedeket, amelyek talajtakaróként, extenzív körülmények között kifejezetten szép képet mutatnak. Ezen egyedek a növekedésükből kifolyólag, az újabb hajtások eltakarják az elszáradt virágzatot.

A sztómasűrűség vizsgálata során kiderült, hogy a fajhibrid leveleinek mind a fonákán, mind a szintén találhatóak sztómák, amfisztomtikus növények ellenben a Sida-val, amely hiposztomatikus. A nagyobb biomassza produkcióval rendelkező hibridek sztómasűrűsége nagyobb, van amikor meghaladja az egyik szülői vonal (*K. vitifolia*) értékeit is.

A színes levelű változatok felvételezése során nyomon követtem a sárga levelek fotoszintetikus pigmenttartalmának változását a vegetációs időszak kezdeti szakaszában. Minden fotoszintetikus pigment koncentrációja nagyságrendekkel alacsonyabb volt a

fejlődés kezdeti szakaszában, ami a vegetációs időszak előrehaladtával fokozatosan mérséklődött. Felvételezésre került a fotoszintetikus kvantumhasznosítás hatékonysága ezen egyedek sárga levelein. Itt is markáns különbségek mutatkoztak a PSII fotokémiai rendszer működésében, ami a klorofill szintézis ideiglenes gátlására utal. A karotinoidok koncentrációja is szignifikánsan alacsonyabb a sárga levelek esetében, azonban a különbség kisebb, mint a klorofillok esetében. A kapott eredményekből arra lehet következtetni, hogy a sárga színváltozatok kezdeti fejlődésüket az elraktározott tápanyagokból fedezik, amit figyelembe kell venni a fitotechnika tervezésénél.

A mályvafélék áramlási citometriai vizsgálata során megállapítottam a kiválasztott fajok és hibridek genomméretét. A Kvb fajhibridek vizsgálata során nem találtam szignifikáns különbséget a szülő (*K. vitifolia*) és a hibridnövények között, melyek genommérete 4,5 illetve 4,7 pg. Az *Alcea* x *Althaea* nemzetséghibrid vizsgálata során a megnövekedett genomméret alátámasztja a hármas hibrid (*Alcae* x *Althaea*-'Háros') allopoloid mivoltát.

A díszmályvák genetikai variabilitásának vizsgálati eredményei igazolják a tényt, hogy a hibridnövények genetikai diverzitása igen nagy, így több nemesítési módszer is szóba jöhet a fajok domesztikálása során. A színes levelű un. 'aurea' változatok genetikailag nem állnak egymáshoz közelebb más egyedeknél, ami azt igazolja, hogy a Kováts Zoltán által besugárzással létrehozott mutáns 'Aurea' változatok is részt vehettek a populáció kialakításában, vagy a hibrid egyedekénél gyakran előforduló pigmentációban történt zavarokkal állunk szemben (Kuligowska et al., 2016). Ennek igazolására további molekuláris markerezési vizsgálatokra és az eredeti mutáns 'aurea' egyedekre lenne szükség.

Az *Alcea* x *Althaea* nemzetséghibrid vizsgálata beigazolta a két szülői vonal és a hibrid közötti kapcsolatot.

A *K. vitifolia* jóval magasabb csírázási kapacitással rendelkezik a vizsgált fajok mindegyikénél. A magkezelésekre azonban nem reagál olyan pozitívan, mint a *Sida*.

A mag beltartalmi adatait tekintve a Kvb hibrid kiemelkedik a három faj közül 17% körüli nyerszsír és nyersfehérje tartalmával felülmúlja a *K. vitifolia* magjainak beltartalmi értékeit. Az *A. cannabina* magas fehérje (19%) tartalma igen előnyös.

A *Kitaibela vitifolia* és *Althaea cannabina* csíráztatási kísérleteiből megállapítottuk, hogy minden faj esetében a gyors imbibálódás magasabb csírázási százalékot von maga után, amely a keményhéjúság tényét támasztja alá.

A szelektált egyedek *in vitro* szaporítási rendszerének kidolgozása elkezdődött. Előkísérletek alapján sikerült megtalálni egy szomatikus embriogenezisen keresztüli sejt-növény rendszert. E rendszer a későbbiekben, az esetleges genetikai transzformáció illetve az irányított mutáció alkalmazását teszi lehetővé ezen fajok esetében. A szomatikus embriókból sikerült növényeket regenerálni, azonban ennek a hatékonyságán érdemes javítani, esetleg folyékony üzemi rendszereket is be lehetne iktatni a tömegszaporításban (pl. bioreaktorokat). Az alkalmazott növényi hormonok mellett (KIN, NAA) érdemes lenne egyéb növekedés szabályozókat is kipróbálni (TDZ, m-topolin, 2-4 D) a hatékonyság növelése céljából. A zöld dugványozás eredményeképpen 3-47%-i gyökeresedési százalékot tapasztaltunk a genotípusok között, ami ennek a hajlamnak a genetikai determinációját mutatja.

A *Sida* esetében az előzetesen (2011) kolhicinnel történő kezelésen átesett egyedek morfológiai vizsgálatát végeztem el. Sem a sztómasűrűség, sem a fotoszintetikus paraméterekben nem találtam különbséget a poliploidizált és a kontroll egyedek között. Az áramlási citometria vizsgálatoknak sem sikerült alátámasztani az egyedek poliploid mivoltát. Ezek vagy a kezelésének a sikertelenségét, vagy pedig olyan genetikai átrendeződéseket feltételez, amely további vizsgálatokat igényelnek.

A *Sida* magbiológiai vizsgálata során beigazolódott a gyors imbibálódású egyedek magasabb csírázási százaléka (Egley - Paul, 1981; Dolinski, 2009), így a magok keményhéjúsága is. Ennek megfelelően kifejlesztett kétlépéses (ülepítés és vizes hőkezelés) magkezelés a kontroll magok 5-10%-os csírázását 50% fölé növelte. E mellett a magok endogén gombabetegségei, amelyek kezeletlen magok esetében igen rontják a csírázási erélyt, a nullára csökkentek, majdnem az összes évjárat esetén.

A magok endogén fertőzöttségét vizsgálva leginkább *Alternaria* fajok kerültek azonosításra. E mellett kis arányban *Fusarium poliferatum* fajt azonosítottunk molekuláris marker (ITS) alapján.

A fent említett kétlépese magkezelésre alapozva kétféle palántanevelési technológiát fejlesztettünk ki. Az egyik a régióban alkalmazott kora tavaszi tálcás palántanevelés, amelynél a káposztafélék nevelése során alkalmazott agrotechnikát adoptáltuk. Ebben az

esetben a dupla magok vetése, szinte növényekkel teljesen telt tálcákat eredményezett, amely tálcákban 3-4 hét alatt kiültetésre alkalmas, egészséges palánta nevelhető. A tanszékünk saját fejlesztésű dajkatálcás palántanevelési módszere igen költséghatékony innovatív és egyben extenzív palántanevelési módszer., A palánták nevelése, kiültetése a szabadföldön megoldható., Ultra sűrű palántanevelő ágyásokban az év bármely szakában telepítésre alkalmas palántákat biztosít. Ilyen ultra sűrű telepítés alkalmazása esetén nagyjából 30 m² területen lehet előnevelni egy hektár ültetvény telepítésére alkalmas palánta mennyiséget.

A biomassa produkció vizsgálata során elsődleges célunk extenzív körülmények között vizsgálni a térállás csökkentésének hatását. Öt éves kísérleti adatok alapján megállapítottam, hogy a Sida mérsékelt övi klímán extenzív körülmények között, a térállás csökkentésével képes kompenzálni az alacsonyabb növényszám okozta biomassa kiesést. A 10 000 tő/ ha térállásban a biomassa produkció kiegyenlítettebb volt, amit a talajtani adatok támasztanak alá (melléklet 1. táblázat).

6. 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 levelei (balansae típusú) egyszerű 3 rövid karéjra tagolódnak, a Kvb-1/2/4 félig terülő, a levél alakja egyszerű három karéjra tagolódik, a váll 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 biomassza 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 kontoll 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 tér 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 paraméterei 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.

7. 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 hatékonynak, és programozhatónak bizonyult.

8. ÖSSZEFOGLALÁS (magyar nyelven)

Napjainkban a fejlődés és a globalizáció üteme egészen új kihívások elé állítja a modern növénynemesítőket. Ugyan a bioinformatika adta lehetőségek kiaknázása még koránt sem ért a végére, azonban a problémák technológiai megközelítése önállóan nem nyújt hosszútávú megoldást. A 21. századi komplex mezőgazdaságot és a környezetet érintő problémák (környezetszennyezés, globális felmelegedés, népességnövekedés, urbanizáció, édesvíz hiánya stb.) komplexitása komplex, rendszerszerű megoldást igényel. Ilyen megoldások ismérve, hogy felhasználják a múlt tapasztalatait és bevált gyakorlatait és ötvözik azt a kor modern technológiájával. Ilyen ideológia mentén kell megszabni a jövő növénynemesítési irányvonalait, és a helyi adottságokhoz adoptálni, ha fenntartható és egészséges jövőt szeretnénk biztosítani a következő generációk számára. Ezt figyelembe véve a termőföld értéke és az városi zöld felületek kiemelt jelentőségűek. Ezek optimális hasznosítása elengedhetetlen az egészséges környezet és élelmiszertermelés biztosítása szempontjából. Mindezen feltételek megteremtése érdekében alternatív növényfajok bevonása a mezőgazdasági és kertészeti gyakorlatba szükséges. E fajok meghatározása nem pontos és megoszlanak a vélemények mely növénycsoportok gyűjtőneve. A külföldi szakirodalom ezeket a növényeket 'neglected'-elfeledett, 'under utilized '-kevésbé alkalmazott növényeket érti ez alatt, melyek gazdasági jelentősége kicsi. Azonban nem csak szántóföldi vagy takarmány növények tartozhatnak ebbe a csoportba, hanem dísz- fűszer- és gyógynövények is. Vannak és voltak olyan növénynemesítők, akik ennél tovább mentek e fajok termesztéstechnológiai fejlesztésénél, és egy többcélú felhasználási rendszer kutatásába a biotechnológia modern eszközeit vetik be. Ilyen modern szemléletű kutató és dísznövény nemesítő volt Dr. Kováts Zoltán címzetes egyetemi tanár, az MTA doktora. Munkássága során kihasználta hazánkban lévő kivételes környezete adta adottságait és egyedülálló egyényári és évelő dísznövényfajták nemesítésével öregbítette hazánk hírnevét. Több növény család közül különös figyelemmel fordult az évelő mályvafélék felé. A nemesítési irányvonalak meghatározása során figyelembe vette a városi zöldfelület gazdálkodás jövőbeni igényeit, és a modern biotechnológia eszközeivel új, ún. 'biogenerációs ' növényekként szeretne volna a mályvákat bevezetni a mezőgazdasági gyakorlatba. E növények jellemzője, hogy a nemesítés alacsony fokán állnak, azonban biotechnológiai eszközökkel a domesztikáció gyorsan véghezvihető, ellenállóak mind biotikus mind abiotikus nyomással szemben, valamint többcélú felhasználásuk lehetséges. Ilyen fajok lehetnek a közparkokból eddig

még hiányzó ellenálló évelő félcserjék, cserjepótlók, melyek többcélú hasznosítását a magok kedvező beltartalmi paraméterei, száraz biomasszájuknak jó égési tulajdonságai, talajrekultivációs képessége vagy éppen mézelőként történő felhasználásuk indokol.

Kutatásaim célja az volt, hogy tanulmányozzam a Kováts Zoltán által a Debreceni Egyetem MÉK-re hagyott *K. vitifolia* és *K. balansae* fajhibrid hasadó populációját kertészeti és egyéb hasznosíthatóság szempontjából, valamint hogy a félcserje mályvafélék egyes alternatív hasznosítási irányait tovább kutassam. Ebből a szempontból modellnövényként a *S. hermaphroditát* választottam, melynek magas biomassza hozama, ellenálló képessége és többcélú hasznosítási iránya kiemelkedő.

A vizsgálatok során a Debreceni Egyetem Jövő Biomassza Növényei Bemutató Kertben megtalálható fajhibrid állomány morfológiai és fiziológiai felvételezését végeztem 2013-2017 között. Ez alatt kertészeti szempontokat (virágszín, habitus, terméshullás, levélforma) figyelembe véve kiemelésre került 10 egyed, melyek különleges tulajdonsággal bírtak. Az egyedek között 6 egyed a vegetáció kezdeti szakaszában sárga leveleket fejleszt, mely szintén értékes tulajdonság kertészeti szempontból. Ezen egyedek fotoszintetikus paraméterei is felvételezésre kerültek, mely során bebizonyosodott a fotoszintetikus pigmentek alacsony koncentrációja, és a fotoszintézis hatékonyságának összefüggése. E megfigyelés alátámasztja a növekedési erélyben tapasztalt elmaradást is, és minden bizonnyal e változat kertészeti használata esetében figyelmet érdemel.

A fajok genetikai diverzitásának vizsgálata a Kováts Zoltán által kijelölt fajok áramlási citometriai és molekuláris markerezésére került sor, mely során RAPD és SSR molekuláris markeret használtunk. A hozzávetőleges genom méret meghatározása során a *S. hermaphrodita* bizonyult a legnagyobb méretűnek. A fajhibridek vizsgálata nem hozott különbséget, a *K. vitifolia* és a KvB között. A hármas nemzettéghibrid (*Alcea* x *Althaea*) áramlási citometriai vizsgálata azonban alátámasztotta a hibrid nagyobb genom méretéből adódó allopoliploid mivoltát. A genetikai diverzitás vizsgálata során különbséget találtunk a hasadó populáció között. A hármas nemzetséghibrid (*Alcea* x *Althaea*) szülői vonalait is vizsgálat alá vontuk, ahol bebizonyosodott a rokonsági kapcsolat. A további nemesítési céloknak megfelelő tulajdonságok további genetikai vizsgálata a jövőben elengedhetetlen a faj sikeres nemesítése szempontjából.

A magok beltartalmi paramétereit tekintve megállapítható, hogy kedvező beltartalmú és összetételű, nyersfehérje tekintetében az *A. cannabina* magjai a leggazdagabbak

(19,37%), a legmagasabb olajtartalmúnak a *K. vitifolia* x *balansae* magjai bizonyultak (16,5%). Az összetételek tekintetében nagy a hasonlóság, a legnagyobb arányban lionolsav található bennük, minden esetben több, mint 60%-ban.

A csírázási vizsgálatok során kiderült, hogy az *A. cannabina* magjai igen kis százalékban csíráznak (0-1%), ami a magas fertőzöttségnek tudható be (27,3-30%). A magok ülepítése pozitív eredmény hozott, azonban a szaporító anyag kis mennyisége miatt magkezelési kísérletek elvégzésre nem volt lehetőség. A *K. vitifolia* esetében a csírázási arány kedvező volt, 40%. A forróvizes kezelés azonban nem hozott pozitív hatást a csírázásra. A száraz hideg kezelés hatására a magok csírázása nőtt 43,5%-ra, azonban a fertőzöttséget a forróvizes kezelés csökkentette jelentősen 0%-ra.

A generatív szaporítás sok esetben a fajhibridek esetében nem lehetséges a felmerült termékenyülési zavarok miatt, ezért sok esetben szükség van a vonalak vegetatív szaporításának kidolgozására. Ennek *in vitro* módját azért választottam, hogy a modern biotechnológia alkalmazása lehetővé váljon egy kidolgozott sejt-növény rendszer kifejlesztésével. Mivel ezzel kapcsolatban már évtizedes múlt állt a tanszék háta mögött, köszönhető Prof. Fári Miklós és Kováts Zoltán és munkatársai áldozatos munkájának, már előkísérleti adatok rendelkezésünkre álltak a megfelelő protokoll kidolgozására. Ezek alapján a NAA, mint auxin, és a KIN, mint citokinin hozzáadása eredményezett embrionális kalluszokat. Ezek ideális koncentrációja 0,5 NAA és 0,3 mg l⁻¹ KIN kiegészítést jelent. Az ilyen táptalajon regenerálódott embriókból növény nevelés a csökkentett cukor (1,5%) és NAA 0,1 mg l⁻¹) volt a leghatékonyabb, amikor is 8-10 növényt sikerült regenerálni Petri-csészénként átlagban. Ennek a hatékonyságán még javítani kell. A gyökeresedést a glükóz, mint cukorforrás elősegítette, azonban teljes növények kisebb számban fejlődtek.

A 2010-ben poliploidizáláson átesett Sida vonalak vizsgálata nem támasztotta alá a Sida poliploid mivoltát. A genom hozzávetőleges mérete sem a sztóma sűrűsége és mérete nem támasztotta alá a kísérlet sikerességét.

A magok vizsgálata során nem csak az derült ki, hogy a beltartalmi paraméterei, magas (17-20%) olajtartalma ígéretes nemesítési irányvonal, hanem hogy megfelelő magkezeléssel első osztályú vetőmag állítható elő belőle. Az ülepítéssel egybekötött forróvizes magkezelés a csírázási %-ot 80% fölé emelte laboratóriumi, és 50% fölé emelte üvegházi körülmények között. Az erre alapozott palántanevelés költséghatékony,

biztonságos és programozható. A magok belső fertőző gombabetegségektől (*Alternaria spp*, *Fusarium poliferatum*) mentesek, gyorsan és egyöntetűen kelnek fejlődnek. Az üzemi palántanevelési kísérletek alapján 45 nap alatt egészséges, fejlett palánta állítható elő. A palántanevelés extenzív, ultra sűrű ültetvényekbe is megoldható, ahol az un. dajkatalcás palántanevelés technológiával a költségek minimalizálására van lehetőség. A módszer gépesíthető, egyszerű és a palánták kitelepítése és szántóföldi körülmények közötti teleltetésének lehetősége a telepítést vagy az állomány utánpótlását egész évben lehetővé teszi. A palánták egyszerű ekével kiszánthatók, a gyökeres szakított palánták kézzel vagy palántázó géppel letelepíthetőek.

A biomassza termelés további fontos aspektusa az alkalmazott térállás. Mivel számunkra minden esetben a biomassza növényekkel szemben az elsődleges követelmény, hogy az extenzív, vagy marginális körülmények között is képes legyen biomassza produkcióra, ezért ilyen esetben előnyösebb lehet a hektáronkénti kevesebb növény alkalmazása az ültetvényekben. Ilyen esetekben ki lehet kerülni a gyors talajkimerülést és a betegségek felszaporodását. Kísérleteink igazolták a tágabb térállás talajkímélő hatását. A 10 000 növény/ ha térállás sokkal kiegyenlítettebb biomassza eredményt hozott, 2. éven: 11 209, 3. éven 11 265 t 4. éven: 8 945 5. éven :8 612 t termés hozamot kalkuláltunk hektáronként trágyázás, öntözés és növényvédelem nélkül. Azonban a termésátlagot egyéb tényezők, mint a gombabetegsége is befolyásolták, ezért a térállás tekintetében további vizsgálatokra van szükség a talajlakó kártevők felvételezése, és egyéb talajmikrobiális mikroorganizmus közösségek monitorozása révén.

9. ÖSSZEFOGLALÁS (angol nyelven)

Nowadays the pace of globalization and development brings new challenges to modern plant breeders. Although the opportunities afforded by bioinformatics have not been exploded completely, the approach of global problems in technology point of view not will provide a long-term solution. Thus, we need a comprehensive solution in order to solve the complex problem regarding environment and agriculture (environmental contamination, global climate change, increase of population, urbanization, lack of water etc.) In the 21th century the criteria of these solution methods are that use the past knowledge and practice combining the modern technology and tools. If we want to ensure the food and environment security for the next generations we should set the new plant breeding direction along this ideology. In land-use' point of view, the arable and urban landscape should be multipurpose (utility). Considering this trend, use underestimated and neglected species involve in the agro and ornamental plant production could be beneficial for the future. The definition of these species is not uniform between the scientists. These crops are categorized as 'minor crops' and have less importance globally in terms of production and market value. Some crop species may be widely distributed worldwide but tend to have preference in the local ecology and local production and consumption system. However, not only food and fodder crops include this group but medicinal-, spice- and ornamental species. There was some plant breeder who aimed to study the multipurpose utilization of these neglected plants with the modern biotechnology tools. Dr. Zoltán Kovács ornamental plant breeder, doctor of Hungarian Academy of Sciences, was that kind of scientist. During his scientific work, he took advantage of the exceptional circumstances of our country and enhanced the reputation of our country by breeding unique annual or perennial ornamental varieties. The Malvaceae family was one of the breded highlighted plants group. He considered a modern direction when he set up the way of ornamental mallow breeding. He intended to introduce ornamental mallow varieties to the market as a 'biogeneration' plants, taking into consideration the future demands of public landscape management and using modern biotechnology methods. These 'biogeneration' plants are not involved in intensive breeding program, These plants are characterized by a low level of breeding, but with biotechnological tools, domination can be carried out quickly, they can be resistant to both biotic and abiotic stress, and multipurpose use of the plants are also possible. The perennial semi-shrub ornamental mallow species should be suitable for fill the gap of

these multipurpose varieties due to the favorable nutritional parameters of seeds, the good combustive quality of dry biomass, the ability for soil recultivation and the opportunity for honey production..

The aim of this research was to study the multipurpose utilization and modern breeding direction of some semi-shrub underestimated mallow species and hybrids selected by Dr. Zoltán Kovács. We have highlighted and determined the possibility of our legacy, the hybrid *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* population utilization (mainly ornamental), propagation and to describe the genetic diversity of the segregated hybrid population. Based on the knowledge of the famous breeder. The main biomass model mallow species was *Sida hermaphrodita*, which has quite high dry biomass yield under marginal condition. In addition, this species tolerant against mallow rust, and has excellent phytoremediation ability and the *Sida* breeding programme had already initiated by/with the in vitro polyploidization of *Sida* seedlings with cholicine treatment in our department (Szarvas et al. 2008).

We had described some morphological parameters of the Kvb hybrid population, in the Plants of the Future Demonstration Garden, University of Debrecen, from 2013 to 2017 in the horticultural usage point of view. Based on these aspects we have determined four phenotypic characters, growth habit, color of petals, the shape of the leaves and the falling feature of overbloom flower cluster. Thus we have selected ten genotypes having favorable characteristic and ornamental value. We have found 6 genotypes of these selected progenies having yellow leaves during the early vegetative period hereby they have ornamental value. During the photosynthetic measurements and pigment concentration determination, we measured very low photosynthetic efficiency in the PSII in a result of very low pigment amount of leaves. The photosynthetic pigment concentration had increased gradually as a time went by, during the season. The horticulture practice has to consider this phenomenon using these genotypes in public garden.

We have determined the selected mallow species *Althaea officinalis*, *Alcea rosea*, *Althaea* x *Alcea* hybrid progeny, *Kitaibela vitifolia*, and *Kitaibela vitifolia* x *K. balansae* progeny and *Sida hermaphrodita* cytogenetic diversity based on their relative DNA content. We have not found significant differences between the Kvb genotypes and *K. vitifolia* parental lines nor between the polyploidized and the control *Sida* lines. The relative

genome size, C-value of *Althaea x Alcea* hybrid lines was higher than the parental species (*Althaea officinalis*, *Alcea biennis*), confirming the allopolyploidy in the hybrid progeny. The genetic diversification based on SSR and RAPD molecular marker was carried out on all studied mallow species and the selected Kvb genotypes as well. We found genetic diversity among Kvb genotypes, and we could confirm the genetic connection between the *Althaea x Alcea* hybrid and the parental lines.

We have determined the mallow seeds crude protein and oil content and the fatty acid compound. The *Althaea cannabina*'s seeds had the highest protein content 19,37 %, and the highest oil content in Kvb 's seeds was measured 16,5%. In connection with the fatty acid composition, the studied species showed similar ratio, the highest fatty acid was the linoleic acid more than 60% in all cases. The most favorable seeds compound in the sida seeds was detected, 19% oil and 17% crude protein.

During the germination assay of *Althaea cannabina* and *K. vitifolia* we found that the very low germination capacity (0-1%) had a connection with high infection rate (27,3-30%). The seeds preliminary selection based on their sedimentation capacity showed positive effect on germination in all cases. Because of the seeds low amount we have not been able to carry out other seed priming examination in case of *A. cannabina*. The germination ratio of the *K. vitifolia* was better, around 40%. The hot water treatment, which we used in case of *Sida*, had not have a positive influence. On the other hand, the dry cold treatment has increased the germination rate to 43,5%. The hot water treatment has slightly reduced the infection ratio to zero.

Due to the inhibited generative propagation, an efficient vegetative propagation technique needed. In order to create a cell plant system for modern biotechnology tools, the development of an in vitro propagation method was required. Since there was researches in the field more than a decade ago in our department, thanks to the work of Prof. Miklós Fári and Zoltán Kovács and his associates, preliminary data have been available to develop the appropriate protocol. The optimal hormonal concentrations were between 0,2-0,5 mg l⁻¹ NAA and 0,3 mg l⁻¹ to generate highly organogenic callus. We could regenerate 8-10 whole plants per Petri dishes originated from these organogenic/embryogenic callus with reduced sucrose (1,5%) and NAA (0,1 mg l⁻¹) concentration. The ratio of development of roots was higher in media with glucose as carbohydrate.

The polyploidization programme of Sida was examined, based on flow cytometric data, photosynthetic pigment concentration and density and size of stoma. Sida's genome size (7,3-6,7 pg) was big enough but neither of the examinations could verified polyploid status of the sidas.

Based our seed compound assay we have concluded, sida's seeds has quite good quality with 17-20% oil content. The adequate tow step seed priming could rised the low germination capacity (5-10%) over 80 % under laboratory circumstances and above 50% even under greenhouse conditions. We have carried out semi-industrial plantlet propagation experiment in 2014 and 2015. A new nurse in tray plantlet production was developed as a cost-effective method, which can make the plantation establishment flexible and independent. This method could be used easily in case of mechanized plantlet and also wintered in as well as applied in ultra-dense nursery. The plantlet can be treated by plough and the planting can be easy to execute by hand or planting machine.

The other important aspect of the biomass production is the plant density. As a modern second and third generation biomass plants they are suitable to produce under the marginal condition, the lower plant density could be more favorable. The less plant application in the same area could compensate the soil depletion, in addition, the soil-borne fungi have not able to spread as fast as in more dense plantation. Based on our biomass data, as a result of lower plant density, 10 000 plants per hectare produced more balanced biomass yield, 11,2; 11,2; 8,9 and 8,6 t ha⁻¹ without fertilization and irrigation. The average yield was influenced by many factors, as soil-borne diseases, and soil microorganic colonies which factors need to be studied in the future.

10. IRODALOMJEGYZÉK

- 659:2009, I. (2010). Magyar Szabványügyi Testület *Olajmagvak. Az olajtartalom meghatározása (referencia-módszer)* (Vol. MSZ EN ISO 659:2010).
- Aguilar, J. F. - Fryxell, P. A. - Jansen, R. K.: 2003. Phylogenetic Relationships and Classification of the Sida Generic Alliance (Malvaceae) Based on nrDNA ITS Evidence. *Systematic Botany*, 28. 2: 352–364. doi: 10.1043/0363-6445-28.2.352
- Ahloowalia, B. S. - Maluszynski, M.: 2001. Induced mutations – A new paradigm in plant breeding. *Euphytica*, 118. 2: 167-173. doi: 10.1023/a:1004162323428
- Al-Khayri, J. M. - Jain, S. M. - Johnson, D. V.: 2015. Advances in plant breeding strategies: Breeding, biotechnology and molecular tools: Springer. ISBN 3319225219
- Alix, K. - Gerard, P. R. - Schwarzscher, T. - Heslop-Harrison, J. S. P.: 2017. Polyploidy and interspecific hybridization: partners for adaptation, speciation and evolution in plants. *Annals of botany*, 120. 2: 183-194. doi: 10.1093/aob/mcx079
- Antal, G. - Kurucz, E. - Fári, M. G. - Popp, J.: 2014. Tissue culture and agamic propagation of winter-frost tolerant 'longicaulis' *Arundo donax* L. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13. 11: 2709-2715.
- Ayadi, R. - Hamrouni, L. - Hanana, M. - Bouzid, S. - Trifi, M. - Khouja, M. L.: 2011. In vitro propagation and regeneration of an industrial plant kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Industrial Crops and Products*, 33. 2: 474-480. doi: 10.1016/j.indcrop.2010.10.025
- Bajaj, Y. - Gill, M. S.: 1985. In vitro induction of genetic variability in cotton (*Gossypium* spp.). *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 70. 4: 363-368.
- Baker, R. L. - Yarkhunova, Y. - Vidal, K. - Ewers, B. E. - Weinig, C.: 2017. Polyploidy and the relationship between leaf structure and function: implications for correlated evolution of anatomy, morphology, and physiology in Brassica. *BMC plant biology*, 17. 1: 3.
- Barrett, S. C.: 2002. The evolution of plant sexual diversity. *Nature reviews. Genetics*, 3. 4: 274-284. doi: 10.1038/nrg776
- Barthodeszky, A. - Czimmer, G. - Elekes, P. - Gáspár, S. - Paál, H. - Papp, E. - Pozsár, B. - Szabó, L. G.: 1980. A magbiológia alapjai (L. G. Szabó Ed.). Budapest: Akadémia Kiadó. ISBN 963 05 1924 0
- Baskin, J. M. - Baskin, C. C.: 2003. Classification, biogeography, and phylogenetic relationships of seed dormancy. *Smith, RD; Dickie, JB; Linington, SH*. 518-544.
- Baskin, J. M. - Baskin, C. C.: 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14. 01: 1-16. doi: 10.1079/ssr2003150
- Baskin, J. M. - Baskin, C. C. - Li, X.: 2000. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology*, 15. 2: 139-152.
- Bates, D. M. - Blanchard, O. J.: 1970. Chromosome numbers in the Malvales. II. New or otherwise noteworthy counts relevant to classification in the Malvaceae, tribe Malveae. *American Journal of Botany*. 927-934.
- Beasley, J.: 1941. Meiotic chromosome behavior in species, species hybrids, haploids, and induced polyploids of gossypium'. *Genetics*, 27. 25-57.
- Beddington, J.: 2010. Food security: contributions from science to a new and greener revolution. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 365. 1537: 61-71. doi: 10.1098/rstb.2009.0201
- Bickerton, H. J.: 2011. Recovery Strategy for the Virginia Mallow (*Sida hermaphrodita*) in Canada. *Ontario Recovery Strategy Series*, 6. 16.

- Binarová, P. - Doležel, J.: 1988. Alfalfa embryogenic cell suspension culture: growth and ploidy level stability. *Journal of plant physiology*, 133. 5: 561-566.
- Bisztray, G. - Kováts, Z. - Dudits, D.: 1982. Szövettenyésztési és sejtfúziós kísérletek Malvaceae fajokkal. A növényi szövettenyésztés és a gyakorlat, szimpozion. *Agrártudományi Közlemények*, 41. 1: 214.
- Boissier, E.: 1867. *Flora Orientalis*. 1. 817.
- Borkowska, H. - Molas, R.: 2008. Weeding and Virginia mallow plant density depending on herbicides. *Annales UMCS, Agricultura*, 63. 1. doi: 10.2478/v10081-008-0002-9
- Borkowska, H. - Molas, R.: 2012. Two extremely different crops, Salix and Sida, as sources of renewable bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 36. 234-240. doi: 10.1016/j.biombioe.2011.10.025
- Borkowska, H. - Molas, R. - Kupczyk, A.: 2009. Virginia Fanpetals (*Sida hermaphrodita* Rusby) Cultivated on Light Soil; Height of Yield and Biomass Productivity. *Polish J. of Environ. Stud. Vol. , No. ()*, 18. 4: 563-568.
- Borkowska, H. - Styk, B.: 2006a. *Sida hermaphrodita*. Cultivation and use- lazowiec pensylwaski. Uprawa i wykorzystanie. Lublin: Wydawnictwo AR
- Borkowska, H. - Styk, B.: 2006b. Ślaziowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby): uprawa i wykorzystanie (Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita*, cultivation and use): Akademii Rolniczej- Agriculture University of Lublin. ISBN 8372591423
- Borkowska, H. - Wróblewska, A. - Kolasa, Z.: 1986. *Sida* (*Sida hermaphrodita* Rusby)- nowa roślina uprawna (Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita* Rusby)-new cultivated crop). *Fragm. Agron*, 1. 9.
- Buggs, R. J. - Soltis, P. S. - Soltis, D. E.: 2009. Does hybridization between divergent progenitors drive whole-genome duplication? *Molecular ecology*, 18. 16: 3334-3339. doi: 10.1111/j.1365-294X.2009.04285.x
- Cai, X. - Zhang, X. - Wang, D.: 2010. Land availability for biofuel production. *Environmental science & technology*, 45. 1: 334-339.
- Catalán, P. - Müller, J. - Hasterok, R. - Jenkins, G. - Mur, L. A. - Langdon, T. - Betekhtin, A. - Siwinska, D. - Pimentel, M. - López-Alvarez, D.: 2012. Evolution and taxonomic split of the model grass *Brachypodium distachyon*. *Annals of botany*, 109. 2: 385-405.
- Chester, M. - Leitch, A. R. - Soltis, P. S. - Soltis, D. E.: 2010. Review of the Application of Modern Cytogenetic Methods (FISH/GISH) to the Study of Reticulation (Polyploidy/Hybridisation). *Genes*, 1. 2: 166-192. doi: 10.3390/genes1020166
- Chiu, K. Y. - Chen, C. L. - Sung, J. M.: 2002. Effect of Priming Temperature on Storability of Primed sh-2 Sweet Corn Seed. *Crop Science*, 42. 6: 1996-2003. doi: 10.2135/cropsci2002.1996
- Christensen, B. - Sriskandarajah, S. - Serek, M. - Müller, R.: 2008. In vitro culture of *Hibiscus rosa-sinensis* L.: Influence of iron, calcium and BAP on establishment and multiplication. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 93. 2: 151-161. doi: 10.1007/s11240-008-9354-4
- Chudzik, B. - Szczuka, E. - Domaciuk, M. - Danail, P.: 2010. The structure of the ovule of *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby after pollination. *Acta Agrobotanica*, 63. 2: 3-11.
- Clay, J.: 2011. Freeze the footprint of food. *Nature*, 475. 7356: 287-289. doi: 10.1038/475287a
- Contreras, R. N. - Ruter, J. M. - Hanna, W. W.: 2009. An oryzalin-induced autoallootetraploid of *Hibiscus acetosella* 'Panama Red'. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134. 5: 553-559.

- Czimer, G.: 1970. Az áttelelő fehérvirágú somkoró keményhájú magvainak termesztési értékelése. *Növénytermelés*, 19. 2: 145-154.
- Dar, C. T. - Abdullah, J. O. - Namasivayam, P. - Roowi, S. H.: 2012. Sterilization of *Hibiscus rosa-sinensis* L. Vegetative Explants Sourced from Plants Grown in Open Environment and Influences of Organic Ingredients on In Vitro Direct Regeneration. *American Journal of Plant Sciences*, 03. 06: 791-798. doi: 10.4236/ajps.2012.36095
- Davis, K. M. - Kujawski, J. L.: 2001. Propagation protocol for production of container *Sida hermaphrodita* plants (Container plugs). Natural Resources Conservation Service-Norman A. Berg National Plant Materials Center, Beltsville, Maryland. In: Native Plant Network. URL: <http://www.nativeplantnetwork.org> (accessed 14 May 2015). Moscow (ID): University of Idaho, College of Natural Resources, Forest Research Nursery.
- De Belder, J.: 1993. Mysterious Kitaibelias. *Karaca Arbor. Mag*, 2. 1: 29-32.
- de la Cruz Torres, E. - Palomino Hasbach, G. - García Andrade, J. M. - Mapes Sánchez, C. - González Jiménez, J. - Falcón Bárcenas, T. - Vázquez Arriaga, O.: 2013. The Genus *Chenopodium*: A Potential Food Source. In S. M. Jain & S. Dutta Gupta (Eds.), *Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops* (pp. 3-31). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Dhooghe, E. - Grunewald, W. - Leus, L. - Van Labeke, M.-C.: 2008. In vitro polyploidisation of *Helleborus* species. *Euphytica*, 165. 1: 89-95. doi: 10.1007/s10681-008-9763-9
- Doležel, 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
- Doležel, J. - Kubalakova, M. - Vrana, J. - Bartos, J.: 2004. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. Institute of Experimental Botany, Olomouc, Czech Republic: Marcel Dekker, Inc.
- Doležel, J. - Sgorbati, S. - Lucretti, S.: 1992. Comparison of three DNA fluorochromes for flow cytometric estimation of nuclear DNA content in plants. *Physiologia plantarum*, 85. 4: 625-631.
- Dolinski, R.: 2009. Influence of treatment with hot water, chemical scarification and storage time on germination of Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) seeds *Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*, 251. 293-303.
- Domínguez-Muñoz, F. - Anderson, B. - Cejudo-López, J. M. - Carrillo-Andrés, A.: 2010. Uncertainty in the thermal conductivity of insulation materials. *Energy and Buildings*, 42. 11: 2159-2168.
- 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.
- Domokos, J.: 1964. A szárazgazdálkodás szerepe a dísznövénytermesztésben. *A Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményei* 28. 1: 189-196.
- Doyle, J. J. - Egan, A. N.: 2010. Dating the origins of polyploidy events. *The New phytologist*, 186. 1: 73-85. doi: 10.1111/j.1469-8137.2009.03118.x
- Egley, G. H. - Paul, R. N., Jr: 1981. Morphological Observations on the Early Imbibition of Water by *Sida spinosa* (Malvaceae) Seed. *American Journal of Botany*, 68. 8 1056-1065.
- Egley, G. H. - Paul, R. N., Jr. - Vaughn, K. C. - Duke, S. O.: 1983. Role of peroxidase in the development of water impermeable seed coat in *sida spinosa*. *Planta Med*, 157. 224-232.

- FAO. (1996). The state of the world's plant genetic resources: preparatory materials for the 4th international technical conference on plant genetic resources. *4th international technical conference on plant genetic resources*.
- 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.
- Fári, M. G. - Kováts, Z. - Tóth, E. - Márton, L. - Paluska, F.: 2008-2010. EA NORVEGALAP AGROCELL, Cellulóz-Farming Tudásbázis Létrehozása, Különös Tekintettel A Hazai Mályvanemesítés Hagyományaira És Növény-Biotechnológiai Potenciálra.
- Finch-Savage, W. E. - Leubner-Metzger, G.: 2006. Seed dormancy and the control of germination. *The New phytologist*, 171. 3: 501-523. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x
- Frabzaring, J. - Schmid, I. - Bauerle, I. - Gensheimer, L. - Fangmeier, A.: 2003. Investigation on plant functional traits, epidermal structures and ecophysiology of the novel bioenergy species *Sida hermaphrodita* Rusby and *Silphium perfoliatum* L. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87. 36-45.
- Franzaring, J. - I. Schmid - L. Bäuerle - G. Gensheimer - Fangmeier, A.: 2014. Investigations on plant functional traits, epidermal structures and the ecophysiology of the novel bioenergy species *Sida hermaphrodita* Rusby and *Silphium perfoliatum* L. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87., 36 - 45. doi: 10.5073/jabfq.2014.087.006
- Fridvalszky, L. - Gracza, P. - Kováts, Z. - Bisztray, G. - Mustafa, R. M. 1979a. A belső membránrendszer differenciálódása a *Kitaibela vitifolia* Willd. mutánsok plazmáiban. Paper presented at the European Congress on Electron Microscopy (EUREM 80). Hague, Netherland.
- Fridvalszky, L. - Gracza, P. - Z. Kováts - Gy. Bisztray, -. - Mustafa, R. M. 1979b. Differentiation of the internal membranes system in the plastids of *Kitaibela vitifolia* Willd. Paper presented at the XI. Hungarian Congress on Electron Microscopy and Microanalysis, Szeged.
- Fryxell, P. A.: 1997. The American genera of Malvaceae—II. *Brittonia*, 49. 2: 204-269.
- Gaydou, E. M. - Ramanoelina, A. R. P.: 1984. Cyclopropenoic Fatty Acids of Malvaceae Seed Oils by Gas-Liquid Chromatography. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 86. 2: 82-84. doi: 10.1002/lipi.19840860208
- Gracza, P. - Kováts, Z. - Bisztray, G. - R. M. Mustafa . - Fridvalszky, L.: 1982. A táptalajok összetételének hatása a szövettenyészetek mikromorfológiájára. A növényi szövettenyésztés és a gyakorlat, szimpozium. *Budapest, Agrártudományi Közlemények*, 41. 1: 224-225.
- Grant, V.: 1981. Plant speciation (Vol. 2). New York: Columbia University Press
- Grover, C. E. - Kim, H. - Wing, R. A. - Paterson, A. H. - Wendel, J. F.: 2007. Microcolinearity and genome evolution in the AdhA region of diploid and polyploid cotton (*Gossypium*). *The Plant journal : for cell and molecular biology*, 50. 6: 995-1006. doi: 10.1111/j.1365-313X.2007.03102.x
- Guvenc, A. - Duman, H.: 2005. Morphology and anatomy of *Kitaibelia balansae* (Malvaceae), with notes on chorology in Turkey. *Biologia*, 60. 4: 393-401.

- Haug, R. T.: 1993. The practical handbook of compost engineering: CRC Press. ISBN 0873713737
- Hegarty, M. J. - Hiscock, S. J.: 2008. Genomic clues to the evolutionary success of polyploid plants. *Current Biology*, 18. 10: R435-R444.
- Himanen, K. - Nygren, M. - Dumroese, R. K.: 2012. Boiling water scarification plus stratification improves germination of *Iliamna rivularis* (Malvaceae) seeds. *Native Plants Journal*, 13. 3: 244-256. doi: 10.3368/npj.13.3.244
- HINSLEY, S.: 2007. *Alcea* x *Althaea*, the hybrids from Hungary. *The Plantman*, 6. 228-231.
- 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.
- Huang, Y. - Zhang, W. - Zheng, X. - Li, J. - Yu, Y.: 2004. Modeling methane emission from rice paddies with various agricultural practices. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109. D8.
- Huften, A. L. - Panopoulou, G.: 2009. Polyploidy and genome restructuring: a variety of outcomes. *Current opinion in genetics & development*, 19. 6: 600-606.
- Jaenicke, H. - Höschle-Zeledon, I.: 2006. Strategic Framework for Underutilized Plant Species Research and Development: With Special Reference to Asia and the Pacific, and to Sub-Saharan Africa: Bioversity International. ISBN 9551560027
- Kaprinýák, T. - Koroknai, J. - Kovács, Z. - Zsiláné, A. A. - Fári, M. G. - Lévai, P.: 2012. Biotechnology assisted breeding of *Salvia nemorosa* L.). . Paper presented at the Advances in Plant breeding and Plant Biotechnology in Central Europe, Pannonian Plant Biotechnology Workshops,, Debrecen.
- Kasprzyk, A. - Leszczuk, A. - Szczuka, E.: 2014. Virginia Mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby)-properties and application. *Modern Phytomorphology*. 6.
- Kearney, T. H.: 1951. The American genera of Malvaceae. *The American Midland Naturalist*, 46. 1: 93-131.
- Khosh-Khui, M. - Sink, K.: 1982. Callus induction and culture of *Rosa*. *Scientia Horticulturae*, 17. 4: 361-370.
- Kisvarga, S. - Szabó, M. - Mándy, A. T. - Fári, M. G.: 2017. Az egynyári dísznövény nemesítés új lehetőségei és zöldfelületi alkalmazásainak új irányai. Paper presented at the 59. Georgikon Napok, Keszthely.
- Kovacs, Z. - Ladanyi, E.: 1985. The in vitro propagation of the tetraploid forms of *Rudbeckia hirta*. *Acta Horti*, 167. 307-308.
- Kovács, Z.: 1980a. Az egynyári dísznövény nemesítés módszerei és eredményei. *Agrártudományi Közlemények* 39. 235-238.
- Kovács, Z.: 1980b. Az egynyári virágok nemesítésének eredményei és útjai. Corvinus Egyetem, Budapest.
- Kovács, Z.: 1986. A Generatív úton szaporított szabadföldi dísznövények nemesítésének helyzete és további feladatok. Paper presented at the LOV - Lippay János Tudományos Ülésszak Budapest.
- Kovács, Z. (2009a). *Althaea officinalis* L. Orvosi ziliz - Fehér mályva;. *Althaea officinalis* L. Orvosi ziliz - Fehér mályva;.
- Kovács, Z.: 2009b. Breeding Of Outdoor Ornamental Plants Adapting Well To Climatic Changes. *Agricultural Research Hungarian*, 18. 3-4: 4-7.

- Kováts, Z. - Gracza, P. - Fári, M. G. - Bisztray, G. - Mustafa, R. M. 1978a. 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.: (1978b). Szövetfejlődéstani megfigyelések a sugárkezelt magvakból származó csíranövényeken. Paper presented at the XIII. Biológiai Vándorgyűlés.
- Krzaczek, P. - Szyszlak, J. - Zarajczyk, J.: 2006. Assessment of the influence of selected operating parameters of S071/B KRUK seeder on seeding *Sida hermaphrodita* Rusby seeds. *Int. Agrophysics*, 20. 297-300.
- Kujawski, J. - Woolston, D. - Englert, J.: 1997. Propagation of Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) from seeds, rhizomes. *Restoration and Management Notes*, 15. 2: 193-194.
- Kuligowska, K. - Lutken, H. - Christensen, B. - Muller, R.: 2016. Interspecific hybridization among cultivars of hardy *Hibiscus* species section *Muenchhusia*. *Breeding science*, 66. 2: 300-308. doi: 10.1270/jsbbs.66.300
- Kurcubić, V. S. - Vujić, J. M. - Ilić, M. D. - Vranić, D. - Vesković-Moračanin, S. M. - Mašković, P. Z.: 2015. Effect of plant extracts *Kitaibelia vitifolia* on antioxidant activity, chemical characteristics, microbiological status and sensory properties of Pirotski kachkaval cheese. *Hemijska industrija*, 69. 1: 85-93.
- Kurucz, E. - Antal, G. - Gábor, F. M. - Popp, J.: 2014. Cost-effective mass propagation of virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita* (L.) rusby) from seeds. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13. 11: 2845-2852.
- Kurucz, E. - Fári, M. G.: 2013. Improvement of germination capacity of *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby by seed priming techniques. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 4. 2: 137-142. doi: 10.1556/irase.4.2013.2.7
- Kurucz, E. - Koroknai, J. - Domokos-Szabolcsy, É. - Szarvas, P. - Lévai, P. - Fári, M. G.: (2013). A penszilvániai energiamályva (*Sida hermaphrodita* L. Rusby) szárszín-változatok gyökérdugványozása. Paper presented at the XIX. Növény-nemesítési Tudományos Nap, Keszthely.
- Kurucz, E. - P. Szarvas - G. Kovács - Kováts, Z. - Fári, M. G. 2012. Biotechnology assisted breeding of *Sida* (*Sida hermaphrodita* L.). Paper presented at the Advances in plant breeding and plant biotechnology in Central Europe, Pannonian Plant Biotechnology Association Meeting,, Debrecen.
- Kurucz E. - Szarvas P. - Fári, M. G.: 2012 Alternatives of the multiple use of Virginia mallow *Acta Agraria Debreceniensis*, 46. 51-57.
- LAERE, V. - HUYLENBROECK, V. J. - BOCKSTAELE, V. E. - MERCURI, A. - SCHIVA, T. 2006. Breeding strategies to increase genetic variability within *Hibiscus syriacus*. Paper presented at the XXII International Eucarpia Symposium, Section Ornamentals, Breeding for Beauty.
- Leitch, I. - Bennett, M.: 2004. Genome downsizing in polyploid plants. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82. 4: 651-663.
- Liao, T. - Cheng, S. - Zhu, X. - Min, Y. - Kang, X.: 2016. Effects of triploid status on growth, photosynthesis, and leaf area in *Populus*. *Trees*, 30. 4: 1137-1147.
- Liston, A. - Shmida, A.: 1987a. Contribution to the flora of Mount Hermon 1. Species with interesting disjunct distribution - *Kitaibelia balansae* and *Lathyrus roseus*. *Bot. Jahrb. Syst.*, 109. 59-69.
- LISTON, A. - SHMIDA, A.: 1987b. Species with interesting disjunct distribution - *Kitaibelia balansae* and *Lathyrus roseus*. *Bot. Jahrb. Syst.*, 109. 59-69.

- Liu, G. - Li, Z. - Bao, M.: 2007. Colchicine-induced chromosome doubling in *Platanus acerifolia* and its effect on plant morphology. *Euphytica*, 157. 1-2: 145-154. doi: 10.1007/s10681-007-9406-6
- Mašković, P. - Solujić, S. - Mihailović, V. - Mladenović, M. - Cvijović, M. - Mladenović, J. - Aćamović-Đoković, G. - Kurćubić, V.: 2011. Phenolic compounds and biological activity of *Kitaibelia vitifolia*. *Journal of medicinal food*, 14. 12: 1617-1623.
- Maxwell, K. - Johnson, G. N.: 2000. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. *Journal of experimental botany*, 51. 345: 659-668.
- Mba, C.: 2013. Induced Mutations Unleash the Potentials of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. *Agronomy*, 3. 1: 200-231. doi: 10.3390/agronomy3010200
- Mba, C. - Afza, R. - Bado, S. - Jain, S. M.: 2010. Induced mutagenesis in plants using physical and chemical agents. *Plant cell culture: essential methods*, 20. 111-130.
- Mehetre, S. S. - Thombre, M. V. - Tyyab, M. A.: 1980. Cytomorphological studies in an intergeneric hybrid between *Gossypium hirsutum* L. (2n=52) and *Hibiscus panduraeformis* Burm. *Euphytica*, 29. 2: 323-330. doi: 10.1007/bf00025130
- Mishra, B. K. - Pathak, S. - Sharma, A. - Trivedi, P. K. - Shukla, S.: 2010. Modulated gene expression in newly synthesized auto-tetraploid of *Papaver somniferum* L. *South African Journal of Botany*, 76. 3: 447-452. doi: 10.1016/j.sajb.2010.02.090
- Moser, B. R. - Dien, B. S. - Seliskar, D. M. - Gallagher, J. L.: 2013. Seashore mallow (*Kosteletzkya pentacarpos*) as a salt-tolerant feedstock for production of biodiesel and ethanol. *Renewable Energy*, 50. 833-839. doi: 10.1016/j.renene.2012.08.016
- Munir, M. - Hussain, A. - Ul-Haq, I. - Qureshi, R. - Munazir, M. - Rshad, M. - Khan, M.: 2012. Callogenesis potential of cotyledonary explants of *Althaea rosea*. from Pakistan. *Pak J Bot*, 44. 271-275.
- Murashige, T. - Skoog, F.: 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15. 3: 473-497.
- Mustafa, R. M. - Kováts, Z. - P. Gracza - L. Fridvalszky - Paál, H.: 1982. A kallusz és gyökér fejlődése, szövets alakulása néhány egynyári virág portokkultúrájában. A növényi szövettenyésztés és a gyakorlat, szimpozion. *Agrártudományi Közlemények*, 41. 1: 251.
- Muthayya, S. - Rah, J. H. - Sugimoto, J. D. - Roos, F. F. - Kraemer, K. - Black, R. E.: 2013. The global hidden hunger indices and maps: an advocacy tool for action. *PloS one*, 8. 6: e67860. doi: 10.1371/journal.pone.0067860
- Oleszek, M. - Matyka, M. - Lalak, J. - Tys, J. - Paprota, E.: 2013. Characterization of *Sida hermaphrodita* as a feedstock for anaerobic digestion process. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11. 3&4: 1839-1841.
- Otto, S. P.: 2007. The evolutionary consequences of polyploidy. *Cell*, 131. 3: 452-462. doi: 10.1016/j.cell.2007.10.022
- Ouma, J. P. - Young, M. M. - Reichert, N. A.: 2004. Optimization of in vitro regeneration of multiple shoots from hypocotyl sections of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *African Journal of Biotechnology* 3. 3: 169-173.
- Öztürk, F. - Babaoğlu, S. - Uzunhisarcıklı, M. E. - Açıık, L. - Vural, M. - Gürcan, I.: 2009. Genetic differentiation of Turkish *Althaea* L. and *Alcea* L. species.
- P. Szarvas - Zsila-André, A. - Fári, M. G. - Kováts, Z.: 2006. Biotechnology of annual flower plants: micropropagation of *Rudbeckia* sp. *Acta Horticulturae* 725: 527-533.
- Packa, D. - Kwiatkowski, J. - Graban, Ł. - Lajszner, W.: 2014. Germination and dormancy of *Sida hermaphrodita* seeds. *Seed Science and Technology*, 42. 1: 1-15. doi: 10.15258/sst.2014.42.1.01

- Padulosi, S. - Thompson, J. - Rudebjer, P.: 2013. Fighting poverty, hunger and malnutrition with neglected and underutilized species (NUS): needs, challenges and the way forward. Paper presented at the Bioversity International, Rome.
- Parisod, C. - Holderegger, R. - Brochmann, C.: 2010. Evolutionary consequences of autopolyploidy. *The New phytologist*, 186. 1: 5-17. doi: 10.1111/j.1469-8137.2009.03142.x
- Passardi, F. - Penel, C. - Dunand, C.: 2004. Performing the paradoxical: how plant peroxidases modify the cell wall. *Trends Plant Sci*, 9. 11: 534-540. doi: 10.1016/j.tplants.2004.09.002
- Pathi, K. M. - Tuteja, N.: 2013. High-frequency regeneration via multiple shoot induction of an elite recalcitrant cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv Narashima) by using embryo apex. *Plant signaling & behavior*, 8. 1: e22763. doi: 10.4161/psb.22763
- Pavel, A. B. - Vasile, C. I.: 2012. PyElph - a software tool for gel images analysis and phylogenetics. *BMC Bioinformatics*, 13. 1: 9. doi: 10.1186/1471-2105-13-9
- Poljakoff-Mayber, A. - Somers, G. F. - Werker, E. - Gallagher, J. L.: 1992. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae): Their Structure, Germination, and Salt Tolerance. I. Seed Structure and Germination. *American Journal of Botany*, 79. 3: 249-256.
- 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.
- Priszter, S.: 2001. Kitaibel magyarországi kutatóútjai (1792-1817), útinaplói és levelezése *Kitabelia*, 6. 2: 245-249.
- Prodanovic, O. - Prodanovic, R. - Bogdanovic, J. - Mitrovic, A. - Milosavic, N. - Radotic, K.: 2007. Antioxidative enzymes during germination of two lines of Serbian spruce [*Picea omorika* (Panč.) Purkyně]. *Archives of Biological Sciences*, 59. 3: 209-216. doi: 10.2298/abs0703209p
- Puyuelo, B. - Ponsá, S. - Gea, T. - Sánchez, A.: 2011. Determining C/N ratios for typical organic wastes using biodegradable fractions. *Chemosphere*, 85. 4: 653-659.
- Ramsey, J. - Schemske, D. W.: 1998. Pathways, Mechanisms, And Rates Of Polyploid Formation In Flowering Plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29. 1: 467-501. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.29.1.467
- Rapaics, R.: 1932. A magyarság virágai: Kir. Magy. Természettud. Társ.
- Sabharwal, P. - Doležal, J.: 1993. Interspecific hybridization in Brassica: Application of flow cytometry for analysis of ploidy and genome composition in hybrid plants. *Biologia plantarum*, 35. 2: 169-177.
- Sabria, F. Z. - Belarbia, M. - Sabrib, S.: 2013. Fatty Acids Profile And Antimicrobial Activities Of The Seed Oil Of *Malva sylvestris* L. From Algeria. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS)*, 1. 2.
- 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. - Ozias-Akins, P. - May, O. L. - Chee, P. W.: 2004a. Induction of somatic embryogenesis and plant regeneration in select Georgia and Pee Dee cotton lines. *Crop science*, 44. 6: 2199-2205.
- Sakhanokho, H. F. - Zipf, A. - Rajasekaran, K. - Saha, S. - Sharma, G. C.: 2001. Induction of highly embryogenic calli and plant regeneration in Upland (L.) and Pima (L.) cottons. *Crop science*, 41. 4: 1235-1240.

- Sakhanokho, H. F. - Zipf, A. - Rajasekaran, K. - Saha, S. - Sharma, G. C. - Chee, P. W.: 2004b. 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
- Sambrook, J. - Fritsch, E. F. - Maniatis, T.: 1989. Molecular cloning: a laboratory manual: Cold spring harbor laboratory press. ISBN 0879693096
- Sanjay, B.: 2013. Non-Conventional Seed Oils as Potential Feedstocks for Future Biodiesel Industries: A Brief Review. *Research Journal of Chemical Sciences* 3. 5: 99-103.
- 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.
- Semon, M. - Wolfe, K. H.: 2007. Consequences of genome duplication. *Curr Opin Genet Dev*, 17. 6: 505-512. doi: 10.1016/j.gde.2007.09.007
- Shaheen, N. - Khan, M. A. - Yasmin, G. - Hayat, M. Q. - Munsif, S. - Ahmad, K.: 2010. Foliar Epidermal Anatomy And Pollen Morphology Of The Genera *Alcea* And *Althaea* (Malvaceae) From Pakistan. *International Journal Of Agriculture & Biology*, 12. 329-334.
- Shalimu, D. - Sun, J. - Baskin, C. C. - Baskin, J. M. - Sun, L. - Liu, Y.: 2016. Changes in oxidative patterns during dormancy break by warm and cold stratification in seeds of an edible fruit tree. *AoB PLANTS*, 8. plw024.
- Sivanesan, I. - Jeong, B. R.: 2007. Direct shoot regeneration from nodal explants of *Sida cordifolia* Linn. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 43. 5: 436-441. doi: 10.1007/s11627-007-9090-1
- Soltis, P. S. - Soltis, D. E.: 2009. The role of hybridization in plant speciation. *Annual review of plant biology*, 60. 561-588.
- Spooner, D. M. - Cusick, A. W. - Hall, G. F. - Baskin, J. M.: 1985. Observations on the distribution and ecology of *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby (Malvaceae). *Sida contributions to botany*. 215-225.
- Sylvere-Sie, R. - Charles, G. - Sakhanokho, H. F. - Toueix, Y. - Djè, Y. - Sangaré, A. - Branchard, M.: 2010. Protocols for Callus and Somatic Embryo Initiation for '*Hibiscus sabdariffa*' L. (Malvaceae): Influence of Explant Type, Sugar, and Plant Growth Regulators. *Australian journal of crop science*, 4. 2: 98.
- Sz.Kisvarga - M.Szabó - André, A. Z. - Kurucz, E. - Koroknai, J. - Fári, M. G.: 2018. Út a botanikától a dísznövénynevelés aranykoráig. dr. Kováts Zoltán (1924-2010) tudományos életútja. *Kertgazdaság* in press.
- Szarvas, P. - Fári, M. G. - Kováts, Z. (2008). Mályvafajok (*Alcea rosea*, *Alcea biennis*, *Althaea officinalis*) *in vitro* szaporításának lehetőségei Unpublished work.
- Szarvas, P. - Kovács, G. - Láng, M. - László, M. - Fári, M. 2011. Preliminary results on the isolation of polyploid lines from Malvaceae. Paper presented at the Climate change: challenges and opportunities in agriculture. AGRISAFE Final Conference, 21-23 March 2011, Budapest, Hungary. Proceedings.
- Szarvas, P. - Zsila-André, A. - Kovács, Z. - Fári, M. G.: 2006. *Rudbeckia hirta* L. mikroszaporítása csíranövény explantátumból kiindulva. *Agrártudományi Közlemények*, 22. 53-59.
- Szepmlinski, W. - Parzonka, A. - Salek, T.: 2014. Yield and energy efficiency of biomass production of some species of plants grown for biogas. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, 13. 3.

- Szyszlak-Bargłowicz, J. - Zajac, G. - Piekarski, W.: 2012. Energy biomass characteristics of chosen plants. *International Agrophysics*, 26. 2: 175-179. doi: 10.2478/v10247-012-0025-7
- Terpó, A.: 1987. Növényrendszertan az ökonómbotanika alapjaival 2. Budapest: Mezőgazdasági. ISBN 9632322795
- Van Winkle, S. C. - Johnson, S. - Pullman, G. S.: 2003. The impact of Gelrite and activated carbon on the elemental composition of two conifer embryogenic tissue initiation media. *Plant cell reports*, 21. 12: 1175-1182. doi: 10.1007/s00299-003-0637-2
- Vazquez-Tello, A. - Hidaka, M. - Uozumi, T.: 1995. Somatic embryogenesis and plant regeneration from isolated protoplasts of *Lavatera thuringiaca*. *Plant cell, tissue and organ culture*, 40. 2: 169-177.
- Warner, D. A. - Edwards, G. E.: 1989. Effects of polyploidy on photosynthetic rates, photosynthetic enzymes, contents of DNA, chlorophyll, and sizes and numbers of photosynthetic cells in the C4 dicot *Atriplex confertifolia*. *Plant physiology*, 91. 3: 1143-1151.
- Warner, D. A. - Edwards, G. E.: 1993. Effects of polyploidy on photosynthesis. *Photosynthesis research*, 35. 2: 135-147.
- Williams, J. T.: 2002. Global research on underutilized crops: an assessment of current activities and proposals for enhanced cooperation: Bioversity International. ISBN 9290435453
- Wróblewska, A. - Kolasa, Z.: 1986. Poyztek pszceli z sidy- Bees yeild of sida. *Beekeeping*, 37. 10: 6-8.
- Wróblewska, H. - Komorowicz, M. - Pawłowski, J. - Cichy, W.: 2009a. Chemical and energetical properites of selected lignocellulosic raw materials. *Folia Forestlia Polonica*, B. 40: 67-78.
- Wróblewska, H. - Komorowicz, M. - Pawłowski, J. - Cichy, W.: 2009b. Chemical and energetical properties of selected lignocellulosic raw materials. *Folia Forestalia Polonica*, 40. 67-78.
- Wyszkowska, J.: 2002. Effect of Soil Contamination with Treflan 480 EC on Biochemical Properties of Soil. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11. 1 71-77.
- Xiaohan, Y. - Chu-Yu, Y. - Zong-Ming, C. - J., T. T. - D., W. S. - Weilun, Y. - Xinli, X. - A., T. G.: 2010. Genomic aspects of research involving polyploid plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 104. 3: 387-397. doi: 10.1007/s11240-010-9826-1
- Ye, Y. M. - Tong, J. - Shi, X. P. - Yuan, W. - Li, G. R.: 2010. Morphological and cytological studies of diploid and colchicine-induced tetraploid lines of crape myrtle (*Lagerstroemia indica* L.). *Scientia Horticulturae*, 124. 1: 95-101. doi: 10.1016/j.scienta.2009.12.016
- Yildirim, F. 2015. The Investigation Of Volatile Oils And Biologically Active Compounds in Kitaibelia Balansae Plants -Kitaibelia balansae bitkisinde bulunan uçucu yağların ve biyolojik aktif bileşiklerin araştırılması. Nİğde Ömer Halisdemir University.
- Zapata, C. - Srivatanakul, M. - Park, S.-H. - Lee, B.-M. - Salas, M. G. - Smith, R. H.: 1999. Improvements in shoot apex regeneration of two fiber crops: cotton and kenaf. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 56. 185-191.
- Zhang, P. - Zeng, G. - Zhang, G. - Li, Y. - Zhang, B. - Fan, M.: 2008. Anaerobic co-digestion of biosolids and organic fraction of municipal solid waste by sequencing batch process. *Fuel processing technology*, 89. 4: 485-489.

- Zhang, W. - Hao, H. - Ma, L. - Zhao, C. - Yu, X.: 2010. Tetraploid muskmelon alters morphological characteristics and improves fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 125. 3: 396-400. doi: 10.1016/j.scienta.2010.04.038
- Zlesak, D. C. - Thill, C. A. - Anderson, N. O.: 2005. Trifluralin-mediated polyploidization of *Rosa chinensis minima* (Sims) Voss seedlings. *Euphytica*, 141. 3: 281-290. doi: 10.1007/s10681-005-7512-x

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Mezőgazdasági Növényteni, Növényélettani és Biotechnológiai Tanszék minden munkatársának, akik doktori tanulmányaim során segítségemre voltak. Külön köszönet illeti témavezetőmet, Prof. Fári Miklóst, aki segítette doktori munkám elvégzését, valamint segítséget nyújtott az eredményeim értelmezésében, megfogalmazásában és publikálásában. Hálásan köszönöm Antal Gabriella önzetlen és kitartó segítségét, egyenes, emberséges, biztató szavait és tetteit. Megköszönöm Zsiláné André Anikónak és férjének Zsila Lászlónak a szakmai és emberi támogatását, amely támogatás nélkül a dolgozatom nem jöhetett volna létre. Köszönetemet fejezem ki Dr Karaffa Erzsébetnek és munkatársainak a molekuláris munkákban nyújtott segítségért és a hasznos diszkusszióért. Köszönettel tartozom a Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar, Biofizikai és Sejtbiológiai Intézet kutatóinak, Tarapcsák Szabolcsnak és Szalóki Gábornak az áramlási citometriai mérések elvégzésében nyújtott segítségéért.

Megköszönöm Édesanyámnak és Édesapámnak, akik sajnos már nem érhatték meg a disszertációm elkészültét, valamint a testvéreimnek, páromnak és szüleinek az önzetlen támogatást, biztatást, hogy anyagi és erkölcsi alapot teremtettek tanulmányaim elvégzéséhez.

11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**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. Növénynevelési 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.) nevelése és többcélú hasznosításának lehetőségei.
In: XVIII. Növénynevelési 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 Növénynevelítők 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., Elhawat, N. A., Abd Alla, N. A., El-Ramady, H., Domokos-Szabolcsy, É.: Bioipari célra nemesítet évelő biomassza növények kutatása Debrecenben: plantbiogen program = Research on dedicated perennial biomass crops in Debrecen : the plantbiogen program.
In: XX. Növénynevelési Tudományos Nap : Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban. Szerk.: Veisz Ottó, A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága, [Budapest], 140-144, 2014. ISBN: 9789638351425
27. **Kurucz, E.**, Domokos-Szabolcsy, É., Antal, G., Kaprinyák, T., Alshaal, T., Elhawat, 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., Elhawat, 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 posztterek 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.





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.



12. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 20.....

.....

a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy doktorjelölt 20.....-20..... között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal/irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom/javasoljuk.

Debrecen, 20.....

.....

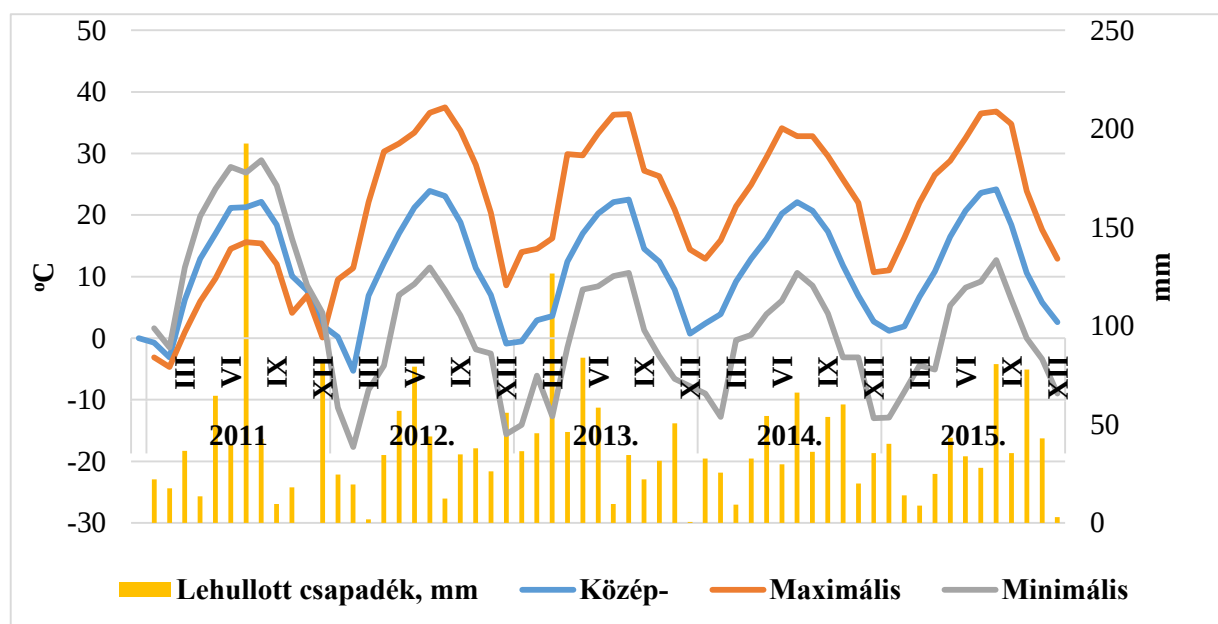
a témavezető aláírása

13. MELLÉKLETEK

1. Táblázat: 2016. év talajvizsgálati eredménye.

	Térállás tó/ha			Kontroll
	20 000	13 300	10 000	
pH (KCl)	7,9	7,9	7,9	7,9
NO ₃ -N (mg/kg)	1,4	1,9	2,1	0,9
NH ₄ -N (mg/kg)	28,2	29,1	25,3	15,6
összes N (mg/kg)	78,3	80,3	90,3	74,4
szerves N (mg/kg)	48,7	49,4	63,0	57,9
organic carbon in humus%	2,0	2,3	2,2	2,0
Al-oldható P P ₂ O ₅ - (mg/kg)	1550,0	1731,0	1953,0	1057,0
Al-oldható K K ₂ O (mg/kg)	381,7	358,3	454,7	307,0
CaCO ₃ (m/m%)	1,9	2,2	2,0	1,3

Kontroll: a parcellák mellett kialakított füves pászták.



1. Ábra: Debrecen időjárásának alakulása 2011-2015.