BUDAPESTI
CORVINUS
EGYETEM
Kertészettudományi Kar

KAKTUSZOK TÉLÁLLÓSÁGA MAGYARORSZÁGON

Doktori értekezés

MOHÁCSINÉ SZABÓ KRISZTINA

Budapest, 2007.

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi (Interdiszciplináris)

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Dr. Papp János
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem,
Kertészettudományi Kar
Gyümölcstermő Növények Tanszék

Témavezetők: Dr. Schmidt Gábor
tanszékvezető egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem
Kertészettudományi Kar
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

Dr. Mészáros Zoltán
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.

....

Az iskolavezető jóváhagyása Témavezetők jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanács 2007. december 11-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke

Rimóczi Imre DSc

Tagjai

Terbe István CSc
Mihalik Erzsébet CSc
Kiss Istvánné CSc

Opponensek

Isépy István CSc
Neményi András PhD

Titkár

Nagy József PhD

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés……..……1

2. Irodalmi áttekintés……..……..4

2. 1. A kaktuszok botanikai jellemzése……..……..….4

2. 1. 1. A télálló kaktuszokat érintő rendszertani változások……..…….4

2. 1. 2. A kaktuszok általános morfológiai jellemzése…….....8

2. 1. 2. 1. A kaktuszok szövettani jellemzése……....9

2. 1. 2. 2. A kaktuszok vegetatív és generatív szerveinek jellegzetességei…….....17

2. 1. 2. 3. A kaktuszokban előforduló speciális anyagok, kemikáliák…….27

2. 2. A télálló kaktuszok főbb élettani sajátosságai……..30

2. 2. 1. Vízhiány – szárazságtűrés……...30

2. 2. 2. A növényeket érő stresszhatások……34

2. 2. 3. A hőmérséklet, mint stresszor…….36

2. 3. A télálló kaktuszok elterjedése…….....37

2. 4. A télálló kaktuszok adaptációs lehetőségei…….....40

2. 4. 1. Adaptációja Európában…….....40

2. 4. 2. A télálló kaktuszok kertészeti vonatkozásai Magyarországon……...……....41

2. 5. A télálló kaktuszok szaporodási és szaporítási lehetőségeinek irodalmi áttekintése…….43

2. 5. 1. A kaktuszok reproduktív stratégiái…….....43

2. 5. 2. Vegetatív szaporítási módok……..…….....44

2. 5. 3. Magvetéses szaporítás……..……..45

2. 5. 4. Steril magvetés és mikroszaporítás…….……...46

3. Anyag és módszer……...48

3. 1. Fagytűrési és morfológiai vizsgálatok a szabadban..……54

3. 1. 1. Az extenzív zöldtetőn elhelyezett télálló *Opuntia* gyűjtemény vizsgálata…….54

3. 1. 1. 1. A növények származása és elhelyezése……...……54

3. 1. 1. 2. A megfigyelés módszere…….……....…55

3. 1. 2. A tövisek és a szártagok méretbeli változása az időjárás függvényében……56

3. 2. Adaptációs felmérés a télálló kaktuszgyűjteményekben ……..57

3. 3. Biokémiai vizsgálatok…….……..…..…..…....58

3. 3. 1. A peroxidáz enzim aktivitásának változásai…….....58
3. 3. 1. 1. A vizsgált anyag ismertetése……....58
3. 3. 1. 2. Mintavétel, tárolás……59
3. 3. 1. 3. A peroxidáz enzim aktivitásának mérése……60
3. 3. 2. Az összes fenoltartalom meghatározása…….……...….60
3. 4. Szaporítási vizsgálatok…….61
3. 4. 1. *Opuntia tortispina* szártagok gyökeresedése……..61
3. 4. 2. A télálló kaktuszok magvetése steril és hagyományos körülmények között….62
3. 4. 3. A télálló kaktuszok magvetésénél alkalmazott táptalajok…….…….64

4. Az eredmények ismertetése……..……..…66
4. 1. Fagytűrési és morfológiai vizsgálatok a szabadban……..……..…….66
4. 1. 1. Az extenzív zöldtető *Opuntia* gyűjteményének vizsgálata .....…….66
4. 1. 2. A tövisek és szártagok méretbeli változásai az időjárás függvényében...……77
4. 2. Adaptációs felmérés a télálló kaktuszgyűjteményekben …….…….81
4. 3. Biokémiai vizsgálatok…….…...85
4. 3. 1. A peroxidáz enzim aktivitásának változásai…….……...85
4. 3. 2. Az összes fenoltartalom meghatározása……..…….……..93
4. 4. Szaporítási vizsgálatok…….……..……...95
4. 4. 1. Az *Opuntia tortispina* szártagok gyökeresedése….…….……...95
4. 4. 2. A télálló kaktuszok magvetése steril és hagyományos körülmények között.....101
4. 4. 2. 1. Steril magvetés……...……..101
4. 4. 2. 2. „Hagyományos” magvetés…….…….....103
4. 4. 2. 3. A télálló kaktuszok magvetésénél alkalmazott táptalajok……...108

5. Összefoglalás……..113
5. 1. Fagytűrési és morfológiai vizsgálatok a szabadban…….……...114
5. 1. 1. Az extenzív zöldtetőn elhelyezett télálló *Opuntia* gyűjtemény értékelése….....114
5. 1. 2. A tövisek és szártagok méretbeli változásai az időjárás függvényében…….....115
5. 2. Adaptációs felmérés a télálló kaktuszgyűjteményekben……..…115
5. 3. Biokémiai vizsgálatok……...……...115
5. 3. 1. A peroxidáz enzim aktivitásának változásai…….....115
5. 3. 2. Az összes fenoltartalom meghatározása…….…….....….116
5. 4. Szaporítási vizsgálatok…….116

5. 4. 1. Az *Opuntia tortispina* gyökeresedése…….....116
5. 4. 2. A télálló kaktuszok magvetése steril és hagyományos körülmények között…..117
3. 4. 3. A télálló kaktuszok magvetésénél alkalmazott táptalajok……..117
5. 5. Új tudományos eredmények…….…….....118
5. 6. A gyakorlatnak közvetlenül átadható eredmények…….……...118

6. Summary…….……119
6. 1. Frost tolerance and morphological examinations outside…….…...120
6. 1. 1. Evaluation of the winter hardy *Opuntia* collection planted on the extensive green roof..…….120
6. 1. 2. Changes in the spines' and joints' size due to weather conditions…...…….121
6. 2. Survey of the winter hardy cacti collections of Hungary…..……...121
6. 3. Biochemical examinations……..……..121
6. 3. 1. Change in the peroxidase enzyme activity……..……...121
6. 3. 2. Measuring the total phenolic content…….……123
6. 4. Propagation examinations……...….123
6. 4. 1. Rooting of the *Opuntia tortispina* joints.....123
6. 4. 2. Traditional and sterile seed propagation of winter hardy cacti……..123
6. 4. 3. Substrates used for sowing of winter hardy cacti……...124
6. 5. New scientific results……...124
6. 6. Results that can directly be applied in practice……124

7. Irodalomjegyzék……...……..126

MELLÉKLETEK

I. MELLÉKLET A fagytűrő kaktuszok szinonimatáblázatai
II. MELLÉKLET Az *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek összefoglaló táblázatai
III. MELLÉKLET A vizsgált télálló *Opuntia* taxonok szártag és tövisméreteinek statisztikai elemzése
IV. MELLÉKLET A hazai télálló kaktuszgyűjtemények felmérése
V. MELLÉKLET Ábrajegyzék
VI. MELLÉKLET Táblázatjegyzék
VII. MELLÉKLET Köszönetnyilvánítás

1. BEVEZETÉS

Doktori értekezésem témájául a télálló kaktuszokat választottam. A disszertáció megírásának gondolatát jóval megelőzte a kaktuszok iránti érdeklődésem kezdete. Közel 20 évvel ezelőtt álltam a „kaktuszosok" táborába, így a gyűjteményem kialakítása, gyarapítása sokkal előbb elkezdődött, mint tudományos érdeklődésem a pozsgás növények iránt. Kezdetben én is, mint a legtöbb gyűjtő, számos nemzetségből választottam fajokat, de egy bizonyos idő elteltével olyan csoportját választottam a kaktuszoknak, melyeknek igényeit a lehető legjobban ki tudtam elégíteni. Így kezdtek szaporodni a gyűjteményemben a télálló fajok.

Volt idő, amikor a kaktuszokat, a kaktuszgyűjtést divathóbortnak tekintették, manapság azonban a hóbort mellett inkább a természet megismerésének ösztönös vagy tudatos eszköze (MÉSZÁROS, 2006). Nem elhanyagolható kereskedelmi forgalma sem, hiszen az USA-ban az évenkénti teljes kaktusz „produkció" 50 millió, az európai piacra épülő holland kertészetekből, több mint 18 millió növény került ki az 1980-as évek végén (FULLER és FITZGERALD, 1987). A Bloemisterij kiadvány (2006) szerint Hollandiában, 2005-ben csak az *Opuntia* nemzetségből 145 000 növényt értékesítettek, mely a darabszámot tekintve 4,5 %-os visszaesés volt a 2004-es évhez viszonyítva, viszont a növényárak emelkedésével 11,5 %-al magasabb bevételt jelentett.

A kaktuszok között azok a fajok, amelyek teleltetés nélkül, a szabadban tarthatók egyre jelentősebb szerepet töltenek be a hazai díszkertészeti kínálat bővülésében. Az utóbbi években megnövekedett a zöldtetők kialakításának igénye, egyre több irodaépület, szálloda és más közintézmény lapos tetején létesítenek tetőkertet, melynek az esztétikai, dekorációs hasznosítása mellett, számos egyéb, egészségügyi és környezeti hatása is ismert. A flóratető ─ a növényzet jellegétől függetlenül, akár extenzív akár intenzív tetőnövényről legyen szó ─ a jövő fedésmódja, a későbbiekben egyre természetesebb lesz (HIDY et al., 1995). A kaktuszok jellegzetességeikből (szárazságtűrők, sugárzástűrők és fagytűrők) adódóan az extenzív zöldtetők tipikusan megcélzott növénykülönlegességei.

A kaktuszok felhasználásának másik fontos területe a magánkertekben, közintézményekben kialakított sziklakertekre korlátozódik. Az utóbbi években a lakóházak, lakóparkok körül igényesen kialakított sziklakertekben szívesen ültetik az Új Világból származó, még mindig egzotikusnak számító növényeket. A vásárlókban, kertépítőkben kezd tudatosulni, hogy vannak olyan kaktuszok, amelyek hazai körülmények

között is áttelelnek. Manapság a növények beszerzése egyszerűbbnek bizonyul, hiszen szélesebb választékkal kecsegtetik a megnövekedett számú, kuriózumokra vágyó vásárlókat a faiskolai lerakatok.

Mivel sok fajt az élőhelyén a kipusztulás veszélye fenyeget, az elkövetkezendő években várható, hogy az importlehetőség részben vagy teljesen megszűnik (OLDFIELD, 1987). Ezért különösen lényeges a télálló kaktuszgyűjtemények fenntartása Magyarországon is. Ezekben a gyűjteményekben fokozottan törekedni kell arra, hogy a fajokat névazonosságuk szerint megőrizzük, mint egy lehetséges génbankot a jövő számára, mely számos megfigyelési, kutatási lehetőséget is kínál. Az *Opuntia* fajok között számos - hazánkban nem télálló – fajt telepítenek a trópusi, szubtrópusi, sőt a mediterrán területeken is takarmánytermesztés céljából. A FAO pártfogásával megalakult a „CACTUSNET"-et (International Technical Cooperation Network on Cactus Pear), amely a mexikói Guadalajara Egyetemmel megrendezte a „Second International Congress on *Opuntia*" találkozót számos amerikai, ázsiai, európai, sőt afrikai ország részvételével. Adatbázisuk alapján a 20. század végén az *Opuntia* fajokat termesztő országokban 900 000 ha-on takarmánytermesztés folyik, valamint 100 000 ha-on gyümölcstermesztő ültetvények vannak (PIMIENTA, 1995). Az *Opuntia* fajok és termesztett változataik gyors szaporodásukkal, elvadulásukkal komoly károkat okozhatnak a természetes flórában. A könnyű vegetatív szaporodásuk miatt a termesztő országokban komoly korlátozásokat vezettek be az ültetvények létesítésekor.

A mai napon talán furcsának tűnhet, de a klimatikus változások, általános felmelegedés, elsivatagosodás miatt és további kutatások eredményeként a télálló kaktuszok Magyarországon is könnyen a jövő gyümölcstermő, vagy takarmánynövényeivé válhatnak.

Doktorandusz hallgatóként ─ doktori disszertációm témaválasztásával ─ a Budapesti Corvinus Egyetem (korábban Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem) Budai Campus Tetőkertjében létrehozott télálló kaktuszgyűjtemény megfigyelésébe, vizsgálatába kapcsolódtam be. Bár dolgozatom kezdetben botanikai illetve termesztési megfigyelésekre épült, a későbbiekben szükségesnek látszott a kaktuszokban környezeti stressztényezők hatására kialakuló változások vizsgálata. A jövőben, pedig fontosnak tartanám a kaktuszok beltartalmi értékeinek kutatását, különösképp magas antioxidáns tartalmuk miatt, melynek jelentősége humánegészségügyi szempontból az utóbbi években igen megnőtt.

A kutatómunka fő célkitűzései a következők voltak:

1. Az extenzív zöldtetőn elhelyezett télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyelése, a kiültetésekben legalkalmasabb fajok, taxonok kiválasztása. Az időjárás hatására bekövetkezett méretbeli változások 25 *Opuntia* taxon tövis és szártag vizsgálata során.
2. Az ország egyéb gyűjteményes kertjeinek feltérképezése, a leginkább elterjedt fajok, a kiültetés körülményeinek, a növények minőségi állapotának felmérése.
3. Biokémiai vizsgálatok. A télállósággal összefüggésbe hozható peroxidáz enzim aktivitásának változása a fagystressz valamint a titán aszkorbát kezelések hatására. A fenoltartalom meghatározása egyes télálló és fagyérzékeny taxonoknál.
4. Az *Opuntia* fajok vegetatív szaporodásának, gyökeresedésének vizsgálata (szemléltetve az *Opuntia tortispina* fajon), az optimális gyökereztető közeg kiválasztása, valamint gyors szaporodásuknak esetleges káros következményei.
5. A télálló kaktuszok steril és hagyományos magvetési módszereinek összevetése, valamint a steril magvetés során kialakuló rendellenes növekedés, az üvegesedés (vitrifikáció) kiküszöbölésére alkalmazott Titavit-tartalmú táptalajok összehasonlítása.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2. 1. A kaktuszok botanikai jellemzése

2. 1. 1. A télálló kaktuszokat érintő rendszertani változások

A korábbi rendszertani irodalomban (HORTOBÁGYI et al, 1970; TERPO, 1987) a kaktuszokat az *Opuntiales* (*Cactales*) rendbe sorolták. A legfrissebb információkon, több gén szekvenciáján alapuló molekuláris kladisztika eredményeit a morfológiai karakterekkel kombinálva, a *Cactaceae* család, a zárvatermő klád valódi kétszikűek (*eudicots)* csoportjában található *Caryophyllales* rendbe sorolható, melyben több különleges életmódú növényt, pl. szukkulensek, sótűrők és rovarevők, ill. C_4–es és CAM típusú fotoszintetikus utakat követő fajokat találunk (PODANI, 2003; BREMER et al., 1998).

A *Cactaceae* családon belüli rendszerezés is sokat változott a kezdetek óta. MÉSZÁROS (1969), NEMES és SZABÓ (1981) könyveikben összefoglalták a kaktuszok rendszerezésében jelentős szerepet játszó botanikusokat, és az általuk létrehozott besorolásokat, rendszereket. A teljesség igénye nélkül a fontosabb állomások a következők (csak a kiskapitálissal szedett hivatkozások szerepelnek az Irodalom jegyzékben). A Linné előtti rendszereket - Mathias de L'Obel (1570), Tournefort (1604), K. Bauhin (1604), Plumier (1690), Matthiolus (1655) - az összefüggések, rokonsági vonatkozások ismeretének hiányában az ember szempontja szerinti csoportosítások jellemzik. A kaktuszok első, a korabeli időknek megfelelő tudományos rendszerezését Linné, Carolus Linnaeus készítette és publikálta a „Systema Naturae" című kiadványában 1748-ban, melyben a kaktuszokat a 12. osztályba sorolta. A Linnét követő években, évtizedekben a kaktuszok iránti érdeklődés megnőtt. Több rendszerező foglalkozott e különleges növényekkel, mint pl. Haworth (1819), Pfeiffer (1837), Zuccarini, Salm-Dyck (1850), Scheidweiler (1838), Karwinsky (1842), Karl Förster (1846). Számos publikáción keresztül eljutunk Karl SCHUMANN (1898) nevéhez, aki 1894-1899 között alkotta meg rendszerét, melyet a „mai kaktuszrendszerezők" is alapul vettek. Nevéhez fűződik a *Peireskioideae*, az *Opuntioideae* és a *Cereoideae* alcsaládok kialakítása. Schumann rendszerére támaszkodva alakította tovább a kaktuszok rendszertani beosztását többek között Curt BACKEBERG (1958-1961) valamint Franz Buxbaum (1962) is, aki a *Cactaceae* család rendszertani felosztásásban bevezette a tribus, subtribus csoportokat.

Az USA-ban és Kanadában élő kaktuszok – melyek között számos faj alkalmazható kiültetésekben Magyarországon is – rendszerezésében, leírásában jelentős munka BENSON (1982) a „The Cacti of the United States and Canada" című könyve. Egyes nemzetségek rendszertani elemzésével az utóbbi évtizedekben számos kutató foglalkozott, pl. a télálló fajokat magába foglaló *Escobaria* és *Echinocereus* nemzetségekkel TAYLOR (1986, 1988, 1989).

A rendszerezésben nagy változások az ezredfordulón és azt követően következtek be. ANDERSON (2001) „The Cactus Family" című kiadványában már 4 alcsalád szerepel, ami közvetlenül érinti a télálló fajokat is, hiszen a *Maihuenia* nemzetség, amely korábban (Schumann óta) a *Pereskioideae* alcsaládba tartozott, most alcsaládi rangra emelkedett. Az International Cactaceae Systematics Group az új alcsalád létrehozására – a molekuláris információkra hivatkozva – már 1996-ban javaslatot tett (HUNT, 1996-2006). A változások szerepelnek a David HUNT (2006) által szerkesztett „The New Cactus Lexikon" című munkában (továbbiakban Atlas), mely jelentős eltéréseket tartalmaz mind nevezéktani, mind rendszertani kérdésekben a korábbi kutatók munkájához képest. A molekuláris tanulmányok azt javasolják, hogy az *Opuntioideae* alcsalád 5 nemzetségcsoportot (tribus) tartalmazzon, azonban az Atlasban az egyszerűbb beosztásnak megfelelően csak a *Cylindropuntieae* és az *Opuntieae* tribusok szerepelnek. REBMAN (1995) és HUNT et al. (2006) munkájában önálló nemzetség a *Cylindropuntia*, mely BENSON (1982) könyvében alnemzetségi besorolásban, az *Opuntia* nemzetségben szerepel. A rendszerezésben nagy nehézséget jelent, hogy számos kaktuszkutató újabb és újabb neveket kreál, esetleg korábban már leírt fajokra is. Jól szemlélteti ezt a következő adat, miszerint Carolus Linnaeus a „Species Plantarum" című munkájában 22 kaktuszfajt nevez meg, és a publikált binominális latin nevek száma mára a 11 000-t is elérte, aminek nagy része érvénytelen illetve helytelen (GIBSON és NOBEL, 1986).

A *Cactaceae* családon belül az O*puntia* fajok hosszú ideje komoly taxonómiai problémát jelentenek, aminek REBMAN és PINKAVA (2001) tanulmányukban többféle okot tulajdonítanak:

1) A morfológiai tanulmányokhoz felhasznált szárított herbáriumi minták több jellegzetessége elvész, vagy megváltozik a készítés, tárolás során. Eredményeképp, a típuspéldány gyakran nem megfelelő, és nem felhasználható a későbbi nevezéktani bonyodalmak tisztázásánál, pl. *Cylindropuntia* tipológia (REBMAN, 1995).

2) A kaktuszokból nehéz jó herbáriumi mintát készíteni, több botanikus nem gyűjt mintákat, és összevetve más növényekkel a kaktusz herbárium szegényes. Az *Opuntia*

fajoknál hiányos a különböző elterjedési területekről begyűjtött minta, így a legtöbb fajnál a morfológiai változatosság megörökítése is hiányos, ami a taxonómiai kutatásokat nagymértékben limitálja.

3) A vegetatív növényrészek drasztikusan változhatnak a környezeti tényezők függvényében. A morfológiai jellegzetességek, mint a növekedési habitus, hajtás szemölcsösség, tövis hosszúság, tövisek areolánkénti száma fenotipikusan igen rugalmas lehet, és számottevően függ az adott élőhely feltételeitől.

4) Több faj, köztük számos *Opuntia* hibridizál más szimpatrikus taxonokkal képezve új, szokatlan, vagy köztes jellegzetességű egyedeket, amelyek elhomályosítják a határokat az eredeti fajok között.

5) A szaporodási mechanizmusok sokfélesége fenntartja részben a genetikai változatosságot, szegényes hibrideket és taxonómiai „rejtélyeket" kreál a rendszerezőknek.

6) Kevés és hiányos az amatőr gyűjtők, hobbisták tudása, és termesztett növényeikről kicsi a fajismeretetük.

7) Hiányos a botanikai kutatás (pl. rendszerező monografiák, populáció tanulmányok), amelynek fokuszában az *opuntioid* csoportok változatos nemzetségei állnak.

Jobb áttekinthetőség kedvéért a télálló kaktusznemzetségeket, fajokat és a kaktuszokkal foglalkozó szakirodalomban fellelhető szinonim neveiket a I. mellékletben közlöm.

A vizsgálatba vont nemzetségekben található taxonok száma különösen nagy eltéréseket mutat különböző irodalmi forrásokban (**1. táblázat**)

1. táblázat A télálló kaktusznemzetségekben található fajok, alfajok száma összehasonlítva a CITES Cactaceae Cheklist (1999) listában (CCC2) szereplő nemzetségenkénti teljes taxonszámmal, HUNT et al. (2006) alapján.

Megjegyzés: A státusz A-D jelenti a nemzetség taxonómiájának relatív megbízhatóságát (az irodalmi forrás kategorizálása), ahol az A- monográfia, a B- regionális vagy részleges revíziók, C- kézikönyvek, publikációk, D- provizórikus szakmai leírások.

Nemzetségek	Taxonok	Teljes	CCC2	Eltérés	Státusz
Austrocactus	3+0	3	5	-2	C
Corynopuntia	14+0	14	0	14	C
Cylindropuntia	33+0	33	0	33	B
Echinocereus	67+39	106	101	5	B
Escobaria	19+4	23	30	-7	C
Gymnocalycium	49+14	63	90	-27	C
Maihuenia	2+0	2	2	0	A
Mammillaria	163+69	232	264	-32	C
Opuntia	75+0	75	361	-286	D
Pediocactus	7+3	10	16	-6	C
Sclerocactus	20+4	24	28	-4	C

HUNT et al. (2006) rendszertani munkája alapján a télálló fajokat tartalmazó nemzetségek rendszertani besorolása a következő:

Tagozat: *Angiospermatophyta*
Osztály: *Dicotyledonopsida*
Rend: *Caryophyllales*
Család: *Cactaceae*
Alcsalád: *Maihuenioideae*
Nemzetség: *Maihuenia*
Alcsalád: *Opuntioideae*
Nemzetségcsoport: *Cylindropuntieae*
Nemzetségek: *Cylindropuntia*
Corynopuntia
Nemzetségcsoport: *Opuntieae*
Nemzetség: *Opuntia*
Alcsalád: *Cactiodeae*
Nemzetségcsoport: *Echinocereeae*
Nemzetségek: *Austrocactus*
Echinocereus
Nemzetségcsoport: *Trichocereeae*
Nemzetség: *Gymnocalycium*
Nemzetségcsoport: *Cacteae*
Nemzetségek: *Pediocactus*
Sclerocactus
Escobaria
Mammillaria

2. 1. 2. A kaktuszok általános morfológiai jellemzése

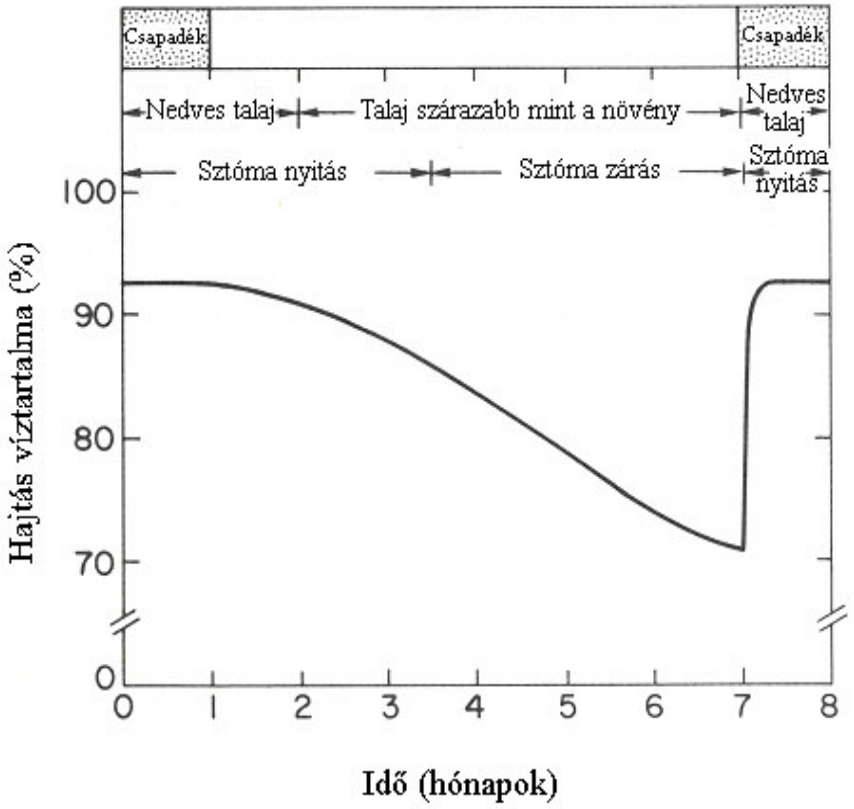
Richard Bradley, aki Cambridge első botanika professzora volt 1724-1732 között, úgy foglalta össze és definiálta a levél- és törzsszukkulenseket, hogy azok a növények, melyeket nem lehet lepréselni, nem alkalmasak „Hortus Siccus" példányoknak.

A kaktuszok hasonlóak életritmusuk és funkciójuk tekintetében a többi pozsgás növényhez. Sajátos morfológiai bélyegeik azonban nem fedhetik el valódi fejlődéstörténetüket – és ezzel párhuzamosan genetikai és morfológiai – különbségüket más pozsgás növényekkel szemben (DEBRECZY, 1976).

A *Cactaceae* család tagjai törzsszukkulensek, a szár (hajtás), esetleg a gyökér lédús, húsos, nagy mennyiségű (90-94%) víz raktározására képes (GIBSON és NOBEL 1986) (**1. ábra**). A kaktuszok 60% vízvesztést is elviselnek, míg a mezofitáknál ez az érték csak 20%.

A kaktuszok törzse lehet oszlopos (pl. *Ferocactus*), vagy elágazó (pl. *Echinocereus*). A *Cylindropuntia* nemzetségben hengeres, az *Opuntia* nemzetségben lapított szártagok formálódnak (BENSON, 1982). A hajtás felülete lehet sima, mint a medvetalpkaktuszoknál (*Opuntia* spp.), vagy mint az *Escobaria, Mammillaria* nemzetségekben szemölcsökkel (kiterjedt levélalap) fedettek (BOKE, 1952, 1953, 1955), amelyek areolát (töviskéző terület) viselnek. Másoknál, például az Echinocereus fajoknál a szemölcsök egy „gerincen" helyezkednek el, és a bordát alkotják, amelyek függőlegesen, vagy spirálisan követik a kaktusz törzset (BENSON, 1982).

Az evolúció során kialakult extrém xeromorf jellegzetességeket vizsgálta a kaktuszok hajtásaiban MAUSETH és PLEMONS-RODRIGUEZ (1998). Megállapították, hogy a konduktív terület, a szárkeresztmetszet azon része, amelyet edénynyalábok foglalnak el és a specifikus vezetőképesség korrelál a hajtás magasságával; a magas növények víztranszportja viszonylag kevés és széles, míg az alacsony növények, kisebb hajtásukban nagyszámú, de keskeny nyalábokat tartalmaznak, ezáltal érik el a kívánt áramlást.



1. ábra Összefüggések a csapadék, a talaj víztartalma, az éjszakai sztómanyílás, és a hajtás víztartalma között a *Ferocactus acanthodes* fajnál (34 cm magas) a Sonora sivatagban NOBEL (1977) nyomán.

2. 1. 2. 1. A kaktuszok szövettani jellemzése

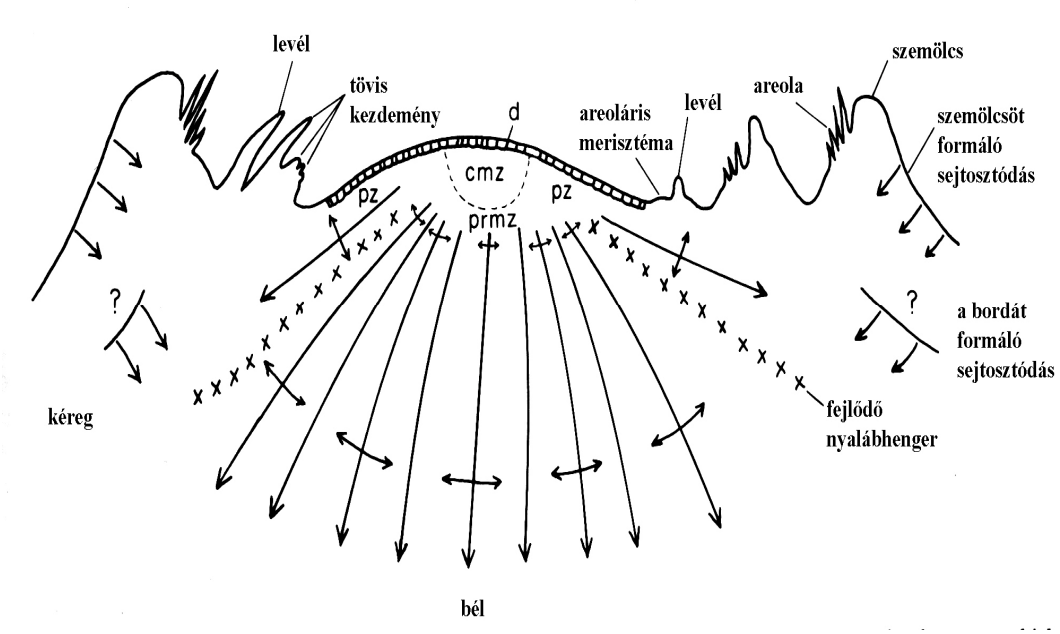
Osztódó szövet, merisztéma

A szukkulensek sokkal nehezebbek, mint a hasonló magasságot, vagy hosszúságot elért nem szukkulens növények. Hajtásuk kevéssé elágazó, hiszen egy összetett ágrendszer a hatalmas súly alatt összeroppanna. Csak néhány, vagy egyetlen csúcsmerisztéma található a hajtáson, míg például egy tölgynek több ezer csúcsmerisztémája (Shoot Apical Meristem, a továbbiakban SAM) van. A SAM sérülésekor, a nyugalomban levő apikális merisztéma vagy merisztémák veszik át a működést, amelyek a töviscsoportok hónaljrügyében találhatók. Lényeges tényező a merisztéma sejtek száma is. A

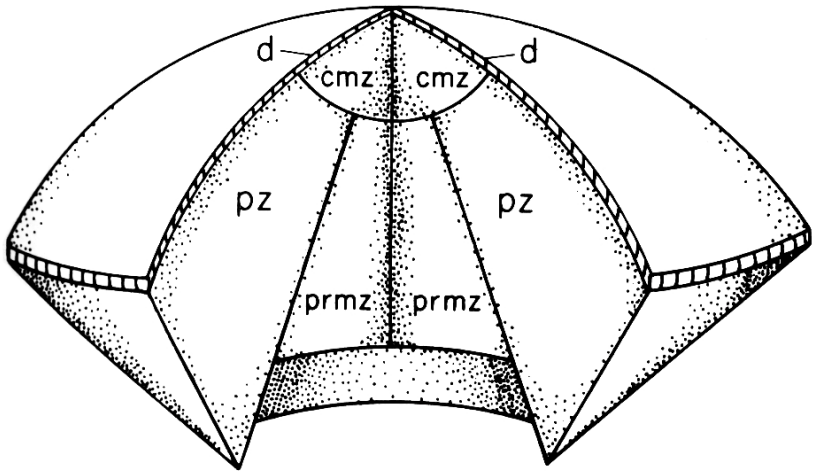
kaktuszoknál, a keskeny hajtásból a széles, vastag, szukkulens jellegű hajtásba való evolúciós átalakulás során a merisztéma sejtekre többletfeladat hárult. Ha más megoldás nem lenne, a kaktusz SAM sokkal több sejtet termelne, mint a gazdagon elágazódó, nem szukkulens fafajok. A sejtenkénti osztódások nagy számával megnövekedne a DNS másolása közben történő pontmutációk száma is. A kaktuszok azonban nem ezt az utat választották. A SAM kompenzációs fejlődése révén, úgy tölti ki a megnövekedett területet – amely a hajtásvastagodás miatt adódik, – hogy a lehető legnagyobb méretű merisztéma sejtekből áll. A sejtek nagy mérete miatt a sejtenkénti osztódások száma arányaiban csökkent, így próbálva kiküszöbölni a DNS másolása közben adódó mutációs hibákat. A SAM méretének evolúciós növekedése a sejtenkénti osztódások számának csökkenése mellett más következményekkel is jár, többek között megváltozik a levél törzsfejlődése is. A levélkezdemények a SAM alapjából indulnak, méretük nem nőtt meg annyira, mint a csúcsmerisztéma, így a jelentősen nagyobb alapterületen nagyobb számú levélkezdemény foglal helyet a Fibonacci sorozatnak megfelelően (MAUSETH, 2004b). Leonardo Fibonacci a középkor legismertebb matematikusának számított, bevezette az arab számokat. A biológusok azonban leginkább a nevét őrző számsorozat (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55,…..) miatt emlegetik, amellyel a helikális szerkezetet jellemezte.
Kissé ironikus, hogy a kaktuszok evolúciós fejlődésük során elvesztették azt a képességüket, hogy „rendes” nagy leveleket fejlesszenek, viszont rendelkeznek a nagy számú levélkezdemény fejlesztésének képességével.

A tipikus apikális merisztéma egy, kettő (ritkán három) rétegű tunikájából, a külső rétegben bekövetkező antiklinális osztódások eredményeként az epidermisz keletkezik. A második tunikaréteg sejtosztódásával a külső cortex, a corpus osztódásával a növény centrális szövetei, a belső cortex, nyalábszövetek, és a bél formálódik (GIBSON és NOBEL, 1986). BOKE (1941, 1954) már az 1940-es 1950-es években leírta a kaktuszok apikális merisztémájának egyedülálló szerveződését, melyet apikális zonációként is emlegetett (**2. ábra**). Az ő munkáját felhasználva MAUSETH és NIKLAS (1979) új, háromdimenziós rajzot készített a hajtáscsúcs szemléltetésére (**3. ábra**). Megfigyeléseik szerint az egyetlen tunikaréteg – amit dermatogénnek is neveznek – osztódásával az epidermiszt formálja. A corpus strukturája komplex, három elkülönült zónából áll. A corpus csúcsán levő sejtcsoport a központi anyasejt zóna (vagy iniciális zóna), amely sejteknek nagy vakuólumaik vannak és osztódásuk nagyon lassú. Közvetlenül a centrális zóna alatt van az ún. bél-borda merisztematikus zóna (az angol pith-rib meristem zone elnevezésből

adódóan), egy csonkakúp alakzatba rendeződött homogén sejttömeg. Itt a sejtek nagyok, vakuolizáltak, és a növény idősebb részei felé vertikális sorokban állnak.



2. ábra A kaktuszok hajtáscsúcsának mediális hosszirányú metszete, ahol az „d" a dermatogén, „cmz" a központi anyasejt, „pz" a perifériális, és „prmz" a bél-borda merisztematikus zónákat jelöli (BOKE, 1941, 1944).



3. ábra A kaktuszok hajtáscsúcs zónáinak háromdimenziós rajza, ahol d, cmz, pz, prmz jelölések megegyeznek a 2. ábrában használtakkal. (MAUSETH és NIKLAS, 1979).

A bél-borda merisztéma sejtjeinek osztódásával képződött sejtekből később a bél differenciálódik. A fennmaradt corpus terület a perifériális zóna, amely a bél–borda merisztéma zónát, mint egy gallér körülveszi. Sejtjei nagyon kicsik, sűrű citoplazmával, nincsenek nagy vakuólumok, és gyors osztódásukkal olyan sejtek képződnek, amelyek később a vasculáris hengert, a cortexet és az oldalsó szerveket (pl. levelek) alkotják (MAUSETH és NIKLAS, 1979).

A kaktuszoknál beszélhetünk areoláris merisztémáról. Az általa képződött primordia a leveles kaktuszoknál az első évben inkább, mint tövis fejlődik, és csak a következő növekedési időszakban, különböző fejlődési folyamatok során fejlődnek levelek és tövisek a törpehajtásnak is nevezett areolákból (GIBSON és NOBEL, 1986). MAUSETH (1982a) az *Echinocereus engelmannii* faj vizsgálata során megállapította, hogy a levél és a tövis sejtes jellegzetessége különböző.

Bőrszövet

A legtöbb növénynél az epidermisz efemer, igen rövid életű, míg a kaktuszoknál hosszú életű, állandó szövet (csak a hatalmas oszlopkaktuszok, hordókaktuszok több évtizedes, talán évszázados kérges hajtásainál beszélhetünk az epidermisz hiányáról). Az epidermisz a legtöbb kaktusznál egy sejtréteg vastag, a többrétegű (antiklinális, periklinális osztódások is bekövetkeznek) epidermisz ritka, pl. a *Pachycereeae* tribusban fordul elő (MAUSETH, 1984a). A külső sejtfal általában lapos vagy konvex, de az *Opuntia basilaris* fajnál kidudorodó, papillás (HEMEMWAY és ALLEN, 1936; FREEMAN, 1969, 1973), más fajoknál hólyagos is lehet (TERAZZA, 2003). Az epidermisz külső fala impregnált, kutinizált. A párolgást gátló kutin a legtöbb növénynél a kutikulával társul, amely néhány fajnál olyan vastagságot is elérhet, hogy késsel levakarható (GIBSON és NOBEL, 1986). Másoknál, pl. a *Stenocereus beneckei*–nél egy porszerű, fehér réteg, az ún. epikutikuláris viasz rakódik, amely érintéssel eltávolítható, illetve a növény korosodásával tűnik el. METCALFE és CHALK (1979) említik, hogy a növények rendszerezésénél a viasz morfológiája fontos határozóbélyeg lehet, ennek ellentmond BRAVO–HOLLIS (1978), aki szerint a viasz morfológiája nem meghatározó, szignifikánsan nincs eltérés.

Mivel a törzs az elsődleges fotoszintetikus szerve a növénynek, számos gázcserenyílást, sztómát tartalmaz. Minden sztóma vese alakú védősejtek között formálódik. Ha a védősejtek relatíve ernyedtek, egymásnak nyomódnak, zárják a pórust, ha a turgoruk a vízfelvétel eredményeként megnő, a sejtek kitágulnak, a pórus kinyílik. Sok fajnál a sztómák a teljes törzsfelületen elterjedtek, de a bordázott növényeknél csak a

bordák oldalán találhatóak. A bordázott növényeknél a pórustengely a hajtástengelyt követi, a nem bordázott növényeknél a sztómák szabálytalanul orientálódnak (GIBSON és NOBEL, 1986). EGGLI (1984) szerint a *Pereskia* fajok törzsén csak néhány sztóma van, illetve teljesen hiányoznak, míg SAJEVA és MAUSETH (1991) úgy találta, hogy vannak pórusok a hajtáson is, és sűrűségük majdnem akkora, mint a leveleik alsó epidermiszén. A kaktusztörzs általában 15-70 sztómát tartalmaz mm^2–ként. Anatómiai tanulmányok szerint a védősejtek 1 vagy 2 sejttel szegélyezettek, amit kisegítő sejtnek is neveznek. A sztóma, a vastag kutikulájú, magasan specializálódott fajoknál besüllyedhet a törzsfelületbe (GIBSON és NOBEL, 1986).

Az epidermisz alatt a kollenchima sejtekből álló hipoderma található, mely a növény mechanikai támasztását segíti elő. Az élő sejtek a kollenchimatikus hipodermában különböznek a parenchima sejtektől, mert a faluk egyenetlenül vastagodott és nagy koncentrátumban pektint és hemicellulózt tartalmaz. A pektin magába vonja a vizet, amely megtölti a falat, így kemény, de rugalmas lesz. A törzsnek számos ilyen kollenchima hengere van, megnyúlik és összehúzódik, anélkül, hogy tapasztalható sérülést szenvednének a sejtek. Bár néhány magasan specializált kaktuszban hiányzik a kollenchimatikus hipoderma, a fajok többségében megtalálható. Az oszlopos növekedésű kaktuszokban, pl. *Cereus giganteus* (DARLING, 1999) az 1 mm vastagságot (10 sejtsor) is elérheti. A hipoderma, akár csak az epidermisz, gyakran tartalmaz kristályokat, amelyek többnyire a károsító rovarokkal szemben védik a növényt. Mivel számos faj epidermisze kutilarizált, a felületen elhelyezkedő sztómák alatt csatorna nyúlik az asszimilációs szövetekig a hipodermán keresztül. Nagyon idős hajtásokon a periderma helyettesíti a bőrszövetet, ilyenkor a hipoderma vastag falú sejtjei elvékonyodnak, és végül megkülönböztethetetlenné vállnak a cortex parenchima sejtjeitől (GIBSON és NOBEL, 1986).

Száraz élőhelyeken számos faj rendelkezik felületi módosításokkal (szemölcs, viasz, hamvasság, szőrözöttség, tüskézettség, stb.), ami növeli a fényvisszaverést. Egyéb morfológiai adaptációk (kicsi felület/tömeg arány, bordázottság stb) a kaktuszoknál védik a klorenchimát az UV-A és az UV-B sugárzástól, viszont nem gátolják a fotoszintetikusan aktív (PAR) sugárzás abszorbcióját, és csökkentik a hővezetést (DARLING, 1999). A kaktuszok felületi hőmérséklete élőhelyen 50 ºC fölé emelkedik, a bőrszövetük tolerálja a 70 ºC körüli hőmérsékletet is, míg más növényeknél már 45 ºC körül sérülések következnek be a sejtfehérjékben, aminek következtében a sejt elhal (GIBSON és NOBEL, 1986).

Szállítószövet

Az 1890-es évek végén Ganong volt az első, aki általános leírást közölt a kaktuszok szállítószöveti szerveződéséről (GIBSON, 1976). A szállítószövet rendszer, amit GIBSON (1976) jól illusztrált kétdimenziós diagrammokban, alapvetően két típusú lehet. A nyílt nyalábrendszerben a tengelynyalábok függetlenek egymástól, így a cukrok mozgása függőleges irányban akadálytalanul folyik, azonban laterálisan nincs mozgás. A zárt rendszerben a tengelynyalábok között hidak formálódnak, a floém tartalma szabadon mozoghat a növény egyik részétől a másikig. A leveles kaktuszoknál egyetlen edénynyaláb vezet a levelekbe, amely a vége előtt kettéágazik. A zárt nyalábrendszer a *Pereskia aculeata*-nál is megfigyelhető, amely hasonló az *Opuntioideae* alcsaládban levő nyalábrendszerhez. Az *Opuntioideae* alcsaládban azonban komplexebb a nyalábrendszer, mint a *Pereskioideae* alcsaládban (GIBSON, 1976). Itt további kisebb, kiegészítő edénynyalábok segítik a megnagyobbodott szemölcsök szukkulens szövetének (*Cylindropuntia* spp.), és a kladódiumok nyalábhengerének szélesebb pozsgás szövetének (*Opuntia* spp.) ellátását.

A *Pereskioideae, Maihuenioideae* és az *Opuntioideae* alcsaládoknál nincs edénynyaláb a bélben (GIBSON és NOBEL, 1986). A *Cactoideae* alcsaládban – mivel a levél csökevényes és alig észrevehető – a nyalábhengerből egy vagy egy pár edénynyaláb ágazódik, és vezet a szemölcsökön, bordákon keresztül az areolákig. A tövisek általában szállítószövetet nem tartalmaznak. A *Cactoideae* alcsaládban nincs tipikus szállítószövet rendszer, mert a nyílt és a zárt típusok egyaránt megtalálhatók. Azoknál a fajoknál (pl. kisebb gömbkaktuszok), ahol a bél kicsi, a szállítónyalábok száma kevesebb és általában megegyezik a bordaszámmal, illetve a szemölcsök vertikális számával. Azoknál pedig, ahol a bél viszonylag széles, a szállítónyalábok száma nagy, a nyalábhenger akár 200 szállítónyalábból is állhat (oszlopkaktuszoknál, pl. a saguaro). A széles bélben az ún. medulláris nyalábrendszer található, amely segítheti a keményítő raktározást. Azonban a nyalábrendszer jelenléte nem kizárólagos feltétele a keményítő raktározásnak, hiszen a keskeny hajtású fajoknál a nyalábrendszer hiánya nem gátolja a keményítőraktározást a farészben.

A kaktuszok hajtásának alapszövetében több módosulás következett be az evolúció során: megnőtt a vízraktározó kapacitás, szélesebbé vált a kaktusztörzs, amely egy sokkal szélesebb cortexet eredményezett, így a külső fotoszintetikus terület távolabb került a szállítónyalábóktól. A kaktuszok többségénél a bél relatíve keskeny, így pl. a hordókaktuszoknál (*Ferocactus* sp.) az epidermisz és a klorenchima akár 20-30 cm

távolságra is lehet a szállítónyalábóktól. Ilyen távolságokon keresztül a víz és a cukrok diffúziója rendkívül lassú. A gyors transzlokációt a kaktuszok többsége a kollaterális kérgi nyalábrendszer, a levélnyomnyalábok segítségével oldja meg, amely soha nem nyúlik az epidermisz vagy a hipoderma rétegekig (SAJEVA és MAUSETH, 1991). A kaktuszkéreg hosszú életű, így a levélnyomnyalábóknak is hosszú évekig funkcionálniuk kell. Mivel a kéreg levélnyomnyalábokkal átszőtt, az epidermisz és az oszlopos vagy paliszád parenchima (klorenchima) sejtjeiben fenntartható a hidratáltság száraz sivatagi környezetben is. Más törzsszukkulens növények, mint pl. az *Euphorbia* fajok a levélnyomnyalábok hiánya miatt, soha nem képesek olyan szélességet elérni, mint a kaktuszok (MAUSETH, 2004a). Az evolúciós mérföldkő a *Cactoideae* alcsalád majdnem minden tagjában megtalálható, azonban hiányzik az *Opuntioideae* és a *Pereskioideae* alcsaládokban (MAUSETH és SAJEVA, 1992).

Alapszövet

A kaktusz alapszövet két részre osztható, a belső vízraktározó és a külső fotoszintetikus rétegre. GIBSON (1982) preparált növényi részekből vizsgálta a kaktuszok külső fotoszintetikus rétegében található, klorenchima sejtjeit. Megfigyelései szerint a kloroplasztiszok a periférián helyezkednek el, a központi helyet vakuólum foglalja el, amely ideiglenes CO_2 raktár (szerves sav – CAM metabolizmus). Nagyok az intercelluláris terek, amelyek lehetővé teszik a gáz diffúzióját a sejtek között. A háncsnyalábok a vízraktározó sejtekből (melyek a vizet sokkal könnyebben leadják) a vizet a klorofillum felé mozgatják. A raktározott víz előnye nem csak az, hogy életben tartja a sejteket, sokkal inkább az, hogy más sejtek, szervek számára is felhasználható, pl. fotoszintetikus paliszád sejtek, csúcs és a hónalj rügyek, virágrügyek, fejlődő termések stb. számára. Minden kaktuszban a vízraktározó sejtek fala vékony és rugalmas (néhány fajnál további módosulás, hogy a vékony sejtfal redőzött, illetve hullámos – az ún. „collapsible cortex" könnyen követi a sejt térfogatváltozásait a víz leadások illetve felvételek során. A száraz periódus alatt a vízraktározó sejt adja le a vizet más aktív sejteknek, így azokat nem éri stressz, nem tapasztalnak vízhiányt, lehetővé teszi a fotoszintézis folyamatos működését, abban az esetben, ha a száraz időszak nem tart túl sokáig (MAUSETH, 1995).

Az evolúció során megnőtt víztartó szövet nagy feladatot támasztott az epidermisz felé. Mivel a növények új epidermisz sejteket csak a hajtás- és gyökércsúcsokon, vagy a fejlődő leveleken, virágokon képeznek, a vízfelvétellel és vízleadással járó térfogatváltozást - a növényfelület igen korlátozott növekedése mellett (szinte állandó) – a

cortex külső részében található bordák vagy a szemölcsök oldják meg. Vízvesztés során a bordák mindkét oldala összehúzódik, a bordaalap keskenyebb lesz, így a külső kerülete kisebb lesz. Eső után a térfogat nő, a növények felveszik a vizet, a szukkulens hajtás, a belső kéreg dagad, és vastagabbá válik. Ez növeli a külső kerületét, következésképp a bordaalapok tágulnak. A térfogat növekszik, miközben a fénymegkötés (és a vízvesztés) szempontjából lényeges felület változatlan marad (MAUSETH et al., 1998).

Fontos tényező a bordák száma és magassága is, több, magas borda tágulása nagyobb, mint a kevés és rövid bordáké. Ha a hajtás bordaszáma kétszeres, akkor a fotoszintetikus felület is kétszeres, de az alapok szélessége fele, így minden egyes borda térfogata fele az eredeti bordáénak (MAUSETH, 1996). Az extrém száraz élőhelyeken élő pozsgások valószínűleg kevesebb bordaszámmal rendelkeznek, mint a nedvesebb élőhelyek kaktuszai (MAUSETH, 2000).

A kaktuszok másodlagos vastagodása

A fás, leveles kaktuszoknál (*Pereskia*), hasonlóan a tipikus kétszikűekhez, a másodlagos xilém, és a floém kialakulása a nyalábkambium működésének köszönhető. Ez a henger vékony falú parenchima sejtekből áll, amelyek a medulláris sugarakban az elsődleges xilém és floém nyalábjai között helyezkednek el. A kambiális iniciálisok közül a fusiform iniciálisok – melyek sokkal hosszabbak, mint szélesek – a xilém és a floém függőlegesen megnyúlt sejtjeit produkálják, míg a közel szögletes sugáriniciálisok a parenchima sejteket formálják. A nyalábkambium belső oldalán képződött sejtek fala lignifikált, ezzel ellentétben a floém külső részén csak néhány sejt (általában a floém rost) rendelkezik vastag lignifikált sejtfallal, ami a rostacső elemeknél és a parenchima sejteknél jellegzetesen hiányzik (GIBSON és NOBEL, 1986). A fejlődés során a raktározott víz mennyiségének növekedésével a fa is növekedett, és növekedése az eltérő evolúciós vonalaknál más és más. Néhány nemzetségben a sugarak gigantikus méretűvé váltak (több centiméter hosszú, és több milliméter széles), így minden egyes edénynyaláb kiterjedt kontaktust tart fenn a nagy sugarakkal. Más fajoknál a paratracheális parenchima térfogata növekedett. Szárazság stressz során a nyalábóknak nem kell a gyökerek vízfelszívó képességeire hagyatkoznia, ehelyett a parenchima sejtekből könnyen és gyorsan vízhez juthatnak (MAUSETH és STEVENSON, 2004). Az axiális parenchima növekedése általában együtt járt a farostok csökkenésével, így a parenchimatikus fa a rövidebb, szélesebb hajtású kaktuszoknál jött létre (a turgornyomás megtartja a súlyt).

Azáltal, hogy a vízraktározó parenchima a nyalábok mellett van, széles és keskeny nyalábok miatt a fa védett az üregesedéstől. A széles nyalábok üregesedése előbb bekövetkezik, mint a keskeny nyaláboké, ezért úgy tűnhet, hogy a szárazságtűrő növények csak keskeny nyalábokkal rendelkeznek. A keskeny nyaláboknak azonban kisebb a vezetőképessége is, és nagyobb a súrlódása, mint a nagy mennyiségű víz szállítására képes széles nyaláboknak. Ezeket az összefüggéseket vizsgálta STEVENSON és MAUSETH (2004) szárazságtól szenvedő növényeknél.

A kaktuszok evolúciójának egyik jellegzetessége az ún. széles–nyaláb tracheida (Wide-Band Tracheida), a továbbiakban WBT megjelenése (MAUSETH et al., 1995). A rövid, széles tracheidák másodlagos fala gyűrűs vagy helikális vastagodású is lehet, és soha nem lépcsősek, hálósak vagy üregesek. A fal vastagodása addig folytatódhat, míg a rés majdnem elzáródik, az ilyen keskeny lumen mellett a vízáramlás majdnem lehetetlen. A másodlagos gyűrűs vagy helikális fal miatt, az elsődleges fal (többségében) akadálymentes és nem lignifikált, a víz könnyen beléphet és elhagyhatja a sejteket. Lényeges, hogy a gyűrű a gűrűs típusnál, és a hélix a helikális típusnál nem tartja fixen, mereven a WBT sejtek hosszúságát. Vízvesztés során a vékony rugalmas elsődleges fal befelé hajlik a gyűrűk között, a sejtek rövidebbek lesznek. Az összehúzódással a sejtek elkerülik az üregesedést. A WBT-k szinte kizárólag a fában találhatóak, ahol a rostok teljesen hiányoznak. Az ilyen típusú tracheidák a kaktuszok összes alcsaládjában megtalálhatók, azonban a *Pereskioideae* alcsaládban előfordulásuk ritkább (MAUSETH, 2004c).

2. 1. 2. 2. A kaktuszok vegetatív és generatív szerveinek jellegzetességei

Gyökér

A legtöbb taxonnál a gyökerek nem szukkulensek, a tipikus gyökerekben nincs bél, csak egy vékony kéreg hengert tartalmaznak. A növekedés igen korai fázisában már egy narancs, illetve barna színű parakéreggel fedettek (GIBSON és NOBEL, 1986). A medvetalp, hordó- és oszlopkaktuszok nagy részénél, az általában elágazás nélküli gyökerek, a hajtástól minden irányban, vízszintesen, a talaj felső 5-15 cm-es rétegében terjednek. Néhány igen nagyméretű oszlopkaktusz az oldalsó, sekélyes gyökerek mellett, egy központi főgyökeret is fejleszt, amely a mélyebb talajrétegekbe hatol, és rögzíti a növényt. Egy harmadik konstrukció, a növény alatt koncentrálódó, számos, rövid laterális gyökér képződése, mely a kis kaktuszok százainál előfordul, és arra szolgál, hogy a növényről lecsöpögő víz hasznosítható legyen. A következő gyökértípus, pl. a *Lophophora williamsii*

fajnál figyelhető meg, ahol egy egyedülálló talpgyökér fejlődik néhány kicsi gyökérrel az oldalán.

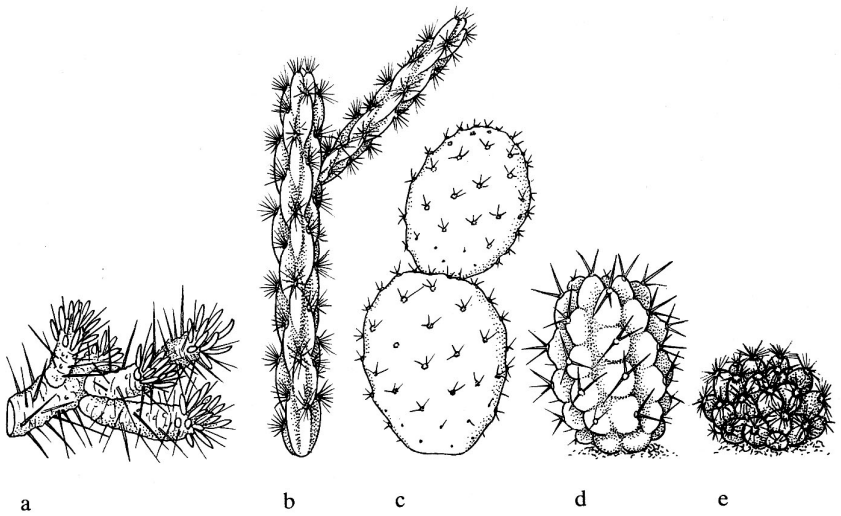
A kaktuszok közel 200 fajánál – epifiták, számos *Opuntia* sp. – járulékos gyökérzet fejlődik. Néhány kaktusznál, mint pl. az *Opuntia macrorhiza, Maihuenia,* és *Pterocactus* fajoknál speciális földalatti struktúrák képződnek, melyeknél a megnagyobbodott, szukkulens gyökerek másodlagos szövetből (speciálisan másodlagos xilém) állnak. Itt a nyalábkambium bőségesen termeli a fa mennyiségét, minden évben sokkal többet, mint amennyit ugyanannak a növénynek a hajtásában (MAUSETH és STONE-PALMQUIST, 2001). A megvastagodott gyökér számos előnyt jelent a növény számára (LOPEZ és NOBEL, 1991). A gyökérben történő vízraktározás során, a víz egy hűvösebb, nedvesebb és kiegyenlítettebb mikroklímában van, mint a hajtásban (STONE-PALMQUIST és MAUSETH, 2002). A raktározás a keményítőre is vonatkozik, hiszen a gyökér parenchima sejtjeinek magas a keményítő koncentrációja. A gyökérszukkulens kaktuszoknál a gyökérnek fa alapú, míg a hajtásnak kéreg alapú szukkulenciája van. A hajtás csak vezeti a vizet a megfelelő helyekre, a gyökér viszont ezen túl raktározza is (STONE-PALMQUIST és MAUSETH, 2002). A szukkulens gyökér a szomjas állatok számára is nehezebben elérhető.

A kaktuszoknál az ún. esőgyökerek is megfigyelhetők, amelyek fejlődése a talaj átnedvesedése után néhány nappal kezdődik. Az esőgyökerek az öreg gyökér kérgében található rejtett rügyekből fejlődnek, gyors növekedésükkel megnyúlásuk rendkívül gyors, majd a talaj kiszáradásával összeszáradnak és lehullnak, csak a fő gyökerek maradnak (GIBSON és NOBEL, 1986).

Hajtás

A *Cactaceae* családból kiragadva az ökológiai minimumokat elviselő télálló kaktuszok is nagy alaki változatossággal jellemezhetők (**4. ábra**).

Az elágazódások lehetnek monopodiálisak és szimpodiálisak is (BELL, 1991). A *Cactaceae* családban a szimpodiális elágazás prominens példája az *Opuntia* nemzetségben található – a fotoszintetizáló ágak hengeresek (c*ylindropuntioid*), és lapítottak (*opuntioid*) (GIBSON és NOBEL, 1986). Mindkét hajtástípus jellegzetessége, hogy keresztmetszetük az alapnál kisebb (GIBSON és NOBEL, 1986; NOBEL és MEYER, 1991). Az *Opuntia ficus-indica* kladódiumának keresztmetszete az ízesülésnél, a szártag legszélesebb részén mért keresztmetszetének mindössze 22 %-a (NOBEL és MEYER, 1991).



4. ábra. A télálló kaktuszok alakjának sokszínűsége a *Maihuenia* (a), *Cylindropuntia* (b), *Opuntia* (c), *Echinocereus* (d) és az *Escobaria* (e) nemzetségeken keresztül bemutatva (KÜMMEL és KLÜGLING, 1987).

A relatív kis keresztmetszet a leválasztást megkönnyíti, így a vegetatív szaporodását nagymértékben elősegíti (GRANT és GRANT, 1980; MANDUJANO és EGUIARTE, 1996; MANDUJANO et al., 1998).

A szártag erőssége változhat a korral, különösen a *Cactaceae* polimorfikus hajtásainál (GIBSON, 1973, 1976; MAUSETH és PLEMONS, 1995). A terminális, szubterminális és az ez alatti szártagok leginkább parenchimából állnak, és erősségük a parenchima sejtek hidrosztatikus nyomásától függ (NIKLAS, 1992). Láthatóan a terminális hajtástól lefelé haladva csökken a parenchima közreműködés, mert a másodlagos sejtfal vastagságának és a háncsszerű rostok megjelenésének aránya a korral nő (BOBICH és NOBEL, 2001). A szklerenchima, amely gyakran háncsszerű rostokból áll, ellenállóbb a rugalmas deformációra, mint a parenchima (NIKLAS, 1993). A nyalábelemek erőssége általában a sejtfalvastagodásokkal nő (CARLQUIST, 1975).

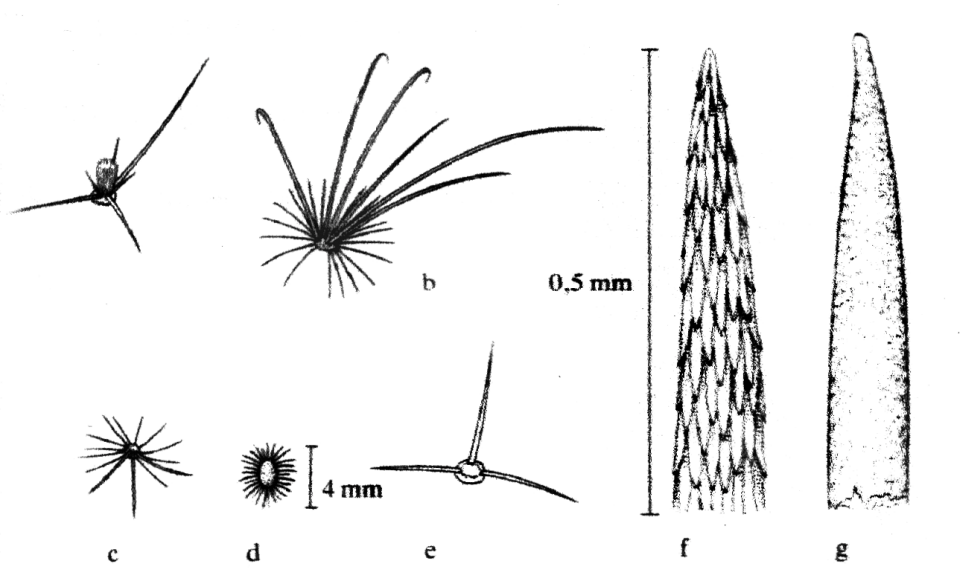
A kladódiumok determinált szervek, amelyek hosszúságukat és szélességüket egyetlen évszak alatt érik el, de hosszú évekig fotoszintetikusan aktívak maradnak (MAUSETH és HALPERIN, 1975; GIBSON és NOBEL, 1986). Megfigyeléseket többek között az *Opuntia basilaris* (FREEMAN, 1969; 1973**;** SZAREK et al., 1973), az *O. cylindrica* (BOKE, 1941, 1944), az *O. polyacantha* (MAUSETH és HALPERIN, 1975; MAUSETH, 1976, 1984b) fajoknál végeztek. NOBEL (1982, 1991) szerint a fenológiai „válaszokat" a fény, víz, és a

CO_2 koncentráció jellemzi. Dupla légköri CO_2 koncentráció mellett a napi CO_2 felvétele jelentősen megnőtt (CUI et al., 1993), és a biomassza produkció is megnőtt (NOBEL és ISRAEL, 1994). NORTH et al. (1995) vizsgálták a dupla CO_2 koncentráció hatását a szártagok végső hosszúságára és szélességére. Megfigyeléseik szerint 4 hónap elteltével a szártagok 27 %-al vastagabbak lettek, a klorenchima 31 %-al vastagabb és hosszabb sejtekből állt. 16 hónap elteltével a szártag tovább vastagodott, és további két különbséget is megfigyeltek: a klorenchimában 20 %-al alacsonyabb sztómafrekvencia, és 30 %-al vastagabb kutikula, több epikutikuláris viasszal.

Areola

ROWLEY (2003) publikációjában összefoglalta az areola korábbi elnevezéseit, meghatározásait. (Az alábbiakban, a különböző irodalomból ROWLEY által (2003) összegyűjtött szerzőket és publikációikat irodalmi forrásként megjelölni nem tudom, nem kiskapitálisként jelölöm). A latin *areola* szóból számazik, amely egy kis területet, vagy helyet jelöl. A szó botanikai használatba kerülése De Candolle (1828) nevéhez fűződik. A hajtásokon, szártagokon (cladodium) található areola egy besüllyedt párna, amely Schumann szerint (1903) a kaktuszok oly különös szerve, hogy semmilyen más növénynél nem található (a *Didieraceae* család fajainál található képletek az összes tövises növénycsalád közül a leginkább hasonlatosak a kaktuszok areoláihoz). Förster (1846, 1884) Schumann (1897) az areola szót szabadon használták, Haworth (1830) a „spinarium", Lemaire (1868) pedig a „tyleole" kifejezéseket alkották, melyek az általános használatban nem terjedtek el

Az areolák axilláris rügyek, melyek a megnagyobbodott levélalapnál (szemölcs) találhatóak. Az areoláris merisztémákból vegetatív hajtások, levelek, tövisek, szőrök (**5. ábra**), valamint generatív (virágok, termések) képletek fejlődnek (GIBSON és NOBEL, 1986). Az areolák mérete, alakja és szőrös, gyapjas felülete igen változatos és fajra jellemző képlet (NEMES és SZABÓ, 1981). BOKE (1980), valamint GIBSON és NOBEL (1986) bemutatták, hogy a faszerű fajok (*Opuntia* spp., *Quiabentia* spp.) folyamatosan fejlesztik a töviseket az alacsonyabb helyzetben levő areolákból idős korban is, míg más kaktuszok elvesztik azokat.



5. ábra A kaktuszok areolái és tövisformái (KÜMMEL és KLÜGLING, 1987)

Magyarázat: az a - areola tövisekkel és glochidiummal, b - areola centrális horog- és oldaltövisekkel, c - areola közép- és oldaltövisekkel, d - areola középtövisek nélkül, e - areola 3 oldaltövissel, f - tövishegy hüvely nélkül, g - tövishegy hüvelye

A töviscsoportok változatosságához az areolák két alaktípusa is hozzájárul. Megkülönböztetünk radiális és aszimmetrikus vagy unilaterális areolákat. A radiális areolából a tövisek a központi résztől kiindulva többé-kevésbé minden irányban elhelyezkednek (hemispherical). Az aszimmetrikus areolában a tövisek elhelyezkedése egy oldal felé terelődik, az alsó vagy külső (abaxiális) oldal felé. A radiális areolák azoknál a fajoknál a legfejlettebbek, ahol fésűszerű töviscsoportok figyelhetők meg. A fésűszerű areolák általában megnyúltak, és a tövisek a megnyúlt areola körül lapítottan helyezkednek el, így a növény csúcsán szinte elrejtik a növénytestet (GIBSON és NOBEL, 1986).

Levelek

A levélfejlődés redukciója fontos jellemzője a kaktuszok evolúciójának. A *Pereskioideae* alcsalád képviselőinél nagy, vékony levelek találhatóak, jól fejlett levéllemezzel. Az *Opuntioideae* ősibb nemzetségeiben kisebb méretű, vékony, hálós erezetű levéllemez, a többi *opuntioid* nemzetségben, a *Maihuenioideae* alcsaládban már hiányzik a levéllemez, helyette a hengeres levelek jellemzőek. A levelek függetlenül az alaktól tartalmazzák a lomblevelekre jellemző szöveteket (alsó, felső epidermisz, fotoszintetizáló mezofillum, elsődleges xilém és floém). Jellemzően, minél fejlettebb növényről van szó, a levelek annál rövidebb élettartamúak. A *Cactoideae* alcsaládban

számos faj levéltelen, illetve annak tűnik, azonban alaposabban megvizsgálva, láthatóvá válnak a töviscsoportok alatti maradó levelek. Minden hajtáscsúcs merisztéma termel levélprimordiát, amelyek fejlődésnek is indulnak, ha minimálisan is. Az eddigi vizsgálatok alapján a *Cactoideae* alcsaládban minden levél legalább egy század mm hosszú, és rendelkezik parenchimatikus epidermisz sejtekkel, az alsó epidermiszen gázcserenyílásokkal, szivacsos mezofillummal, klorenchimával, xilémmel, floémmel. Ebből a nézőpontból úgy tűnik, hogy a levél evolúciós átalakulása leginkább a levél méretet és az alakot érintette (MAUSETH és KIESLING, 1997, 1998).

Tövisek

A legtöbb kaktuszmorfológus tényként fogadja el, hogy a kaktuszok tövisei a növények redukált levelei. MAUSETH és HALPERIN (1975) szerint azonban, a tövis levéleredetének téves feltételezése csak abból a nézőpontból magyarázható, hogy a töviskezdemény épp úgy, mint a levélkezdemény, egy helyen található. Az érett kaktusztövisek nem rendelkeznek a levelekre jellemző sejtekkel, szövetekkel. A tövis tulajdonképpen csak egy rost, szklereidszerű epidermisz sejtekkel körülvéve. A töviseknek nincs gázcserenyílásuk, védősejtjük, nincs mezofillum, nincs xilém és floém sem. Éréskor a tövisek minden sejtje halott. Amikor a tövis még növekedésben van, élő sejtek akkor is csak az alapnál találhatóak. Így a kaktusz leveleinek tövisekké fejlődése nem pusztán a levéllemez redukciója, hanem e helyett a levélsejt gének elnyomása és más gének aktiválása, amelyek felelősek a rostok formálásáért, a másodlagos falak elhelyezkedéséért, lignifikációjáért, majd a sejtek haláláért. Úgy tűnik, hogy a hónaljrügy csúcsmerisztéma tövis kezdeményeket iniciál, a levélképzésért felelős gének elnyomásban maradnak, és a farost gének aktiválódnak (MAUSETH, 1977b). BOKE (1957) tanulmányában kifejtette a töviskezdemények sorozatának alakulását, és egy általános mintát adott, melyet az *Echinocactus horizonthalonius* példáján vezetett le. Később BOKE (1980) publikációjában ismertette, hogy nagyon gyakran azok a tövis kezdemények, amelyek utolsóként iniciálódnak, elsőként fejlődnek ki. A primordium iniciáció centripetális, míg az érés centrifugális, ellentétben a levélkezdeményekkel, ahol ez nem fordul elő. A *Cactoideae* alcsaládban három érési sorozatot is megfigyelt:

(1) a csúcstól az alap felé – bazipetális

(2) minden tövis egyszerre nyúlik, így a megnyúlási folyamat addig nem indul, míg az összes kezdemény ki nem alakult (a fésűszerű areolával rendelkező fajoknál)

(3) a középtövisek megnyúlása megelőzheti, vagy követheti az oldaltövisek sejtjeinek menyúlását.

Számos nemzetség fajainál néhány tövis mirigyként, extraflorális nektáriumként fejlődik, cukoroldatot választ ki**,** amely vonzza a hangyákat (MAUSETH, 1982b).

Minden tövis az areoláris merisztéma széléből emelkedik ki – úgy is nevezzük tövismerisztéma – ugyanolyan módon, mint az első levélkezdemények. Az osztódó sejtek egy kicsi sejtkúpot formálnak, amely úgy néz ki, mint egy toboz. Rövid ideig csúcsi növekedés jellemző, de ez a jellegzetesség megáll, amint a töviskezdemény a 0,1 mm hosszúságot eléri. Ezt követően a töviskezdemény sejtosztódással az alapból növekszik (alapmerisztémának, vagy interkaláris merisztémának nevezik). Az alapi merisztémát egy tányér alakú sejtcsoportként is elképzelhetjük, amely több sejt vastagságú, ahol a tányér alakú csoport összes sejtje kettéosztódással termeli a sejteket a töviscsúcs felé (SCHILL et al., 1973, ROBINSON, 1974). A sejtek az érés során megnyúlnak és kifeszülnek, majd a megnyúlt sejtek keményebbé válnak, szklerifikálódnak (vastag sejtfaluk lignint tartalmaz). Míg a tövis felső része már nemcsak kemény, hanem vízálló is, addig a tövis alsó részén levő sejtek még mindig megnyúlás alatt vannak. Később a sejtosztódás, megnyúlás leáll, a szklerifikáció gyorsan és szinte azonnal folytatódik, így kedvező alkalom nyílik arra, hogy a tövis alsó részén nyalábszövet formálódjon (MAUSETH, 1983). Amíg a tövis aktív növekedésben van, könnyen kihúzható az areolából, mert a tövis a bazális tövismerisztémán keresztül – ahol a sejtfalak vékonyak – elválik a növénytől. Ezzel ellentétben később, érést követően a tövis nehezen távolítható el a növényről, hiszen egyrészt a bazális merisztematikus zóna sejtjei megérnek, és sejtjeik fala, mint a tövis felső részén, szklerifikálódik, másrészt minden egyes sejt parasejtek által rögződik az areolához, melyet a sejtalap külső kortikális részéből kiemelkedő phellogén termel (GIBSON és NOBEL, 1986). A tövisek töviscsoportokban helyezkednek el (**5. ábra**), melyek sokkal hatékonyabb védelmet nyújtanak a növény számára, mint a szeparálódott tövisek.

Míg a tövisek erősen rögzülnek az areolákban, az *Opuntioideae* jellemző glochidiumai könnyen kihullanak. A glochida hátrafelé recézett, tüskeszerű képződmény, mely bőrbe jutva nehezen távolítható el (MÉSZÁROS, 1969). A glochidiumok fejlettsége a klíma és a termőhely függvényében változhat (RAUH, 1979). Hasonló módon képződnek, mint az állandó tövisek, de rövidebbek, vékonyabbak, és alapjuk nem szklerifikálódik (GIBSON és NOBEL, 1986).

A tövisek növekedésüket bármikor befejezhetik. Ezért találunk változatos hosszúságú töviseket egy növényen, illetve egyetlen areolán belül is. A középtövisek hosszabbak,

hosszabb növekedési időszak áll rendelkezésükre, és vastagabbak, mert robusztusabb primordiumból (szélesebb bazális merisztémából) fejlődnek ki, mint a körülöttük levő peremtövisek. A csíranövényeken rövidebbek és vékonyabbak, mert rövidebb idő áll a rendelkezésükre és keskenyebb primordiumból fejlődnek. Azonban a kaktuszoknál vannak erre ellentétes példák is. A *Rhipsalis baccifera* csíranövényén jól látható tövisek vannak, míg a kifejlett növényeken általában nem láthatóak a tövisek. Ténylegesen egy, ritkán két-három töviskezdemény is megtalálható az idős növényeken, de azok 1 mm után befejezik növekedésüket. A tövishosszúság több tényező függvénye. Különböző tövishosszúságot figyelhetünk meg eltérő éghajlati kondíciók, talaj-, tápanyagellátottság, növényi ásványianyag összetétel függvényében (GIBSON és NOBEL, 1986).

A tövisek színe szintén igen nagy változatosságot mutat a fajok, egyedek között és egyedeken belül is. Más színű a fiatal tövis, és más az idős. A színekért a betalain pigmentcsoport vegyületei a felelősek.

Általánosan ismert tövistípus a sörte, amely hosszú, meglehetősen vékony és drótszerű, de nem merev képződmény. A mexikói oszlopkaktuszok hajtáscsúcsain, virágain és termésein aranyszínű sörték figyelhetők meg. A tollszerű hajak, szőrök és hasonló struktúrák a bőrszöveti sejtből fejlődnek, és lignint nem tartalmaznak. A trichomáknak is nevezett képződmények soksejtűek, rövid életűek, melyekben az egyetlen epidermisz sejtből képződött, megnyúlt sejtek láncszerűen helyezkednek el. A hajak növekedése is bármikor megállhat, így a tövisekhez hasonlóan, hosszúságuk igen változatos. Általában épek maradnak, míg az areola egy virágot nem hoz, majd a felületi szövet kiszárad, végül a trichoma szárazzá válik és kihullik (GIBSON és NOBEL, 1986). A trichoma tehát bőrszöveti sejtből ered, míg a tövisek számos szubepidermális sejtből formálódnak. A *Cactaceae* családban a hajas, trichomás terület igen változatos képet mutat a négyzetmilliméterenkénti trichomaszámban, a mélységében és a színben.

Az egyik legkülönlegesebb tövisforma az Észak-Amerikában élő *Cylindropuntia* nemzetség fajain figyelhető meg. Egy sárgás burok, amely a papírhoz hasonló konzisztenciájú, lazán befedi a töviseket a töviscsúcstól az alapig (illetve néhány fajnál csak a tövis felső részét). POINDEXTER (1951) szerint ez a „kabát" a bőrszövet kezdeményéből formálódik, és a központi magból különül el a fejlődés folyamán.

SCHILL et al. (1973) kutatásai során fény derült arra a jellegzetességre, hogy vannak olyan fajok (pl. a *Pelecyphora, Mammillaria, Epithelantha, Turbinicarpus* nemzetségekben), amelyeknél a tövisek nem szklerifikáltak. Ily módon képesek a víz felvételére és a törzsbe szállításra. MOONEY et al. (1977) a *Copiapoa cinerea var.*

haseltonii faj finoman árkolt töviseinél figyelték meg, hogy a kondenzációs vizet a barázda a tövisalaphoz vezeti, de ott nem jut be a szukkulens szövetbe. Vízmegkötésre a tövisek többsége képtelen, hiszen vízállóak, szklerifikáltak, és hiányoznak belőlük a víz szállítására alkalmas nyalábok.

LEWIS és NOBEL (1977) összefüggéseket állapítottak meg a kaktuszok tüskézettsége, szőrözöttsége (bolyhossága) és káros sugárzás elleni védekezése, a törzs hőmérséklete között. Vizsgálataik szerint egy tövises kaktusztest a beérkező sugárzás 62%-át a növény oldalán, 85 %-át pedig a hajtás csúcsán feltartóztatja. A tövisek, szőrök jelenléte egy vastagabb határréteget eredményez a növények körül, amely nyáron csökkenti a túlmelegedés, télen, pedig a megfagyás lehetőségét, azaz csökkenti a hőmérsékleti szélsőségeket (NOBEL, 1983a).

Generatív részek

A kaktuszvirágok legalapvetőbb jellegzetessége, hogy a magház alsó állású (vagy álalsó), különösen besüllyedt a receptákulumba, a virág epigin illetve a *Pereskia* fajoknál perigin. A magház a virágcső és a virágkúp alsó része által körülzárt (BENSON, 1982). A virágtakaró lepel, ami különbözik, pl. az Aizoaceae családtól abban, hogy a *Cactaceae* családban átmenet figyelhető meg a pikkelylevelektől a sziromszerű levelekig. A porzók spirális elrendeződésűek, egy szeparált kezdeményből emelkednek ki, a pollenre a tricolpate jellemző az *Opuntia* fajok kivételével. Mindig egyetlen bibeszál van és több bibe. A magház együregű, keresztfalak hiányoznak, a placentáció kezdetben axilláris, végül parietális. A termés a magházból és a virágcső hozzánőtt részéből áll, s így áltermést alkot. Általános a kampilotróp magkezdemény, és a táplálószövet az endospermium helyett a perispermiumban van (BENSON, 1982)

Az areolák a tövisképpzést követően szélesebbé válnak, és az ülő, szár nélküli virágokat fejlesztik. Egy areolából általában egy virág képződik, majd az areola „nyugalombavonul", abból sem új hajtás, sem másik virág nem lesz, hacsak nincs egy másik merisztéma, egy hónaljrügy rejtve az areolában. Több kaktuszfajnál egy pararéteg képződik a termések alatt, ami lezárja az areolát, így a későbbi vízvesztéstől óvja a törzset (GIBSON és NOBEL, 1986). A vegetatív areolák százai, ezrei képződnek, míg egyetlen generatív képlet stimulálódik. A virágok képződése a legtöbb kaktusznál a hajtás apikális illetve szubapikális részén történik. Igaz ez az *Opuntioideae* alcsalád többségére is, azonban kivételek itt is megtalálhatóak (pl. *Opuntia leptocaulis* esetén az idős szártagok idősebb areoláiból fejlődnek a virágok). Vannak nemzetségek, amelyek egy idő után

befejezik vegetatív növekedésüket, létrehozzák az ún. cephaliumot (pl. *Melocactus* sp.), és az ún. pseudocephaliumot (pl. *Cephalocereus* sp.) a virágok védelmének (állatok ellen, kedvezőbb mikroklíma) érdekében, amely a virágképzés helyéül szolgál. A cephaliumos nemzetségek esetén csak a cephalium növekszik tovább, a pseudocephaliumot fejlesztő fajoknál a szőrös képlet a hajtás oldalán található, a vegetatív növekedés az apikális merisztémából tovább folytatódik.

Jellegzetesen egyedülálló virág formálódik az areoláris merisztémából, ami a szemölcsök töviscsoportjai felett helyezkedik el. Van azonban itt is kivétel, pl. az észak-amerikai *Echinocereus* nemzetségben, ahol a virág a bőrszövetből tör elő a töviskép̋ző areola felett (BENSON, 1982), vagy a *Mammillaria* nemzetségben, ahol a virágok a szemölcsök alapjánál elhelyezkedő, az areolától teljesen szeparálódott merisztémából fejlődnek (BOKE, 1958). Ennél a nemzetségnél a virágok, termések a korábbi vegetációs időszakban képződött szemölcsök között fejlődnek, vagy legalábbis az új szemölcsképző területtől lejjebb (BENSON, 1982). A dimorfizmus másik esete figyelhető meg az *Epithelantha* nemzetség fajainál, ahol a töviskép̋ző és a virágképző areola egy helyen, a kiemelkedett szemöcsökön képződik (BOKE, 1955). A legnehezebb megérteni a *Coryphantha* fajok ún. árkolt szemölcsét, miszerint egy árok fejlődik az areolából a törzs felé, és ennek a barázdának a közepén, illetve az alsóbb részén (de nem a szemölcs hónaljában) képződik a virág (BOKE, 1961).

A kaktuszok virágbimbója kezdetben nem különíthető el a hajtástól. A hajtás és a virág eredetének összetévesztése a módosult fejlődésnek köszönhető, ugyanis az axilláris rügy csúcsmerisztémája először egy sor levélkezdeményt produkál, majd ezt követi a lepel, a porzó, a bibe, és a termőlevél kezdemények egymás feletti fejlődése a hajtáscsúcs oldalán. Amint ezek a kezdemények elkezdenek nőni, differenciálódni, a külső hajtásszövet a levélkezdemények alatt jobban megnyúlik, mint a belső hajtásszövet a termőlevél kezdemények alatt. Míg a hajtásban a szövetek – a béltől a bőrszövetig – ugyanolyan mértékben nyúlnak, itt a bél megnyúlása lemarad az epidermisz és a külső cortex mögött. Ha ránézünk a virágbimbóra, semmilyen virágszövetet nem láthatunk, az igazi virágrészek belül helyezkednek el. A vegetatív részek kívül tövisesek. A bimbókon található levelek jelenléte fokozza a fotoszintézist, amikor szükséges (MAUSETH, 1984d,e; MAUSETH et al., 2002).

A virágzás végén, a virágok hervadásakor proteinek ürülnek ki a lepellevelekből, melyek a sejt kollapcióját okozzák (BENSON, 1982).

A legtöbb kaktusz a keresztmegporzást két módon biztosítja, proterandriával, és önsteril pollen termelésével. A pollen gazdag zsírokban és fehérjékben, és akár több százezer pollenszem is termelődhet egyetlen virágban (*Carnegia gigantea*). A termés lehet húsos, száraz, tövises és tövis nélküli is. A gyümölcshús ideális a magok számára, csírázásgátló inhibitorokat tartalmaz. A magokat megmosva életképességük hosszú ideig megmarad. A mag lehet o*puntioid* és *cereioid* típusú (BENSON, 1982).

2. 1. 2. 3. A kaktuszokban előforduló speciális anyagok

A kaktuszok és más növények vízraktározásának egy különleges aspektusa a nyálkasejtek szerepe, amely néhány kaktuszfajnál teljesen hiányzik, vagy csak a virágokban, termésekben fordul elő, míg másoknál a hajtásokban is jelen van. Látványos koncentrációban az *Opuntia* fajoknál található, ahol több mikrométer széles csatornát formálnak, párhuzamosak az edénynyalábokkal (vascular bundles) és csak a külső floémig helyezkednek el. A nyálka, amely egy gazdagon elágazódó szénhidrát, kötéseivel szilárdan képes megkötni a vizet. MAUSETH (1980) *Opuntia* növényből vett mintákat, és mikroszkóp alatt vizsgálta. A mintákat különböző alkohol oldatokba tette. 25 %-os alkohol oldatból indulva, egyre töményebb és töményebb alkoholokba helyezett minták megkötötték a vizet és kiönthetetlen (fogóval kiszedhető) ragadós masszát produkáltak egészen 70%-os alkohol oldatig, majd 80%-os oldatnál ez a ragadósság megszűnt. Egy hipotézis szerint a nyálka, a hosszabb száraz periódusok alatt realizálja a vizet más aktív sejtek számára (MAUSETH, 1980). Számos tanulmány foglalkozik a termesztett *Opuntia ficus-indica*-ban (MCGARVIE és PAROLIS, 1981a,b; TRACHTENBERG és FAHN, 1981; TRACHTENBERG és MAYER, 1982a,b) és az *O. polyacantha*-ban (MAUSETH, 1980) található nyálka kémiai „rejtélyével”, amely főleg arabinóz, galaktóz és galakturonsavból áll (LEE et al., 1998)

A közönséges nevén latexnek nevezett anyag a szukkulens növények több családjában (*Euhorbiaceae, Asclepiadaceae, Apocynaceae*), így a kaktuszoknál is megtalálható. A *Mammillaria* nemzetség fajainál található váladékra is használják a latex kifejezést, amely egy poliszacharid (kémiailag egyszerűbb, mint a gumi vagy a gyanta). Kitűnő anatómiai leírásokat közölt MAUSETH (1978a,b) a növénytej kiválasztására képes *Mammillaria* nemzetségről, és VITTLER és MAUSETH (1984) a *Mammillaria heyderi* latex csatornájáról. Tanulmányaikban rámutatnak arra, hogy a *Mammillaria* nemzetség számos fajának latexe két tulajdonságában is eltér más növénycsaládok tejnedvétől. Egyrészt a kaktusz tejnedv az utolsó két sejtréteg sejtfalainak lebomlásával képződik, másrészt

parenchima sejtek által körülzárt, amely így egy csövet formál (epithelium). A tejkiválasztó *Mammillaria* fajok több kicsi, membrán által határolt zsákot (vesicle) tartalmaznak, szerepük a tejnedv termelése.

BEHNKE (1981) felfedezte, hogy a rostacső elemek színtelen plastidjai tartalmazhatnak keményítőszemeket, vagy fehérjéket illetve mindkettőt egyszerre. A kaktusz rostacső elem plastidjainak egy feltűnő, perifériális fehérje gyűrűjük van, ami egy központi fehérjeszerű gömb mellett található. A kaktuszokra a P típusú és az S típusú plastid jellemző.

A kristályok, mint a Ca-oxalát, a *Cactaceae* legtöbb fajánál megtalálhatók, az anyagcsere melléktermékeként képződnek, és az idioblasztokban (kristálytartó sejtek) raktározódnak. A növények majdnem minden része – a tövisek, szőrök, és a nyalábkambium kivételével – tartalmazza. A Ca-oxalát részben vízoldhatatlan, kristályos formát alkot, amely magányos, vagy több kristály csoportot képez (BAILEY, 1961, 1966; GIBSON és NOBEL, 1986). A magányos kristályt prizmás kristálynak is nevezik, és ha több prizmás kristály összeáll, a druzát alkotják. A kaktuszok kristálycsoportja több formájú lehet, akár egyetlen hajtáson belül is. Korábban a kaktusz rendszerezők a kristályok előfordulását, alakját, elrendeződését fontos határozó bélyegnek tekintették (GIBSON és NOBEL, 1986). BAILEY (1961) tanulmányában rámutatott arra, hogy a kristályformák erősen attól függnek, hogy milyen jellegű sejtfal mellett vannak. Egy relatív vastag, lignifikálódott sejtfalnál magányos kristályok formálódnak, míg egy vékony, nem fásodott sejtfal mentén a druzák képződnek.

Az alapszövet belső rétegeiben, a floémben, az elsődleges sugárnyalábokban és a bél külső részeiben keményítő raktározódhat. Számos mérgező anyagot (tyramin, fenetilamin, triterpén, szterol) is kimutattak a kaktuszok vizsgálata során, és szinte évente ismernek meg újabbakat. A kaktuszoknál a több tucat alkaloid közül a legismertebb, a pszichoaktív *Lophophora* (LABARRE, 1975; ANDERSON, 1979; STEWART, 1980) fajokban található mescalin, amely leginkább az idegrendszerre ható drog. Az utóbbi években, különböző nemzetségek, mint az *Opuntia, Pereskiopsis, Trichocereus, Pereskia* (DOETSCH et al., 1980), számos fajánál elenyésző mennyiségben kimutattak mescalint.

A kaktuszoknál túlsúlyban található pigmentcsoportok a betalainok, – amelyek a *Portulacaceae, Chenopodiaceae, Nyctaginaceae* családokra is jellemzőek – az 1960-as évekig ismeretlenek voltak a tudomány számára (CRONQUIST, 1988).

A betalainok komplex szerves vegyületek, 2 vagy több nitrogén atomot tartalmaznak. A vörös összetételű betalain a betacyanin (phyllocactin), a sárga a betaxanthin

(indicaxanthin) nevet viseli. A betalain felelős például az *Opuntia macrocentra* szártagjain környezeti stressz hatására megfigyelhető lilás elszíneződésekért (REBMAN és PINKAVA, 2001). Különböző kaktuszfajokban más betalainok találhatóak. A kutatók több betacianint (betanin, phyllocactin, betanidin, izobetanin és neobetanin), valamint betaxanthint (indicaxanthin, miraxanthin II, vulgaxanthin I, II, IV) fedeztek fel a kaktuszoknál (STINTZING et al., 2001, 2002). Több *Opuntia* faj gyümölcsének kivonatából megállapították a benne levő betalainokat. Ebből kiragadva, a télálló *Opuntia engelmanni* a betanin, phyllocactin, az *Opuntia polyacantha* a betanin, betanidin betalainokat tartalmazza. Természetesen a kaktuszok karotinoidokat is tartalmaznak, de kisebb jelentőségűek (SAWAYA et al., 1983; SEPÚLVEDA és SÁENZ, 1990).

Sok kaktusz és a velük rokonságban levő növénycsaládok flavonoidokat is tartalmaznak (GIBSON és NOBEL, 1986). A flavonoidok a növényi metabolizmus másodlagos termékei, melyek a növény életében védelmi funkciót látnak el, megvédik a különböző stresszhatásoktól. A növényi színanyagok nagy része is ebbe a csoportba tartozik (RICE-EVANS et al., 1997; LUGASI, 2004). DOK-GO et al., (2003) az *Opuntia ficus-indica* cv. Saboten hajtásainak és szártagjainak kivonatából 8 flavonoidot, (1), kvercetin (2), kaempferol 3–metiléter (3), kvercetin 3–metiléter (4), narcissin (5), (+)–dihydrokaempferol (aromadendrin, 6), (+)–dihidroquercetin (taxifolin, 7), eriodictiol (8), és 2 terpenoidot izoláltak és azonosítottak kémiai és spektroszkópiás módszerekkel. GALATI et al., (2003) kísérleteikben vizsgálták a flavonoidok antioxidáns hatását és megállapították, hogy gátolják a lipidek peroxidációját. Számos irodalom számol be a flavonoidok egészségmegőrzésben és a betegségmegelőzésben betöltött jelentős szerepéről (HERTOG et al., 1992; WILLETT, 1994)

A kaktuszfüge termése több C-vitamint tartalmaz, mint más (alma, körte, szőlő, banán) gyümölcsök (CHEFTEL és CHEFTEL, 1983). A gyümölcs cukortartalma, főleg a glükóz, fruktóz magas, így a gyümölcshús igen édes (RUSSEL és FELKER, 1987; SEPÚLVEDA és SÁENZ, 1990; STINTZING et al., 2003). Magas a Ca (59mg/100g), és a Mg (98,4/100g) tartalma (DOMINGUEZ-LOPEZ, 1995; WILLS et al., 1986). Irodalmi adatok szerint a kaktuszfüge kiváló rostforrás, emésztést elősegítő ballasztanyagtartalma hozzájárul a vércukor, a plazma koleszterin szintjének csökkentéséhez (FERNANDEZ et al., 1992; MUNOZ de CHAVEZ et al., 1995; TREJO et al., 1995).

2. 2. A télálló kaktuszok főbb élettani sajátosságai

Ha leegyszerűsítjük, az élőhelyükön a kaktuszoknak (a hazai éghajlati körülmények alatt is) két alapvető környezeti tényezővel szemben kell alkalmazkodniuk. Ezen stressztényezők a víz és a hőmérséklet.

2. 2. 1. Vízhiány – szárazságtűrés

Vízhiány okozta stresszel szemben a kaktuszok, evolúciójuk során a krasszulasav anyagcsere révén adaptálódtak, amit a jól ismert kiegészítő megoldások (sajátos testforma, redukált, módosult levelek, a lecsökkent tömeg/felület arány, gázcserenyílások számának csökkenése, a szárrészek óriási víztartalékai, a gyökerek nagy vízfelvevő képessége, a gyökereken képződő, vízvesztést gátló pararéteg, a növényi nyálka stb) tovább fokoznak (OROSZNÉ, 1989).

A krasszulasav anyagcsere felfedezése a növények jellegzetes savritmusának köszönhető. 1815-ben Benjamin Heyne számolt be arról, hogy egyszerűen, ízleléssel összehasonlította a *Bryophyllum calycinum* (*Crassulaceae*) leveleit, és különböző napszakokban eltérően édesnek/savanyúnak találta. Az anyagcsere teljes felderítése azonban csak az 1970-es években történt. Ezzel a botanikusok kielégítő magyarázatot adtak a száraz területek állattenyésztőinek, miért okoz a reggeli kaktusztakarmány súlyos emésztési zavarokat.

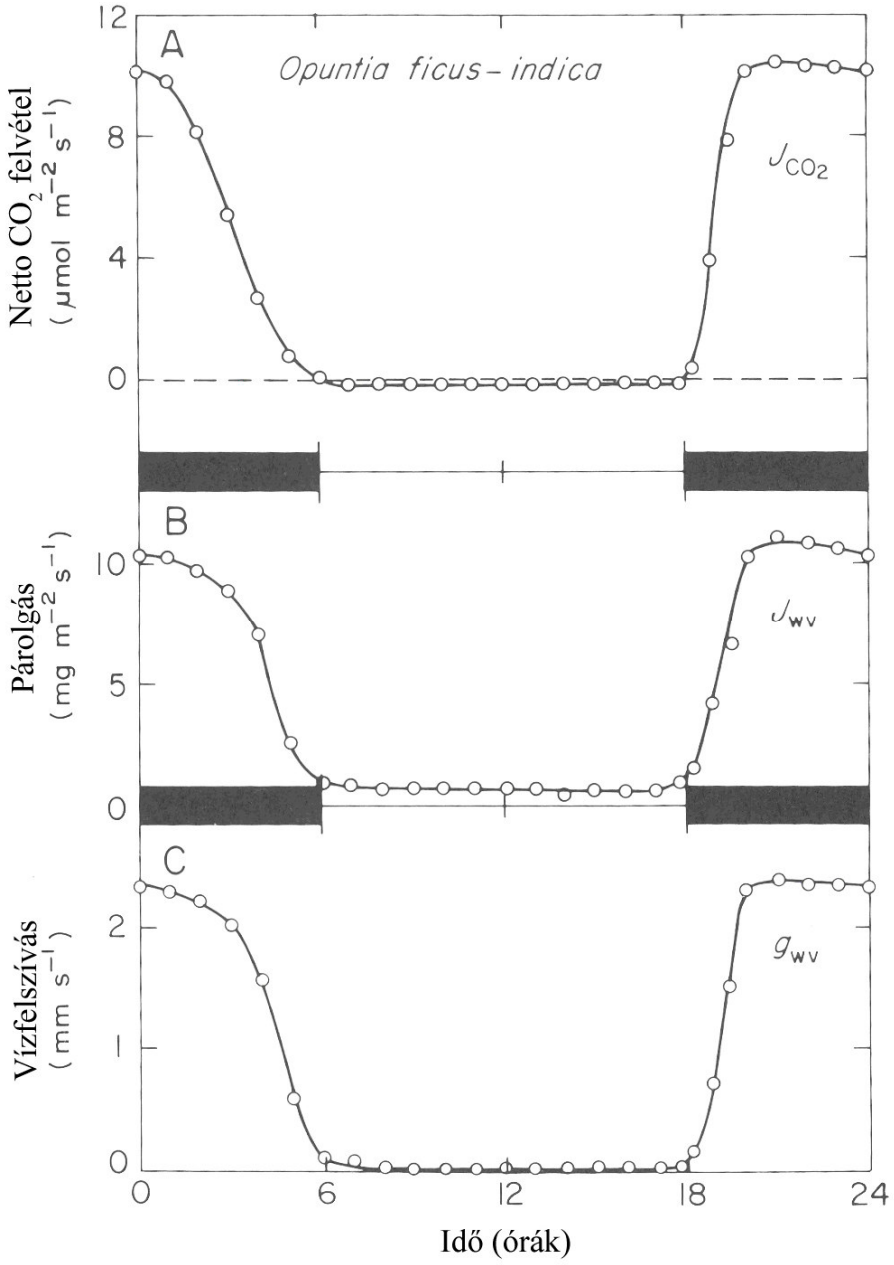
A Crassulacean Acid Metabolism, krasszulasav anyagcsere – továbbiakban CAM –, mint hasznos anyagcsere folyamatról a szukkulens növényekre, így a kaktuszokra asszociálunk (KLUGE és TING, 1978; OSMOND, 1978; TING és GIBBS, 1982). A C4-es módszertől kémiailag nem különböző, azonban élettanilag igen eltérő módszer. A látszólagos rokonság alapja, hogy mind a CAM, mind a valódi C4-es növényeknél a megkötött szén-dioxid egy 4 szénatomos szerves savban (oxálecetsav) mutatható ki először. Az eltérés lényege pedig, hogy CAM folyamán a szén-dioxid felvétele éjszaka történik, alacsonyabb hőmérséklet és magasabb relatív páratartalom mellett, így kisebb a vízvesztés, és magas a vízfelhasználás hatásfoka (**6. ábra 7. ábra)** (SZAREK et al., 1973; SZAREK és TING, 1975; NOBEL, 1983b). A keletkező oxálecetsav almasavvá (krasszulasav) redukálódik és a klorenchima sejtek vakuólumaiban (plazma nélküli üreg a sejtben) tárolódik, a vakuólum éjjel savasodik. A klorenhima savassága minimális szürkületkor, hajnalban pedig a maximális értéket mutatja (ACEVEDO et al., 1983). Nappal, az éjjel felhalmozott krasszulasav dekarboxilációja során keletkező CO_2 a fényreakcióban keletkező kofaktorok (ATP, $NADPH_2$) segítségével a

Kalvin-ciklusban redukálódik, és megy végbe a tényleges fotoszintézis zárt gázcserenyílások mellett. Tehát nem térben, hanem időben válik el a két folyamat. Az eredmény még kevesebb párologtatás és fokozottabb szárazságtűrés. A krasszulasav anyagcsere energiaigényes folyamat, amely lassabb növekedést eredményez (VENEKEY, 1991).

Az *Opuntia ficus-indica* (ACEVEDO et al., 1983), a *Ferocactus acanthodes* (NOBEL, 1977), az *Agave deserti* (JORDAN és NOBEL, 1979), és a *Mesambryanthemum crystallinum* (WINTER et al., 1978) fajok vizsgálata során azonban megfigyelték, hogy a fiatal növények (magoncok), növényi részek (2 hetes szártagok, virágrügyek) gázcsrenyílásainak működése eltér, nincs éjszakai savnövekedés és nappali sztómazáródás sem. A növények nem a CAM, hanem a C_3–as módszert alkalmazzák. Az érett szártagok is „működhetnek" a C_3–as módszerrel, abban az esetben, ha a nappali felmelegedés alacsony (ACEVEDO, 1983), a krasszulasav anyagcserét csak szűkösebb időben használják.

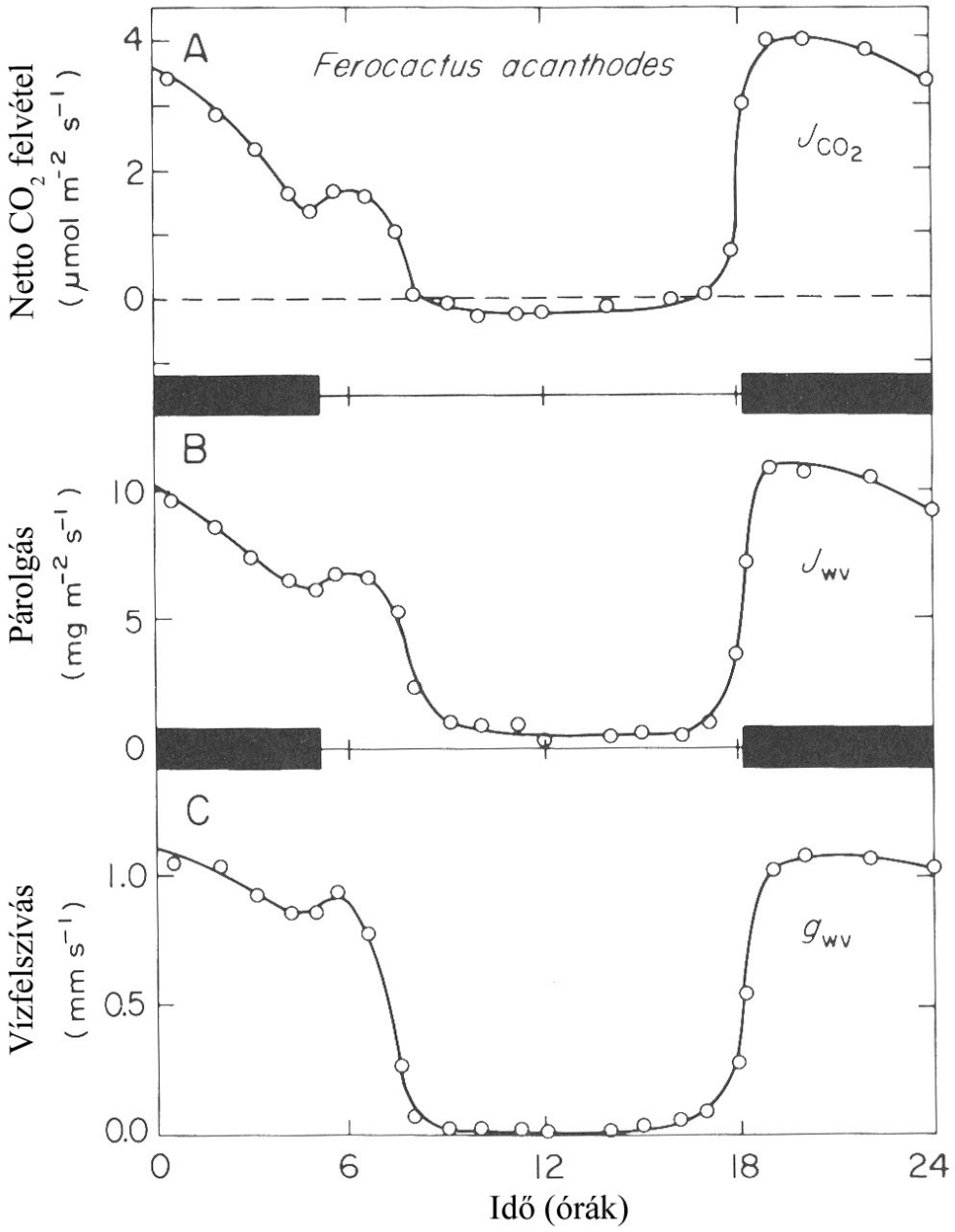
A CAM növényekre jellemző, hogy maximális az éjszakai CO_2 felvételük 10-15 °C között, de 50%-al csökken, ha 0 °C-ra lecsökken, illetve 25 °C-ra emelkedik az éjszakai hőmérséklet (GIBSON és NOBEL, 1986). Meleg éjszakák esetén a növények átválthatnak, az un. „CAM Idling" állapotra, amely egy olyan fiziológiai állapotra utal, amikor a gázcsrerenyílások folyamatosan zárva vannak, és a növények csak a légzés során keletkező szén-dioxidot forgatják vissza újra (HOLTHE és SZAREK, 1985), így a gázcsere megszüntetésével csökken a fotóoxidáció (OSMOND et al., 1980). A CAM-Idling elsődleges haszna, hogy a növények a hosszabb, akár 2-3 éves víznélküli, száraz periódusokat is túlélik (SMITH és MADHAVEN, 1982; SZAREK és TING, 1975).

A hazai sziklakertekbe kiültetett és egész évben kint tartott kaktuszfajok, még ha extenzív körülmények között élnek is, sokkal kevésbé szenvednek a vízhiánytól, (DEBRECZY, 1976), valószínűleg gyakrabban kapcsolják ki a CAM mechanizmusukat, mint élőhelyi társaik.



6. ábra Az *Opuntioideae* alcsaládra jellemző nettó CO_2 felvétel (A), párolgás (B) és a vízfelszívás (C) alakulása 24 óra alatt az *Opuntia ficus-indica* példáján bemutatva (NOBEL és HARTSOCK, 1984).

Megjegyzés: **6. ábra** értékei laboratóriumi körülmények között 25 ºC nappali, 15 ºC éjszakai hőmérséklet; 40%-os nappali, 60%-os éjszakai relatív nedvesség mellett; a klorenchima nappali hőmérséklete elérte a 28 ºC-ot, amely éjszakára 14 °C-ra esett vissza.



7. ábra A *Cactoideae* (*Ferocactus acanthodes*) alcsalád képviselőinél a nettó CO_2 felvétel (A), a párolgás (B) és a vízfelszívás (C) alakulása 24 óra alatt (NOBEL, 1977).

Megjegyzés: a **7. ábra** értékei szabadföldön 27 ºC nappali, 14 ºC éjszakai hőmérséklet; 12%-os nappali, 32%-os éjszakai relatív nedvesség mellett; a klorenchima nappali hőmérséklete elérte a 40 ºC-ot, amely éjszakára 11 °C-ra esett vissza.

2. 2. 2. A növényeket érő stresszhatások

A stressz egy olyan terheléses állapot, amelyben a növénnyel szembeni fokozott igénybevétel a funkciók kezdeti destabilizációját követően egy normalizálódáson át az ellenállóság fokozódásához vezet, majd a tűréshatár túllépésekor tartós károsodást vagy akár pusztulást is okoz (SZIGETI, 1998). Stresszornak, a stresszt okozó környezeti elemeket nevezzük, amelyek eredményeként az élőlényekben specifikus és aspecifikus válaszreakciók indukálódnak, és fiziológiai folyamataik megváltozásával alkalmazkodni próbálnak a kialakult stresszhelyzethez. A növényeket érő stresszorokat biotikus (élő, növényi patogének, rovari, emberi kártételek) és abiotikus (élettelen környezeti hatások) tényezőkre oszthatjuk.

Ismert, hogy a növényeket érő stresszhatások számos biokémiai folyamatra kihatással vannak (PIUS et al., 1998). A stressz hatására a sejten belül oxidatív mikrokörnyezet alakul ki, melynek során egyrészt különbözõ aktivált, igen reakcióképes oxigén szabadgyök (szuperoxid, hidroxilgyök) (HEGEDŰS et al., 2001), másrészt olyan molekulák (hidrogén-peroxid, ózon, szinglet oxigén) keletkeznek, amelyek reakcióiból további szabad gyökök képződhetnek (CADENAS, 1989). Az aktív oxigén és nitrogén formák károsító hatást jelentenek, különös tekintettel a kis molekulatömegű komponensekre, így a szénhidrátokra, fehérjékre, nukleinsavakra és a lipidekre, ezeken keresztül természetesen e biomolekulák anyagcseréjére, így végsősoron a növény egész életére. Megfelelő védelem hiányában mind a növényi, mind az állati és emberi szervezetekben ez az oxidatív hatás a sejtek öregedéséhez, végül sejthalálhoz, a növény részleges vagy teljes pusztulásához vezet.

A növényi szervezet antioxidáns védekezőrendszerrel rendelkezik, amelyben az antioxidáns molekula az oxidálandó szubsztrát molekulához képest kis koncentrációban van jelen, és szignifikánsan lassítja, vagy teljesen meggátolja annak oxidációját. Fontos tulajdonságuk, hogy redukáló hatással rendelkeznek, ezáltal képesek önmaguk oxidálódni a “szubsztrát“ helyett, ill. az oxidált termékeket nem toxikus vegyületekké tudják átalakítani.

Az antioxidánsokra jellemző, hogy legtöbbjük többféle mechanizmuson keresztül is képes gátolni az oxidációt és sok esetben egymással szinergizálva hatnak (ZHANG és OMAYE, 2001).

Az antioxidáns védekezőrendszer elemei feloszthatók enzimes ill. nem enzimatikus folyamatokra, mely utóbbi csoportba kisebb ill. nagyobb molekulatömegű, lipid- ill.

vízoldékony molekulák tartoznak (VAYA és AVIRAM, 2001), ezen molekulák egy része csak növényekben szintetizálódik, pl. vitaminok, flavonoidok.

A sejten belül képződött AOF semlegesítése enzimatikus úton is lehetséges, ezért egyre nagyobb figyelem irányult az enzimekre, különösen az antioxidáns enzimekre (kataláz, peroxidáz, szuperoxid-dizmutáz, polifenol oxidáz). A stresszhatások során az enzimaktivitás mérhetővé válik (STEFANOVITS-BÁNYAI et al., 1999). STEFANOVITS-BÁNYAI et al. (2000) vizsgálatai szerint az alacsony hőmérséklet okozta stressz – más abiotikus és biotikus stresszek mellett – a peroxidáz (POD) aktivitásának emelkedését vonja maga után. A POD enzimek eloszlása az egyes szövetek sejtjeiben és a szervekben az egyedfejlődés során és szezonálisan változik (HOFFMANN, 2003). WALKER és LIU (1995) *Vitis* spp. vizsgálata során az enzimek közül a peroxidázokat találták a leginformatívabb enzimeknek.

A stresszhatásra a növények igen érzékenyen reagálnak a másodlagos anyagcsere-termékekként ismert, védelmi szerepet betöltő flavonoidtartalom megváltozásával is (STEFANOVITS-BÁNYAI et al., 2002; LESKÓ, 2005). A flavonoidok, mint fenolos vegyületek könnyen oxidálódnak és részt vesznek az oxidatív stressz elleni védelemben (WINKEL és SHIRLEY, 2002). A növényekben különféle abiotikus stresszhatások következtében figyelték meg az oldható fenolos vegyületek felhalmozódását, mint például hő és hideg hatására paradicsomban és görögdinnyében (RIVERO et al., 2001). Feltételezhető a 2. 1. 2. 3. fejezetben már említett, a kaktuszokban megtalálható flavonoidtartalom a saját védelmi rendszerükben is fontos szerepet tölt be.

MARSACCI et al. (1995) és PASTORI et al. (2000) kukorica leveleken végzett vizsgálataik során megfigyelték, hogy alacsonyabb hőmérséklet hatására csökken a levél klorofill és karotinoid tartalma, viszont jelentős mértékben nő az antioxidáns enzimek, mint a szuperoxid dizmutáz, CuZn szuperoxid-dizmutáz, aszkorbát peroxidáz aktivitása.

A növényeket ért különböző abiotikus és biotikus stresszhatások során, a titán-aszkorbát kezelések kedvező hatásúnak bizonyultak az enzimek működésére. A titán-aszkorbát kedvező élettani hatását, a mezőgazdaságban növénykondicionáló szerként való alkalmazhatóságát (PAIS, 1983; FEHÉR et al., 1980; STEFANOVITS-BÁNYAI et al., 1999) a hazai kutatócsoporton kívül több külföldi kutatási tapasztalat is alátámasztja (FRUTOS et al., 1996; CARVAYAL és ALCARAZ, 1998), illetve tényként közlik jótékony hatását, annak hatásmechanizmusáról csak feltételezések születtek. A titán-aszkorbáttal folytatott kutatómunka során több esetben felfigyeltek arra, hogy néhány, a növényt érő stresszhatás,

például nehézfém okozta stresszhatást is más mikroelemek, a titán-aszkorbátnak az adagolásával csökkenteni, kedvező esetekben megszüntetni lehet.

2. 2. 3. A hőmérséklet, mint stresszor

Mint ismeretes, a kaktuszokat a világ számos területén a termesztik, jelentős szerepük van az állati takarmányozásban épp úgy, mint a humán táplálkozásban. A termesztésbe vonható fajok számát azonban a hőmérséklettel szembeni toleranciájuk erősen behatárolja. Magyarországon a nagyüzemi kaktusztermesztés még nem körvonalazódik, viszont díszkertészeti felhasználása az utóbbi időben megnőtt. A sziklakerti, tetőkerti, évelőágyi kiültetésekben alkalmazható fajok azokról az élőhelyekről származnak, ahol a hazaihoz hasonlóak a klimatikus körülmények. A legmeghatározóbb éghajlati tényező a minimum hőmérséklet.

A *Cactaceae* család nagy része meleg, száraz élőhelyeken él, alacsony hőmérsékleten károsodik (BENSON, 1982; GIBSON és NOBEL, 1986; VALDEZ-CEPEDA et al. 1997). Vannak azonban olyan fajok, amelyek Kanada déli területein is megtalálhatók (*Opuntia fragilis*), ahol tolerálják akár a -40ºC-ot is (NOBEL és LOIK, 1990, 1993). Az *Opuntia erinaceae* (Colorado) és az *O. humifusa* (Iowa) fajoknál megfigyelték, hogy a hajtás víztartalma az ősz folyamán csökken (KOCH és KENNEDY, 1980; LITTLEJOHN és WILLIAMS, 1983). A víztartalom csökkenése gyakran együtt jár a cukrok, krioprotektív anyagok mennyiségének növekedésével (GOLDSTEIN és NOBEL, 1991). Emellett ősszel a vízfelvétel is csökken, a sztóma mozgás és a CO_2 felvétel azonban folytatódik (LOPEZ és NOBEL, 1991).

Az alacsony hőmérséklet, vízvesztés más akklimatizációs folyamatot is ösztönöz, mint az abszicinsav (ABA) produkciót. Sok fajnál bizonyított az endogén ABA koncentráció emelkedése alacsony hőmérséklet esetén (IRVING, 1969; CHEN és GUSTA, 1983). Az ABA és a kaktuszok fagytoleranciája közötti összefüggés még nem ismert (GIBSON és NOBEL, 1986; NOBEL, 1988). LOIK és NOBEL (1991) kísérleteket végeztek az *O. ficus-indica* és az *O. fragilis* fajokkal, ahol a víztartalom, ABA tartalom és a fagytolerancia összefüggéseit próbálták kideríteni. Az alacsony hőmérséklet hatására az *O. ficus-indica* mindössze 14%, míg a télálló faj a klorenchima víztartalmának 42%-át elveszítette. A fajoknál nőtt a fagytolerancia az ABA oldattal történő lepermetezés után. Azonos mennyiségű volt a sztómákon keresztül bejutott ABA, mégis a klorenchima átlagos ABA tartalma az *O. fragilis* fajnál 37%-al volt alacsonyabb, viszont nagyobb volt a

hőmérséklet-akklimatizációja és az ABA által indukált fagytoleranciája is (LOIK és NOBEL, 1991).

NOBEL (1981) a *Coryphantha vivipara* (Kanada déli államaiban is él) vizsgálata során azt állapította meg, hogy ennél a fajnál hiányzik az ún. „supercooling", a túlhűlés képessége (a citoplazma fagyáspontja lecsökken, a növény a víz fagyáspontja alá hűti magát, fagyás nélkül), és tolerálja az extracelluláris jégképződést. A túlhűlés képessége gyakran rosszabb azokban a szövetekben, ahol nagyobb az extracelluláris hely, több apoplasztikus víz van (GOLDSTEIN et al., 1985; LEVITT, 1980). Az akklimatizáció során különböző alacsony molekula-tömegű anyagok, mint a glükóz, fruktóz, polihidroxi-alkoholok, mint a glicerol, sorbitol szintetizálódnak (SAKAI és LARCHER, 1987), és ezek az anyagok stabilizálják a membránt, a fehérjéket (SANTARIUS, 1982). Hasonlóképpen vélekedik GOLDSTEIN és NOBEL (1991), az akklimatizálás során a víztartalom csökkenésével gyakran együtt járó cukrok, krioprotektív anyagok mennyiségének növekedéséről.

Kaktuszoknál igen gyakori a speciális sejtek által termelt, sejtfalhoz kapcsolódó nyálka, amely egy elágazódó poliszacharid, és szerepét a fagyás folyamán is kimutatták (GIBSON és NOBEL, 1986; TRACHTENBERG és FAHN, 1981). Krioprotektív anyagokként viselkednek, segítik a víz sejten belül maradását.

Az akklimatizáció során a télálló kaktuszoknál bekövetkező változásokat összefoglalóan jellemzik GOLDSTEIN és NOBEL (1994), akik három, eltérő hidegtoleranciájú *Opuntia* fajt vizsgáltak. A Kanada déli és az USA keleti területein élő *Opuntia humifusa* klorenchimájának és vízraktározó parenchimájának nyomása 41%-al magasabb volt, mint a gyengébben fagyálló fajoknak. Lényegesen nagyobb volt a cukor és mannitol mennyisége, valamint az ozmotikusan aktív anyagok mennyisége is, amik megakadályozzák az intracelluláris fagy dehidrációt, és gondoskodnak a sejtmembrán védelméről. Alacsonyabb volt az extracelluláris és az intracelluláris víz relaxációs ideje is mindkét szövetben és lényegesen alacsonyabb víztartalom, magasabb nyálkatartalom jellemző a télálló kaktuszokra a lehűlés folyamán.

A fagystressz „eltűrésének" általános mechanizmusa, – amennyiben a jégképződés bekövetkezik, és nincs letális következménye, ha extracellulárisan, az apoplasztban alakulnak ki a jégkristályok. A sejten belüli jégképződés akkor nem letális, ha nagyon kis méretű jégkristályok formálódnak. A nagyméretű jégkristály képződését az ún. antifreeze proteinek is képesek megakadályozni (SZIGETI, 1998).

2. 3. A télálló kaktuszok elterjedése

A kaktuszfélék a növényvilág egyik legnagyobb adaptációs képességekkel rendelkező családja. A legszélsőségesebb környezeti feltételek mellett is meg tudnak élni, hajtásokat nevelni, és termést érlelni. A sarkvidéki zóna kivételével, Észak-Amerika összes klimatikus zónájában, majdnem minden növénytársulásában természetes fajként jelen van a *Cactaceae* család valamelyik képviselője (BENSON, 1982; LIPNICZKY 1991; DEBRECZY, 1976). Azok a fajok, melyek védelem nélkül a hazai körülményeket is elviselik, leginkább Kanada déli, az USA nyugati, északnyugati, esetleg északkeleti területein, valamint Patagónia, Chile és Argentína magasabb hegyein élnek. A nedvesebb élőhelyek a kaktuszokat a jól drénezett vízáteresztő talajokra korlátozzák (SZABÓ és MÉSZÁROS, 1999).

A következőkben a télálló fajok elterjedése, a HUNT et al. (2006) által készített lexikonban szereplő rendszertani besorolás szerint, nemzetségenként kerül ismertetésre.

A dél-amerikai *Maihuenia* nemzetség fajai Argentínában a Chubut, Mendoza, Neuquén, Río Negro és Santa Cruz tartományokból, és Chilében a Bío-Bío, La Araucania, Maule zuzmóval, bambuszokkal benépesített havas területeiről ismertek (HUNT et al., 2006; KLÜGLING, 2003; KÜMMEL és KLÜGLING, 1987; DEBRECZY, 1976).

A *Cylindropuntia* nemzetség fagytűrő fajai Észak-Mexikóban, az USA délnyugati területein és a Kaliforniai-félszigeten fordulnak elő (SZUTORISZ és VENEKEY, 2004, 2005; SZUTORISZ, 1985, 2006). Az északra hatoló fajok délen magashegyvidéki régiókban jelennek meg (DEBRECZY, 1976).

A *Corynopuntia* nemzetség télálló képviselői az USA Texas, Új-Mexikó, Arizóna, Nevada és California Utah határán, Mexikóban pedig többek között, Coahuila, Sonora, Durango, Chihuahua államokban fordulnak elő (FICZERE, 2005a,b; HUNT et al., 2006).

A legtöbb télálló fajt magába foglaló nemzetség az *Opuntia*, igen széles elterjedési területtel jellemezhető. Ebben a nemzetségben található a legészakabbi elterjedésű kaktusz, az *Opuntia fragilis*, mely a Matanuska völgytől, Alaszkától egészen Labradorig és Newfoundlandig elterülő erdős övben (Kanada, Alberta és Brit Columbia államaiban) természetes fajként él (BENSON, 1982, MOHÁCSINÉ-SZABÓ, 2003). Változatos, formagazdag, télálló fajok találhatóak az USA-ban (Arizona, Utah, Kalifornia, Wyoming, Kansas, Missouri, Oklahoma, Colorado, Nebraska, Új-Mexikó, Texas) és Mexikóban (Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango) (SZUTORISZ, 2006; HUNT et al., 2006; DEBRECZY, 1976; KÜMMEL és KLÜGLING, 1987; DAWSON, 1982; SABUCCO, 1990; BALOGH, 1978, 1986; REHDER, 1990).

Az *Echinocereae* tribusba sorolt *Austrocactus* nemzetség fajai az Egyenlítőtől délre élnek, Argentína, Chíle 1800-2400 m magas hegyein (KÜMMEL és KLÜGLING, 1987; HUNT et al., 2006).

A nemzetségcsoport másik télálló fajokat is magába foglaló nemzetsége, az *Echinocereus* azonban az egyenlítőtől északra, Mexikó és az USA délnyugati területein él (HUNT et al., 2006; KÜMMEL és KLÜGLING, 1987; FRANK és MENZEL, 1980a,b,c).

A hazai adaptációkat figyelembe véve a *Gymnocalycium* nemzetségben egyetlen faj, a *G. bruchii* merülhet fel takarás nélküli kiültetéseknél (SZABÓ és MÉSZÁROS, 1999), melynek természetes előfordulása Argentínában (Córdoba, Sierra de Córdoba) ismeretes (HUNT et al., 2006).

A *Cacteae* nemzetségcsoport, *Pediocactus* nemzetségében csak a *P. simpsonii*-nak van szélesebb areája: a Columbia River Basin, a Great Basin és a Sziklás-hegység középső része. Más fajok a Navajo sivatagban, a Colorado-platón É-Arizonában, és ÉNy-Mexikóban fordulnak elő (BÖCKER, 1987; FRICZ, 1993). A Colorado-plató hat faja és változataik szigorúan endemikusak. A jelentős tövisváltozatoktól eltekintve a 7 faj az USA nyugati részén egy összefüggő egységként található. A *Pediocactus knowltonii* az egyik legritkább kaktuszfaj az Egyesült Államokban, San Juan megye északnyugati részén néhány száz egyed él (MOHÁCSINÉ-SZABÓ és PAPP, 2002).

A *Sclerocactus* nemzetség Mexikó északi és az USA délnyugati területein él (KNEIBL, 1970; HUNT et al., 2006; DAWSON, 1982; HOCHSTATTER, 1990).

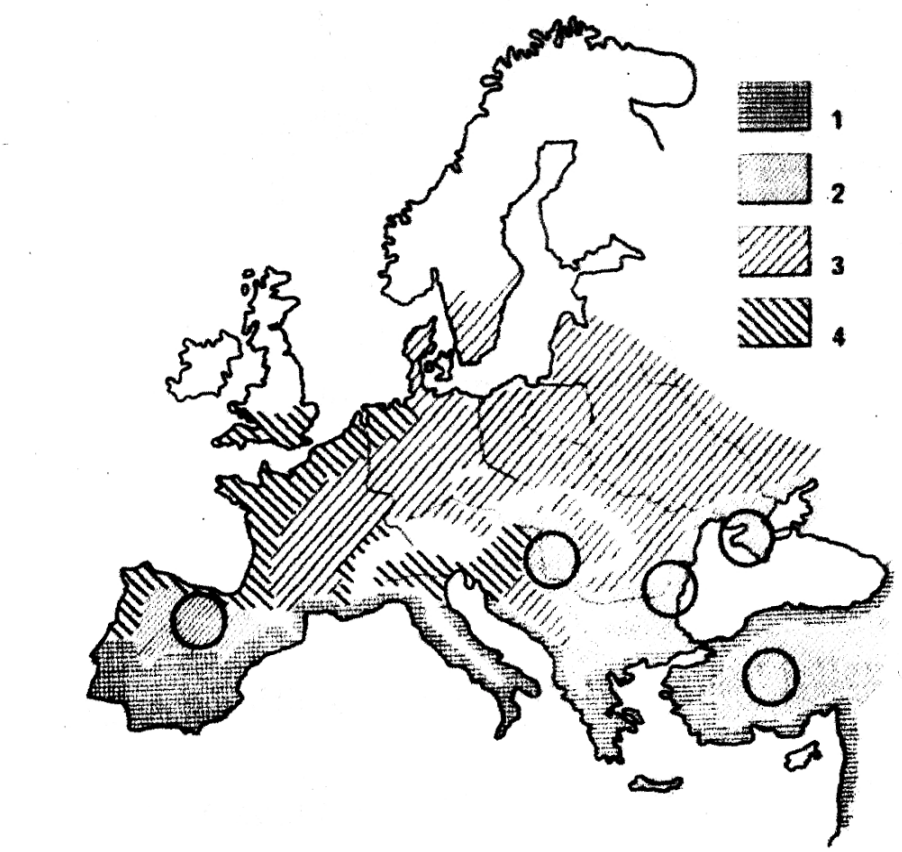
A télálló *Escobaria* fajok az USA államaiban élnek. Bizonyos fajaik kifejezetten déli elterjedésűek, mások a kanadai Albertától DNy Manitobáig, illetve a két országhatár közelében koncentrálódnak (CZORNY, 1970; TAYLOR, 1983; FRÖHLICH, 1995, 1998).

A *Mammillaria,* bár nagy fajszámú nemzetség, és többnyire közép-amerikai elterjedési centrummal jellemezhető, megközelítőleg 20 faj hatol be Észak-Amerika területére (DEBRECZY, 1976). Az USA-ban élő fajok közül a télállók, a tejnedves (*Galactochylus*) csoportból kerülnek ki, és a „valódi" *Mammillaria*-k közé tartoznak. HUNT et al. (2006) a télálló fajokat gyakorlatilag két fajnév, a *M. heyderi* és a *M. wrightii* alatt összegzi, és a korábbi irodalomban fellelhető fajokat e fajok alfajaiként ismerteti. Előforulásuk délkelet Arizona, Új-Mexikó és Texas déli területeről ismert.

2. 4. A télálló kaktuszok adaptációs lehetőségei

2. 4. 1. Adaptációja Európában

DEBRECZY (1976) könyvében megjelölte a télálló kaktuszkertek létesítésére alkalmas kedvező területeket (**8. ábra**). A javasolt területek mellett számos egyéb – a kaktuszos levelező listákon (pl. toocoldforcactus@yahoogroups.com) olvasható – európai adaptációja ismeretes, ahol kaktuszos kertek létesültek, és a szukkulensek gazdag fajszámmal képviseltetik magukat.



8. ábra Kedvező területek télálló kaktuszkertek létesítésére Európában (**O**) DEBRECZY (1976) nyomán, ahol az 1 – nyáriesős, trópusi; 2 – száraz, szubtrópusi; 3 – mérsékeltövi; 4 – enyhe klímájú, szubtrópusi területeket jelöl.

2. 4. 2. A télálló kaktuszok kertészeti vonatkozásai Magyarországon

Hazánkban a télálló kaktuszok szabadföldi kiültetése a XIX. századnál korábbi időkre nyúlik vissza. Jelen voltak Lippay György pozsonyi hercegérsek európai hírű kertjének növényei között, melyeket öccse Lippay János jezsuita pap az 1664-ben írt "Posoni kert" című könyvében is megemlít. A részletességgel leírt jellemzésekből például az *Opuntia camanchica* is azonosítható, mely hazai körülmények között biztosan télálló faj. Az 1910-es 1920-as évekre tehető, hogy a főváros parkjaiban, közterein Magyar György támogatásával kezdenek megjelenni a télálló kaktuszok. E fajok fellendülésének következő nagy időszaka – mely a mai napig tart – 1976 után bontakozik ki, ekkor jelenik meg ugyanis Debreczy Zsolt: "Télálló kaktuszok, agavék és pálmaliliomok" című könyve. Hatására a magyar kaktuszgyűjtők több-kevesebb sikerrel tartják a könyvben télálló fajoknak említett növényeket.

Magyarországon a fagytűrő kaktuszok telepítése egyre nagyobb arányokat ölt (SZUTORISZ és VENEKEY, 2004). A télálló kaktuszokból álló gyűjtemények azonban, többnyire magángűjteményekben találhatóak, sziklakerti (PETROVICS, 1995; SZABÓ és MÉSZÁROS, 1999; HÁMORI és SZABÓ, 1999; BENKE, 2003; GONDA, 2005; SZUTORISZ, 2006; HORVÁTH, 2006), tetőkerti (MOHÁCSINÉ-SZABÓ, 2000, 2002) elhelyezésekre, illetve az egyetemi, botanikus kertek, növénykertek sziklakertjeinek (MOHÁCSI-SZABÓ és CSÁRÁDI, in press) és tetőkertjeinek (SCHMIDT et al., 1999) bemutatóira korlátozódnak. A Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Karán (a korábbi Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem) 1990-es évek elején fogalmazódott meg a télálló kaktuszgyűjtemény létrehozásának gondolata. A növények beszerzésében nagy szerepe volt a Magyar Kaktuszgyűjtők Országos Egyesülete akkori elnökének, Mészáros Zoltánnak. Közbenjárásával a növényeket Szutorisz Gyula bocsátotta a Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék rendelkezésére. Az *Opuntia* taxonokból álló télálló kaktuszgyűjtemény a „K" épület tetőkertjében, a zöldtetőn került elhelyezésre 1997. áprilisában, illetve szeptemberben a gyűjtemény utolsó 25%-a (MÁTYUS, 1997; SCHMIDT et al., 1999).

KISS (1997) egy télálló faj, az *Opuntia phaeacantha* var. *camanchica* f. *Rubra* termesztéstechnológiáját dolgozta ki. HORVÁTH (2006) a télálló kaktuszok sziklakerti felhasználására tett javaslatot dolgozatában és megjelölte az általa megfigyelt kaktuszok téltűrési képességeit (**2. táblázat**).

2. táblázat Sziklakertben felhasznált kaktuszok télállóságának jellegzetességei

Faj	igen jó télálló	jó télálló	közepsen télálló	el-pusztult
Cylindropuntia imbricata	x			
Cylindropuntia whipplei		x		
Cylindropuntia versicolor			x	
Cylindropuntia spinosior	x			
Opuntia humifusa	x			
Opuntia macrorhiza		x		
Opuntia grandiflora		x		
Opuntia phaeacantha	x			
Opuntia basilaris		x		
Opuntiafragilis		x		
Opuntia rhodantha	x			
Opuntia polyacantha	x			
Corynopuntia clavata		x		
Echinocereus chloranthus		x		
Echinocereus dasyacanthus var. *neomexicanus*			x	
Echinocereus reichenbachii		x		
Echinocereus pectinatus		x		
Echinocereus pectinatus var. *rigidissimus*		x		
Echinocereus triglochidiatus	x			
Hamatocactus setispinus				x
Coryphantha vivipara var. *vivipara*		x		

Megjegyzés: Igen jó télálló: a növény károsodás nélkül áttelelt. Jó télálló: a növény károsodás nélkül áttelelt, de a bőrszöveten parafoltok keletkeztek. Közepesen télálló: a növény friss hajtásai kis mértékben károsodtak, több parafolt. Elpusztult: általában tőrothadás okozta a növény pusztulását.

Az utóbbi időben a növekvő tendencia nem csak a magángyűjteményekben, hanem a kertészeti áruházak, faiskolák szélesebb kínálatában is megmutatkozik. A kertépítészetben is növekszik a jelentősége, sziklakertek egyre gyakoribb képviselői a kaktuszok (FITZERE, 2000). Hazánkban az értékesítésre szánt, legbővebb télálló kaktusz fajlistát HÓDI-TÓTH (2006) adta közre.

2. 5. A télálló kaktuszok szaporodási és szaporítási lehetőségeinek irodalmi áttekintése

2. 5. 1. A kaktuszok reproduktív stratégiái.

A *Cactaceae* az egyik legkülönlegesebb, legnagyobb elterjedési területtel rendelkező növénycsalád. „Sikerességüket" többek között szaporodási jellegzetességeiknek is köszönhetik. REBMAN és PINKAVA (2001) tanulmányukban az opuntioid nemzetségeken keresztül vezetik végig a szaporodási eltéréseket, változékonyságot, és ezek konbinációit:

1) ivaros szaporodás, amely fenntartja a genetikai variábilitást, beleértve a kétlaki és nővirág fejlődését, amely révén növekszik a populációk átkereszteződése és genetikai változatossága;

2) klónok (vegetatív hajtásrészek, szártagok, gyökérhajtások és termések);

3) poliploidia (genetikai újdonságokról gondoskodik fenntartva a változatlan genom másolatok állapotát);

4) hibridizáció (génkereszteződések genetikailag szeparált, vagy részben szeparált populációk között) Kaktuszoknál az intraspecifikus, interspecifikus és az intergenerikus hibridizáció is ismert (REBMAN és PINKAVA, 2001).

A *Cactaceae* virágai általában a porzót és a termőt is tartalmazzák. Az ilyen virágok beporzódhatnak más egyedek által és lehetnek önbeporzók is (MANDUJANO et al., 1996; MCFARLAND et al., 1989; OSBORN et al., 1988; ROSS, 1981). Azonban a kaktuszoknál – egy limitált számú faj esetében – megfigyeltek kétlakiságot, termős-, porzós virágú vagy ún. trioecious virágokat (FLEMING et al., 1994; HOFFMAN, 1992; PARFITT, 1985; VALIENTE-BANUET et al., 1997). PARFITT (1985) az *O. stenopetala* fajt, mint kétlaki növény jelölte. Az utóbbi években felfedezett *Consolea corallicola,* rejtett kétlaki (inkább álegylaki) azaz különálló porzós és termős növények figyelhetők meg, de morfológiailag kétivarúnak tűnik (NEGRON-ORTIZ, 1998). Kalifornia déli területein élő *Cylindropuntia* 5 faja, (mint például a *C. calmalliana*, *C. molesta* és a *C. wolfii*, „gynodioecious", teljes (hímnős) és termős virágú egyedeik vannak (REBMAN, 1998).

Az ivartalan szaporodás általánosan elterjedt az *opuntioid* kaktuszoknál. Leginkább uralkodó típus a hajtások, kladódiumok lehullásával történő vegetatív szaporodás. A terminális szegmensek több fajnál (pl. a *Cylindropuntia leptocaulis, Opuntia fragilis* és az *O. pubescens* könnyen elválnak (kampós töviseikkel beleakadnak az arra haladók bőrébe, szőrébe, az állatok, emberek, mint mobil vektorok) az anyanövénytől, és gyökeret

fejlesztenek, klónokat létrehozva. Az ilyen fajokat gyakran “jumping cacti”, ugrókaktuszoknak is nevezik (pl. *Cylindropuntia bigelovii, C. fulgida*, és *C. molesta*).
A *Cylindropuntia* fajok közül néhány, mint például a *Cylindropuntia cholla* és a *C. fulgida* termései is vegetatív szaporítóképletté válhatnak. Mivel a pericarpium, ami körülveszi a termőt, aktuálisan egy hajtásszövet, így képes új szervek, mint járulékos gyökér, hajtás képzésére. Az ivartalan szaporodás egy másik típusáról írt DAVIS (1966), aki opuntiáknál megfigyelte, hogy egy diploid anyasejt transzlokálódik az embriózsákba és megtermékenyítés nélkül embrióvá fejlődik a magban, Így a kicsírázott egyed a szülő klónja.

A *Cactaceae* családban végzett citogenetikai analízisek nagyon hasznos taxonómiai eszközök a fajok elkülönítésében és a természetes hibrid populációk dokumentálásában (BAKER és PINKAVA, 1987; PINKAVA és MCLEOD, 1971; PINKAVA és PARFITT, 1982; PINKAVA et al., 1973, 1985, 1998; POWELL et al., 1991). A *Cactaceae* család alap kromoszómaszáma x=11. Bár a poliploiploidia a kaktuszok 28%-ánál megtalálható, az *Opuntioideae* alcsaládban fontosabb szerepet tölt be (64,3 %), mint a *Cactoideae*-ben (12,9 %), (PINKAVA et al., 1998). A hibridizáció párban a poliploidiával, a habitus és az ivartalan szaporodás mind felelős a *Cactaceae* evolúciós fejlődése bonyolultságának növekedésében.

2. 5. 2. Vegetatív szaporítási módok

Dugványozás

A télálló kaktuszok szaporításánál a dugványozásnak kiemelkedő jelentősége van. Az *Opuntia, Escobaria, Echinocereus* fajokat könnyen szaporíthatjuk ezzel a módszerrel. Az *Opuntia* fajok morfológiai sajátságaikkal is erre rendezkedtek be. Azzal, hogy szártagjaik az ízesülésnél összeszűkülnek, a könnyebb leválasztáshoz járulnak hozzá (GRANT és GRANT, 1980; MANDUJANO et al., 1996; MANDUJANO et al., 1998), akár természetes körülmények között törnek le, akár a kertész vágja le a hajtásokat. A leszedett sarjakat néhány napig száradni hagyjuk, majd megfelelően vízáteresztő talajba dugványozzuk (JESZENSZKY, 1965; DEBRECZY, 1976), és a közeget mérsékelten nedvesen tartjuk (NEMES és SZABÓ, 1981). A kaktuszrészek híresek gyökeresedési képességeiről, a leesett szártagokon kallusz képződik, és a kalluszosodott felületről vagy a szártag alsó areoláiból adventív gyökerek formálódnak (GIBSON és NOBEL, 1986). A dugványozás optimális

időpontja tavasz végén, nyár elején van, így a dugvány kellően begyökeresedhet, megerősödhet a nyugalmi időszak beálltáig.

Oltás

SHARGA (1991) szerint a kaktuszok oltása legalább annyira művészet, mint amennyire tudományág. Oltással szaporíthatjuk a kaktuszok ritka egyedeit, melyek kultúrában másként nem tarthatók fenn, megmenthetjük a pusztulásnak indult növényeket és esetenként gyorsabb növekedést is indukálhatunk. Az önmagukban életképtelen, természetellenes megjelenésű (klorofillhiányos) fajok is oltva tarthatók életben, amelyek azonban szépségükkel, értékükkel kapcsolatban igen megosztják a gyűjtők véleményét (SCHECK, 1997).

Több oltási mód ismeretes (ékoltás, magoncoltás, lapolás), azonban ez a vegetatív szaporítás akkor lesz sikeres, ha az alany és a nemes edénynyalábjai kielégítő módon találkoznak egymással (NEMES és SZABÓ, 1981), közel azonos környezeti igényűek és hasonló fejlődési stádiumban vannak.

FODOR (2004) a télálló kaktuszok oltásának létjogosultságát bizonyítva, kísérleteket végzett a télálló *Escobaria vivipara* var. *arizonica* nemesként, és az *Echinocereus baylei*, valamint az *Opuntia fragilis* alanyként való alkalmázásában. Vizsgálatai során megállapítást nyert, hogy a télállóság és a növekedési intenzítás is jelentős mértékben függ attól, hogy a nemest saját gyökéren, vagy valamely alanyra oltva neveljük. Statisztikai számításai szerint az *Echinocereus*-ra oltott nemes adta szignifikánsan a legjobb eredményt, megelőzve az *Opuntia*-ra oltott növényeket és a sajátgyökerű egyedeket is.

2. 5. 3. Magvetéses szaporítás

Jó körülmények között a télálló kaktuszok lehullott, felrepedt terméseiből a talajra hullott magok is kikelhetnek (FARKAS, 1962). Egy sziklakertben mindig találhatunk friss magoncokat, főleg az *Opuntia* fajok esetén (**9.** és **10. ábra**). Ez azonban nem a legjobb hatékonysága a vetésnek, valamint a hibridizáció nagy aránya miatt kis százalékban kaphatunk fajazonos magoncokat. A kaktuszok magvetéses szaporításával szinte minden kaktuszokkal foglalkozó, kaktuszgyűjtő próbálkozott (PINTÉR, 1985; VÉGVÁRI, 1991; NEMES és SZABÓ, 1981; SZUTORISZ, 1988; MÉSZÁROS, 1969; INCZE, 1976). FODOR (2004) hagyományos magvetéssel szaporított télálló kaktuszokat. Vetés előtt a közeget (¼ rész érett komposztföld és ¾ rész durva szemcsés homok) hevítéssel fertőtlenítette. A magokat

takarás nélkül, jelentős hőingadozás mellett (nappal 25-28 ºC, éjszaka 5-8 ºC) tartotta. Tapasztalatai szerint, a magok így sokkal jobban csíráznak, mint az állandó hőmérsékleten tartottak. A csíranövényeket később oltásos kísérleteiben használta fel.

9. ábra. *Opuntia phaeacantha* lehullott termései a Fővárosi Állat és Növénykert sziklakertjében, 2005-ben

10. ábra Az *Opuntia phaeacantha* magoncai a Fővárosi Állat és Növénykert sziklakertjében, 2005-ben

2. 5. 4. Steril magvetés és mikroszaporítás

A kaktuszok in vitro szaporításáról is számos publikációban olvashatunk, MAUSETH (1977) szerint a szövettenyésztés potenciális eljárás, mivel jó néhány fajt nehéz magról szaporítani. BENSON (1977a) véleménye – miszerint a kaktuszok in vitro szaporítása hatásos módszer az értékes, veszélyeztetett fajok megmentésére – is ezt támasztja alá. SMITH et al. (1991) a *Coryphantha micromeris*, GIUSTI et al. (2002) három veszélyeztetett faj in vitro szaporítási eljárását dolgozták ki, hasonlóképpen tette ezt SLUIS (1997) egy igen veszélyeztetett *Pediocactus* faj esetében. A vizsgált *Escobaria* nemzetséghez rendszertanilag közel álló *Mammillaria elongata* fajnál JOHNSON és EMINO (1979a,b), a *Neomammillaria prolifera* fajnál MINOCHMA és MEHRA (1974) indukált kalluszképződést, a *Mammillaria woodsii*-val folytatott kísérleteiről, pedig KOLLÁR (1977) számolt be publikációjában. VYSKOT és JARA (1984) a *Mammillaria carmenae, M. prolifera, Astrophytum myriostigma,* és a *Trichocereus* fajokat szaporították – a csúcsrügyeket felhasználva – laboratóriumi körülmények között. LEONARD és KANDELER 1987-ben írt tanulmányukban említést tesznek a kaktuszok mikroszaporítási folyamata során kialakuló rendellenességről, az üvegesedésről (vitrifikáció). Míg a szegfű mikroszaporításánál a

rendellenes folyamat mértékét az alacsonyabb kinetin szint csökkentette (DENCSŐ, 1981), a kaktuszoknál ilyen jellegű folyamat nem volt észrevehető. A fásodást és a vitrifikációt befolyásolja az ammónium szint BEAUCHESNE (1977), DAGUIN és LETOUSHÉ (1986) és LEONHARD és KANDELER (1987) vizsgálatai szerint.

Jelen kísérlethez kapcsolódik SZENDRÁK 1991-1992-ben folytatott kísérlete, melyben 21 *Gymnocalycium* taxon steril és hagyományos magvetésének eredményességét hasonlította össze. 1992-ben néhány kaktuszfaj steril magvetéséről közölt adatokat SZABÓ és SZEKERES TDK dolgozatukban, majd az ebből származó növényeket alapul véve, a kifejlett növényekből kimetszett inokulumokat mikroszaporításhoz is felhasználták (FEHÉRVÖLGYI és SZABÓ, 1994).

Az utóbbi években több kutatást folytattak *Opuntia* fajok in vitro szaporításában, mint ahogy tette ezt JUÁREZ és PASSERA (2002) egy tövis nélküli, -20 ºC-ot is elviselő, állati takarmányozásra kiválóan alkalmas növény, az *Opuntia ellisiana* esetében. Kísérleteikkel a kitűzött céljaikat, – melyek minden esetben döntően meghatározzák a mikroszaporítás sikerességét – a sikeres sterilizálást, az optimális növekedésszabályozók megtalálását, a gyökér növekedéséhez optimális auxinszint megállapítását és az eredményes akklimatizálást igyekeztek megvalósítani. BALEN et al. (2003) vizsgálták a *Mammillaria gracilis* szövettenyésztése folyamán bekövetkező peroxidáz aktivitás és az izoenzimek összefüggéseinek hatását az egyedfejlődésre.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Levelező doktoranduszként 1997-2006 között megfigyeléseket végeztem a BCE Budai Arborétumban, az extenzív zöldtető elhelyezett télálló *Opuntia* gyűjteményben, továbbá szaporítási kísérleteket a Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, a Fővárosi Állat- és Növénykert Pálmaházában, egy érdi üvegházban, a biokémiai vizsgálatokat az Alkalmazott Kémia Tanszék laboratóriumában végeztem, adaptációs felméréseket, pedig az ország számos pontján készítettem (**3. táblázat**).

3. táblázat A vizsgálatok, megfigyelések összefoglalása 1997 és 2006 között

Vizsgálat célja	Vizsgálat időszaka	Vizsgált taxonok mennyisége	Megfigyelések gyakorisága	Vizsgálat helyszíne
Fagytűrés	1998-2001	271	2 felmérés/év, a vegetációs időben rendszeres növény-megfigyelés	BCE-DDT – Extenzív zöldtető
Tövis, szártag méretbeli változása az időjárás függvényében	1999-2000	25	1 alkalom/ év	BCE-DDT – Extenzív zöldtető
Országos adaptációs felmérés	1997-2006	169	4-5 alkalom/év	Magyarországi kaktuszgyűjtemények
Peroxidáz enzim aktivitásának változása	2005-2006	4	4 mintavétel, hetenkénti növényellenőrzés	BCE-Alkalmazott Kémia Tanszék, Főv. Állat- és Növénykert
Fenoltartalom meghatározása	2006	3	1	BCE-Alkalmazott Kémia Tanszék
Opuntia tortispina szártagok gyökeresedése	2006	50 szártag / 1 taxon	5	Főv. Állat- és Növénykert
Magvetéses szaporítási vizsgálatok	2006	7	Rendszeres (2-3 napi) megfigyelés a kísérlet végéig	BCE-DDT, Érd
Táptalajok vizsgálata steril indításnál	2006	3	Rendszeres (2-3 napi) megfigyelés a kísérlet végéig	BCE-DDT

A dolgozat részét képező kísérletek, megfigyelések növényanyaga igen nagy, ezért a **4. táblázat**ban foglaltam össze, a leírók az I. mellékletben, a szinoníma táblázatokban szerepelnek. Az egyes vizsgálatok pontos idejét, helyét az alfejezetek tartalmazzák.

4. táblázat. A vizsgálatok, megfigyelések növényanyaga 1997 és 2006 között.

Megjegyzés: a táblázat tartalmazza a gyűjteményekben nyilvántartott nevet, valamint az Atlasz, a The New Cactus Lexikon-ban (TNCL) elfogadott neveket (HUNT et al., 2006), illetve a nem elfogadott nevek „?" –el vannak jelölve. A Vizsgálat oszlopban az A adaptációs felmérés, B biokémiai módszerek alkalmazásában, az T zöldtetőn végzett megfigyelésekben, az Mt tövis-szártag vizsgálatokban, és az SZ szaporítási kísérletekben szereplő taxonokat jelzi.

Genus	**Fajnevek a gyűjteményekben**	**Fajnevek a TNCL-ben**	**Vizsgálat**
Austrocactus	*hibernus*	*philippii*	A
Austrocactus	*patagonicus*	*bertinii*	A
Austrocactus	*philippii*	*philippii*	A
Austrocactus	*coxii*	*?*	A
Corynopuntia	*clavata*	*clavata*	A
Coryphantha	*arizonica*	*E. vivipara*	A
Coryphantha	*vivipara* var. *neomexicana*	*E. vivipara*	A
Coryphantha	*vivipara* var. *arizonica*	*E. vivipara*	A
Coryphantha	*vivipara* var. *radiosa*	*E. vivipara*	A
Cylindropuntia.	*dawisii*	*davisii*	A
Cylindropuntia.	*imbricata*	*imbricata*	T, A
Cylindropuntia.	*kleiniae*	*kleiniae*	A
Cylindropuntia.	*leptocaulis*	*leptocaulis*	A
Cylindropuntia.	*spinosior*	*spinosior*	A
Cylindropuntia.	*viridiflora*	*imbricata x whipplei*	A
Cylindropuntia.	*whipplei*	*whipplei*	A
Echinocereus	*arizonicus*	*arizonicus*	A
Echinocereus	*baileyi*	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	A
Echinocereus	*bonkerae*	*fendleri*	A
Echinocereus	*chloranthus*	*viridiflorus* ssp. *chloranthus*	A
Echinocereus	*coccineus*	*coccineus* ssp. *coccineus*	A
Echinocereus	*coccineus* var. *guerneyi*	*?*	A
Echinocereus	*coccineus* var. *paucispinus*	*coccineus* ssp. *paucispinus*	A
Echinocereus	*dasyacanthus*	*dasyacanthus*	A
Echinocereus	*engelmannii*	*engelmannii*	A
Echinocereus	*engelmannii* var. *bonkerae*	*?*	A
Echinocereus	*enneacanthus*	*enneacanthus* ssp. *enneacanthhus*	A
Echinocereus	*fendleri*	*fendleri* ssp. *fendleri*	A
Echinocereus	*fendleri* var. *kuenzleri*	*fendleri*	A
Echinocereus	*fitchii*	*reichenbachii* ssp. *fitchii*	A
Echinocereus	*hempelii*	*fendleri* ssp. *fendleri*	A
Echinocereus	*neomexicanus*	*coccineus* ssp. *coccineus*	A
Echinocereus	*pectinatus*	*pectinatus*	A
Echinocereus	*perbellus*	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	A

4. táblázat. A vizsgálatok, megfigyelések növényanyaga 1997 és 2006 között (folytatása)

Genus	Fajnevek a gyűjteményekben	Fajnevek a TNCL-ben	Vizsgálat
Echinocereus	*rectispinus*	*fendleri* ssp. *rectispinus*	A
Echinocereus	*reichenbachii*	*reichenbachii* ssp. *reichenbachii*	A
Echinocereus	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	A, B
Echinocereus	*reichenbachii* var. *caespitosus*	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	A
Echinocereus	*reichenbachii* var. *oklahomensis*	*?*	A
Echinocereus	*reichenbachii* var. *perbellus*	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	A
Echinocereus	*reichenbachii* var. *purpureus*	*?*	A
Echinocereus	*rigidissimus* var. *pailanus*	*?*	A
Echinocereus	*russanthus*	*russanthus*	A
Echinocereus	*subinermis*	*subinermis*	A
Echinocereus	*triglochidiatus*	*triglochidiatus* ssp. *triglochidiatus*	A
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *mojavensis*	*triglochidiatus* ssp. *mojavensis*	A
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *mojavensis* f. *inermis*	*triglochidiatus* ssp. *mojavensis*	A
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *subnudus*	*?*	A
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *gonacanthus*	*trigloc.* ssp. *triglochidiatus*	A
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *roseiflorus*	*?*	A
Echinocereus	*viridiflorus*	*viridiflorus* ssp. *viridiflorus*	A
Echinocereus	*viridiflorus* ssp. *cylindricus*	*viridiflorus* ssp. *cylindricus*	A
Escobaria	*albicolumnaria*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A
Escobaria	*dasyacantha*	*dasyacantha* ssp. *dasyacantha*	A
Escobaria	*guadalupensis*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A
Escobaria	*leei*	*sneedii* ssp. *sneedii*	A
Escobaria	*minima*	*?*	A
Escobaria	*missouriensis*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	SZ, A
Escobaria	*missouriensis* var. *similis*	*?*	A
Escobaria	*orcutti* var. *orcutti*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A
Escobaria	*orcutti* var. *organensis*	*?*	A
Escobaria	*orcutti* var. *sandbergii*	*?*	A
Escobaria	*orcutti* var. *villardii*	*?*	A
Escobaria	*organensis*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A
Escobaria	*sneedii*	*sneedii* ssp. *sneedii*	A
Escobaria	*sneedii* var. *leei*	*sneedii* ssp. *sneedii*	A
Escobaria	*tuberculosa* var. *durispina*	*?*	A
Escobaria	*tuberculosa* var. *caespititia*	*?*	A
Escobaria	*vivipara*	*vivipara*	SZ, A, B
Escobaria	*vivipara* var. *aggregata*	*vivipara*	SZ, A
Escobaria	*vivipara* var. *arizonica*	*vivipara*	SZ, A
Escobaria	*vivipara* var. *bisbeeana*	*vivipara*	SZ, A
Escobaria	*vivipara* var. *missouriensis*	*vivipara*	SZ, A
Escobaria	*vivipara* var. *neomexicana*	*vivipara*	A, B, SZ
Escobaria	*vivipara* var. *radiosa*	*vivipara*	A
Escobaria	*vivipara* var. *rosea*	*?*	A
Gymnocalycium	*bruchii*	*bruchii*	A, B
Maihuenia	*patagonica*	*patagonica*	A

4. táblázat A vizsgálatok, megfigyelések növényanyaga 1997 és 2006 között (folytatása)

Genus	Fajnevek a gyűjteményekben	Fajnevek a TNCL-ben	Vizsgálat
Maihuenia	*poeppigii*	*poeppigii*	A
Mammillaria	*applanata*	*heyderi* ssp.*hemisphaerica*	A
Mammillaria	*heyderi* var. *hemisphaerica*	*heyderi* ssp. *hemisphaerica*	A
Mammillaria	*wrightii*	*wrightii*	A
Neobesseya	*similis*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	A
Neobesseya	*wissmannii*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	A
Opuntia	*arenaria*	*polyacantha*	A
Opuntia	*arkansana*	*?*	T, Mt, A
Opuntia	*armata*	*?*	T, A
Opuntia	*atrispina*	*atrispina*	T, A
Opuntia	*basilaris*	*basilaris*	T, A
Opuntia	*basilaris* var. *aurea*	*basilaris*	A
Opuntia	*basilaris* var. *brachyclada*	*basilaris*	T, A
Opuntia	*basilaris* var. *longiareolata*	*basilaris*	T, A
Opuntia	*basilaris* var. *ramosa*	*basilaris*	T, A
Opuntia	*basilaris* var. *woodberryi*	*basilaris*	A
Opuntia	*basilaris* var. *cordata*	*basilaris*	A
Opuntia	*calcicola*	*humifusa*	A
Opuntia	*camanchica*	*phaeacantha*	T, Mt, A
Opuntia	*camanchica* f. *rubra*	*phaeacantha*	A, T, Mt
Opuntia	*camanchica* var. *luteo-straminea*	*phaeacantha*	A, T
Opuntia	*compressa*	*humifusa*	T, A
Opuntia	*compressa* var. *microsperma*	*humifusa*	T
Opuntia	*curvispina*	*chlorotica x phaeacantha*	A
Opuntia	*debreczyi*	*?*	A
Opuntia	*drummondii*	*pusilla*	A
Opuntia	*engelmanni* var. *discata*	*engelmanni*	T, Mt, A
Opuntia	*engelmannii*	*engelmanni*	T, Mt, A
Opuntia	*engelmannii-phaeacantha*	*?*	T, Mt
Opuntia	*erinacea*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*erinacea* var. *hystricina*	*?*	A
Opuntia	*erinacea* var. *rhodantha*	*polyacantha*	A, T
Opuntia	*erinacea* var. *ursina*	*polyacantha*	A, T
Opuntia	*fragilis*	*fragilis*	T, Mt, A
Opuntia	*fragilis* f.	*fragilis*	T, A
Opuntia	*fragilis* var. *brachyarthra*	*fragilis*	T, A
Opuntia	*fragilis* var. *caespitosa*	*fragilis*	T
Opuntia	*fragilis* var. *columbiana*	*fragilis*	T
Opuntia	*fragilis* var. *denudata*	*fragilis*	T, A
Opuntia	*fragilis* var. *parviconspicua*	*fragilis*	A, T
Opuntia	*fragilis* var. *wiegandii*	*fragilis*	T, A
Opuntia	*fragilis* var. *sidowiana*	*fragilis*	A
Opuntia	*fragilis-rhodantha*	*?*	T
Opuntia	*humifusa*	*humifusa*	T, A
Opuntia	*hystricina*	*polyacantha*	T, A

4. táblázat A vizsgálatok, megfigyelések növényanyaga 1997 és 2006 között (folytatása)

Genus	Fajnevek a gyűjteményekben	Fajnevek a TNCL-ben	Vizsgálat
Opuntia	*hystricina* var. *ursina*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*juniperina*	*macrorhiza*	T, Mt, A
Opuntia	*lata*	*humifusa*	T
Opuntia	*lubrica* var. *aurea*	*basilaris*	A
Opuntia	*macrocarpa*	*?*	A, T
Opuntia	*macrocentra*	*macrocentra*	T, Mt, A
Opuntia	*macrocentra* var. *martiniana*	*macrocentra*	T, A
Opuntia	*macrocentra* var. *phaeacantha*	*?*	A
Opuntia	*macrorhiza*	*macrorhiza*	T, Mt, A
Opuntia	*macrorhiza-tortispina*	*?*	A, T
Opuntia	*nicholii*	*polyacantha*	A
Opuntia	*oplocarpa*	*?*	A, T
Opuntia	*oplocarpa (humifusa f.)*	*?*	T
Opuntia	*pachyclada* var. *rosea*	*?*	A, T
Opuntia	*pachyclada* var. *rosea-rutila*	*?*	T
Opuntia	*panellana*	*?*	T
Opuntia	*phaeacantha*	*phaeacantha*	T, Mt, A
Opuntia	*phaeacantha* f.	*phaeacantha*	T, Mt
Opuntia	*phaeacantha* f. *rosea*	*phaeacantha*	T
Opuntia	*phaeacantha* var. *albispina*	*phaeacantha*	T, A
Opuntia	*phaeacantha* var. *camanchica*	*phaeacantha*	T, Mt, A
Opuntia	*phaeacantha* var. *charlestonensis*	*phaeacantha*	T
Opuntia	*phaeacantha* var. *flavispina*	*phaeacantha*	T
Opuntia	*phaeacantha* var. *longispina*	*phaeacantha*	T, Mt, A
Opuntia	*phaeacantha* var. *major*	*phaeacantha*	A, T, Mt
Opuntia	*phaeacantha* var. *minor*	*phaeacantha*	A, T, Mt
Opuntia	*phaeacantha* var. *pallida*	*phaeacantha*	A, T
Opuntia	*phaeacantha* var. *piercei*	*phaeacantha*	T, Mt, A
Opuntia	*phaeacantha* var. *superbospina*	*phaeacantha*	T
Opuntia	*phaeacantha* var. *trichophora*	*phaeacantha*	T
Opuntia	*polyacantha*	*polyacantha*	T, Mt, A
Opuntia	*polyacantha 'White Flower'*	*polyacantha*	T
Opuntia	*polyacantha miniforma*	*polyacantha*	T
Opuntia	*polyacantha* f.	*polyacantha*	T
Opuntia	*polyacantha* f. *minor*	*polyacantha*	T
Opuntia	*polyacantha* var. *miniforma*	*polyacantha*	T
Opuntia	*polyacantha* var. *rufispina*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*polyacantha* var. *schweriniana*	*polyacantha*	T
Opuntia	*polyacantha* var. *trichophora*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*polyacantha-fragilis*	*?*	T, A
Opuntia	*polyacantha-rhodantha*	*?*	T
Opuntia	*rhodantha*	*polyacantha*	T, Mt, A
Opuntia	*rhodantha* f.	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*rhodantha* f. *pisciformis*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*rhodantha* var. *albispina*	*polyacantha*	T

4. táblázat A vizsgálatok, megfigyelések növényanyaga 1997 és 2006 között (folytatása)

Genus	Fajnevek a gyűjteményekben	Fajnevek a TNCL-ben	Vizsgálat
Opuntia	*rhodantha* var. *brevispina*	*polyacantha*	T
Opuntia	*rhodantha* var. *columbiana*	*polyacantha*	T
Opuntia	*rhodantha* var. *orbicularis*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*rhodantha* var. *pisciformis*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*rhodantha* var. *schumaniana*	*polyacantha*	T
Opuntia	*rhodantha* var. *utahensis*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*rhodantha* var. *xanthostemma*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*rhodantha-fragilis*	*?*	T
Opuntia	*rhodantha-polyacantha*	*?*	T, A
Opuntia	*rubrifolia*	*?*	T, Mt
Opuntia	*rutila*	*polyacantha*	T, A
Opuntia	*rutila f.*	*polyacantha*	T
Opuntia	*rutila-rhodantha*	*?*	T
Opuntia	*schweriniana*	*?*	T, Mt, A
Opuntia	*sp.*	*?*	T
Opuntia	*sp. (O. smithwick?)*	*?*	T
Opuntia	*sphaerocarpa*	*macrorhiza*	T
Opuntia	*sphaerocarpa* var. *denudata*	*macrorhiza*	T
Opuntia	*spinosicentra*	*?*	T
Opuntia	*sulphurea*	*sulphurea*	A
Opuntia	*tortispina*	*macrorhiza*	T, Mt, A
Opuntia	*tortispina* var. *cymochila*	*?*	A, T, Mt
Opuntia	*tortispina* var. *luteo-straminea*	*?*	T, Mt
Opuntia	*tortispina* var. *stenochila*	*?*	Mt
Opuntia	*utahensis*	*macrorhiza*	A
Opuntia	*vaseyi*	*littoralis x phaeacantha*	A
Opuntia	*virginiana*	*?*	A
Opuntia	*xanthostemma* var. *elegans*	*?*	T
Pediocactus	*knolwtonii*	*knolwtonii*	A
Pediocactus	*simpsonii* var. *minor*	*?*	A
Pediocactus	*bradyi* ssp. *bradyi*	*bradyi* ssp. *bradyi*	A
Pediocactus	*bradyi* ssp. *despainii*	*bradyi* ssp. *despainii*	A
Pediocactus	*bradyi* ssp. *winkleri*	*bradyi* ssp. *winkleri*	A
Pediocactus	*nigrispinus*	*nigrispinus*	A
Pediocactus	*paradinei*	*paradinei*	A
Pediocactus	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*	A
Pediocactus	*peeblesianus* ssp. *peeblesianus*	*peeblesianus* ssp. *peeblesianus*	A
Pediocactus	*sileri*	*sileri*	A
Pediocactus	*simpsonii*	*simpsonii*	A

3. 1. Fagytűrési és morfológiai vizsgálatok a szabadban

3. 1. 1. Az extenzív zöldtetőn elhelyezett télálló *Opuntia* gyűjtemény vizsgálata

A megfigyeléseket 1998-2001 között végeztem a télálló *Opuntia* taxonokból álló gyűjteményben, mely a Budapesti Corvinus Egyetem (korábban Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem) Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, a „K" épületének tetőkertjében került elhelyezésre 1997-ben.

3. 1. 1. 1. A növények származása és elhelyezése

A növények Szutorisz gyűjteményéből kerültek ki, aki többségében az eredetileg Debreczy és Rácz, Észak-Amerikából begyűjtött növényekről szaporított gyökeres illetve gyökér nélküli szártagjait, valamint, más hazai gyűjtőktől származó növények hajtásait adományozta az akkori KÉE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszékének.

A teljes gyűjtemény első fele, gyökér nélküli kladódiumok, már 1994 augusztusában érkeztek, melyek 4 l-es fekete műanyag konténerben kerültek elhelyezésre a Budai Arborétum területén (felső üvegház mellett). A dugványozás közege vegyes kerti komposztföld és homok 1:1 arányú keveréke, valamint az edény alján megfelelő vastagságú (7-8 cm) drénréteg, kertészeti sóder volt. A begyökeresedett dugványokra télen vékony, 10 cm-es avartakaró került.

1996 nyarán újabb *Opuntia* szártagok érkeztek, melyek gyökereztetése, elhelyezése a korábban érkezettekhez hasonlóan zajlott.

1997 szeptemberében a gyűjtemény utolsó 25 %-a érkezett, melyek gyökeres növények lévén közvetlenül a tetőkertben, egy szeparált ágyásban lettek elhelyezve.

1998 nyarán az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet (OMMI - VINIS) az 1994 és 1996-ban érkezett, jól fejlődő, illetőleg a virágzóképes egyedekről hivatalos törzskönyvet készített.

A kaktuszgyűjtemény végső helyén a „K" épület tetején, az extenzív zöldtetőn került elhelyezésre, amely megfelelő védelmet jelentett az illegális gyűjtőkkel szemben, kitűnő lehetőséget kínált a növények megfigyelésére és a szükséges fenntartási munkák elvégzésére.

A kaktuszok ültetési közege, 15-20 cm vastagságú, 30% vörös salak, 35% homok (4%-os humusztartalommal), 20% tőzeg (NOVOBALT), 10% perlit és 5% rizshéjből álló talajkeverék volt, ami a 2mm vastag polipropilén filcből (geotextilia) és az 1x2 méteres,

hullámos műanyag táblákból álló drén rendszerre került a HIDY et al. (1995) által leírtak alapján.

A kaktuszok egy fémlapra vésett kódszámmal lettek ellátva, amely megfelelt a SZUTORISZ 1993-ban kiadott növénylistájának. A vizsgált növények listája „T" megjelöléssel (a vizsgálat oszlopban) a **4. táblázatban** található.

3. 1. 1. 2. A megfigyelés módszere

A kaktuszok fejlődését, adaptációs képességét leginkább a megjelenő szártagok, kladódiumok számával, a növények kondíciójával, virágzás és termésképzés, valamint a pusztulások számával lehet jellemezni.

A kísérletek során mért paraméterek a következők voltak:

- az évenkénti szártagfejlődés
- a növények minőségi jellemzése, amelyben a kondíciót 0-5 közötti számmal értékeltem:

  0 az elpusztult,

  1 az elégtelen, pusztuláshoz közeli állapotú (>90%) egyed,

  2 az elégséges, beteg, a növény nagyobb része (>50%) sérült,

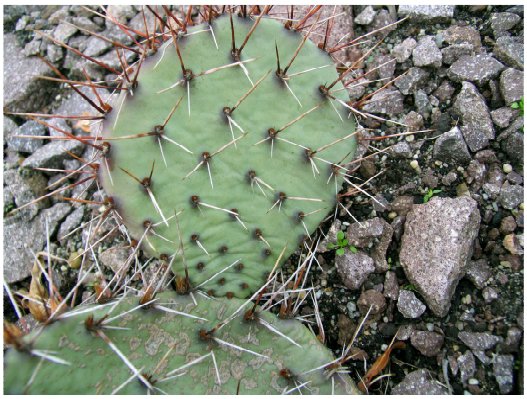
  3 a közepes, a sérülés, betegség láthatóan 20-50% között van,

  4 a növény majdnem egészséges, a sérülés <25%,

  5 a növény teljesen egészséges, sérülés nélküli egyed.
- a termések száma és morfológiai jellemzése,
- a pusztulások száma,
- az őszi ráncosodás mértéke 0-3.

  Ősszel a növények felkészülnek a télre, aminek látható következménye, hogy a növények vizet veszítenek, ráncosodnak. Ahhoz, hogy a sziklakertben, zöldtetőn milyen fajokat, változatokat ültetünk lényeges tudnunk, hogy a vegetációs időszakon túl, az őszi, téli és kora tavaszi hónapokban a kaktuszok mekkora dekorációs értéket képviselnek. Többek között ezt a célt szolgálja a ráncosodási felmérés. Ennek során négy kategóriába osztottam a növényeket, melyek a **11-14. ábrákon** nyomon követhetők.

11. ábra. *0 fokozatú* ráncosodás egy *Opuntia phaeacantha* szártagon, Érd 2004.



12. ábra. *1 fokozatú* ráncosodás egy *Opuntia phaeacantha* szártagon, Érd 2004.

13. ábra. *2 fokozatú* ráncosodás egy *Opuntia tortispina* szártagon, Érd 2004.

14. ábra. *3 fokozatú* ráncosodás egy *Opuntia polyacantha* szártagon, Érd 2004.

A vizsgálatok kiterjedtek két objektív (intervallum), a kladódiumok számának, a termések számának, és két szubjektív (ordinális) változó, a kondíció és a ráncosság mértékének értékelésésre 1998 és 2001 között.

3. 1. 2. A tövisek és a szártagok méretbeli változása az időjárás függvényében

A méréseket a Budapesti Corvinus Egyetem (korábban KÉE) Dísznövény és Dendrológia Tanszékén, a „K" épület tetején, az extenzív zöldtető télálló *Opuntia* gyűjteményében végeztem 1999-ben, illetve 2000-ben. 1999-ben a sokévi átlagra jellemző időjáráshoz képest 2000-ben a tavasz és a nyár ideálisabb volt a kaktuszok számára. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (Budapest, belváros) jelentései szerint 2000. március, április hónapokban, a szártag fejlődés időszakában (átlagosan 130 %-al több volt a

csapadék, mint a korábbi években) bőséges csapadék állt a növények rendelkezésére. Májusban és a nyári hónapokban a csapadékszegény (pl. június csapadékösszeg csak 23.5%-a az ilyekor megszokottnak, valamint július és augusztus szintén a sokéves átlag alatti csapadékösszeggel volt jellemezhető) forró száraz idő a szártagok optimális "beérését" eredményezte. A tavasz és a csapadékmentes nyár együttesen rendkívüli hatással voltak a télálló kaktuszokra. Az eltérés két fő módon mutatkozott meg: nagyobb méretű szártagok, és erőteljesebb tövisek fejlődtek. Mesterséges vízpótlásra 1-2 alkalommal került sor a hajtásnövekedés megindulásának időszakában.

A méréseket, 25 *Opuntia* taxonon végeztem, melyek a **4. táblázatban** találhatóak és „Mt" jelölést kaptak (Vizsgálat oszlopban).

A vizsgált években a hajtásoknál az elsődleges hajtásokat mértem az ízesüléstől a csúcsig. Minden növénynél 3-3 mérési adatot vettem fel, majd az azonos név alatt szereplő növények adatait átlagoltam. Így kaptam meg a vizsgált taxonra jellemző értékeket. Az átlagos tövisnövekedés adatai ugyanazokról a növényekről származnak. A mintavétel a szártag felső harmadáról történt. Mindkét évben az 5-5 legnagyobb tövist mértem, és hasonlóan a hajtáshossz adataihoz az azonos név alatt szereplő növények adatait átlagoltam.

Statisztikai elemzések közül a két évben a szártag illetve a tövisek méreteiben bekövetkezett változások adatait, a szóráshomogenitás esetén a kétmintás t-próbával illetve eltérő szórásoknál a Welch próba alkalmazásával, a Ministat 3.3 program segítségével hasonlítottam össze.

3. 2. Adaptációs felmérés a télálló kaktuszgyűjteményekben

DEBRECZY Zsolt korábban már említett könyvének hatására, 1976 után ugrásszerűen megnőtt a télálló kaktuszok iránti érdeklődés. Az ország számos pontján találkozhatunk kisebb-nagyobb gyűjteményekkel, amelyek többségében változatos közegekben, és körülmények között, eltérő faj- és egyedszámmal jellemezhetők. Vannak gyűjtők, akik pusztán az érdeklődés illetve az érdekesség kedvéért ültetnek télálló kaktuszokat a sziklakertjeikbe, és vannak, akik tudományos célok által vezéreltetve teszik ezt. Pontos felmérés elkészítése gyakorlatilag lehetetlen, azonban megközelítőleg érdemes tájékozódni a kaktuszok hazai adaptációs lehetőségeiről. Ezt a célt egy adatlap szolgálja, amely 400 címre lett postázva az elmúlt 3 évben, valamint gyűjteménylátogatásaim során tett személyes adatgyűjtésem is segíti. Az adatlap részletét az **5. táblázat** tartalmazza.

5. táblázat Adatközlési útmutató a télálló kaktuszok országos felméréséhez

NÉV: **TARTÁSI ILL. LAKHELY:**			
TARTÁS KÖRÜLMÉNYEI: növények elhelyezési módja, fekvése, ültetőközeg, öntözés, növényvédelem, valamint a téli hónapokban alkalmazott védelmi technikák (téli csapadéktól védve, zárt fűtetlen helyen tartott…).			
FAJOK	**DARAB**	**KOR**	**EGYÉB JELLEMZŐK** Virágzik-e, van-e termése? Milyen a kondíciója?
Például:			
Opuntia fragilis	5 db	6 év	virágzik, termést fejleszt, dekoratív
Gymnoclycinum bruchii	1 db	2 évig élt	-

3. 3. Biokémiai vizsgálatok

3. 3. 1. A peroxidáz enzim aktivitásának változásai

A vizsgálatok 2005 novemberében kezdődtek a Fővárosi Állat- és Növénykertben, valamint a BCE Alkalmazott Kémia Tanszék laboratóriumában. A vizsgálat célja volt, hogy megismerjük a télálló, illetve fagytűrő szukkulens növények fagystressz és a titán-aszkorbát kezelés hatására bekövetkező peroxidáz (POD) enzim aktivitásának változásait.

A vizsgálat lényege az volt, hogy a növényeket kültéren, védtelen helyen elhelyeztük, ahol megfelelő fagystressz érte őket, majd a növények felét TITAVIT-al lepermeteztük, s így a mintavételezések során, a gyűjtött minták vizsgálatával kimutatható különbségeket vártunk a peroxidáz enzim aktivitásának változásában mind a kontroll mind a kezelt növények esetén, valamint a fajok között is.

A kísérletek során felhasznált anyag a titán-aszkorbát volt, ─ TITAVIT néven vált ismertté ─ melyet a BCE Alkalmazott Kémia Tanszék bocsátott a rendelkezésünkre, és irodalomból (PAIS, 1983; FEHÉR et al., 1980; STEFANOVITS-BÁNYAI et al., 1999) ismert kedvező élettani hatását próbáltuk igazolni télálló szukkulens növényeken.

3. 1. 1. A vizsgált anyag ismertetése

A kísérletekhez a törzsszukkulens *Escobaria vivipara* (V)*, Escobaria vivipara* var. *neomexicana* (N)*, Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* (B) és a levélszukkulens *Agave parryi* (A) fajokat használtunk fel. A felhasználást esetenként szó szerint lehet érteni,

hiszen a drasztikus mintavételezés eredményeként több egyed áldozatul esett. A kísérletben szereplő *Agave*, bár nem kaktusz, mint kívülálló került be a vizsgálandó növények közé. A kaktuszok és az *Agave* fajok a gyűjteményes, bemutató kertekben, sziklekertekben szorosan összetartoznak, annak ellenére, hogy a két növénycsoport egyedei adott területen belül elkülönülten fordulnak elő, taxonómiailag és ökológiai igényüket tekintve is eltérőek (BORHIDI, 2007 szóbeli közlés). Az *Agave parryi* az egyik legmegbízhatóbb téléálló faj hazai körülmények között, emellett mindössze 6 taxon ismert, amely komolyabb fagyokat (-23 °C) is elvisel, és elszórtan megtalálható a gyűjteményekben (MOHÁCSI-SZABÓ ÉS MOHÁCSI, 2006).

A növények kivétel nélkül magvetésből származtak. A **6. táblázatban** tartalmazza a növényekre jellemző kiindulási állapotot. Az *Escobaria vivipara* és az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* a korábbi években is kint teleltek, az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* és az *Agave parryi* fajok azonban fiatal korukra való tekintettel nyáron szabadban, télen 8-10 °C között üvegházban teleltek a vizsgálat kezdetéig.
A kísérlet során a mintanövények 50%-át titán-aszkorbát 2 µg/ml koncentrációjú oldatával permeteztük le.

6. táblázat A peroxidáz enzim aktivitás vizsgálata során felhasznált növények

Fajok	Kor	Növény szám	Kondíció	Átlagméret	Szórás	Mintát adó növényrész
Escobaria vivipara	5 év	24	5	29,54 mm	3,2165	szemölcs
E. vivipara var. *neomexicana*	2 év	24	5	12,91 mm	1,4346	szemölcs
Echinocereus reichenbachii ssp. *baileyi*	5 év	24	5	25,75 mm	2,2889	bordametszet
Agave parryi	2 év	20	4,5	3,65 levél	0,9881	levél

Megjegyzés: A kondíció a V,N,B fajok esetén kiváló, 5 az A fajnál a 20 egyedből 50% 4, 50% 5 értéket kapta a 3. 2. 1. 1. morfológiai kísérletben alkalmazott felmérés szerint. Az átlagméret a V, N, B fajok esetén mivel a növények hengeresek (B) illetve kerekdedek (V, N) a legszélesebb átlót jelenti, míg az A esetén a levélszámot takarja.

3. 3. 1. 2. Mintavétel, tárolás

A mintavétel során a növényeket megtisztítottam a szennyeződésektől. Az *Escobaria* fajoknál a szemölcsökön levő, az *Echinocereus* faj esetén, a bordákon levő areolákról a töviseket levágtam. A mintát adó taxonokat a **4. táblázatban** B betűvel (biokémiai módszerek) jelöltem.

Mintavételezés 4 alkalommal történt:

1. 2005. november 28. titán-aszkorbát permetezése előtt (**kiindulás**)
2. 2006. január 20. kezelt és kontroll minták (**kihelyezés**)
3. 2006. január 29. -10 °C alatti hideg után; kezelt és kontroll minták (**-10°C**)
4. 2006. február 13. hóolvadást követően; kezelt és kontroll minták (**helyreállás**).

Az *Escobaria vivipara,* (N)*, Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi*, *Agave parryi* fajok esetén 3-3 (Titavittal kezelt és kontroll) mintát, az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* fajnál a növény méretéből adódóan 1-1 mintát vettem.

Az első mintavételt követően, a titán-aszkorbát permetezésre csak 2 nap elteltével, a sérült felületek beszáradása után került sor. Ez idő alatt a vágási felületek teljesen beszáradtak. Az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* esetén a kivágott növényi rész összeszáradva, az ép szöveteket takaróként mintegy magára húzta, és így felülnézetből gyakorlatilag nem lehetett megkülönböztetni a mintát adó növényt a többitől. A kontroll növényeket csapvízzel permeteztem le, hogy a kezelt növényekkel megegyező nedvességi állapotban kerüljenek ki a hidegre. A permetezések a növényre történtek, de a titán-aszkorbáttól és a csapvíztől a talaj is átnedvesedett. 4 nappal a permetezés után a növények az üvegházból egy külső napos területre kerültek a szabadba (orrszarvú leguán nyári kifutója). Mintavételt követően a mintákat -22 °C hőmérsékleten tároltam a feldolgozásig.

3. 3. 1. 3. A peroxidáz enzim aktivitásának mérése

Az enzimaktivitás méréséhez adott mennyiségű növényi mintát jéghideg 20 mM-os Na-acetát (pH=7,8) kivonó pufferrel, kvarchomok jelenlétében hűtött dörzsmozsárban homogenizáltuk, mely puffer 1 % polivinilpirrolidont, 20 % szacharózt, 0,035 % marhaszérum albumint és 10 % Triton X100-at tartalmazott.

A mintákat MSE Micro Centaur asztali centrifugával (13000 fordulat/perc, 15 perc, 4 Co), centrifugáltuk és az analízisek a felülúszóból történtek. A peroxidáz enzim aktivitását 0,1 M-os Na-acetát pH=5,0 pufferben, H_2O_2 szubsztrát és ortodianizidin kromogén reagens segítségével (ε=11,3), spektrofotometriás úton (λ=460nm) SHANNON (1966) módszerével, Varian DSM 100 UV-Visible készülékkel határoztuk meg. Az enzimaktivitások eredményeit U/ml-ben adtuk meg, a három párhuzamos mérés eredményeként.

3. 3. 2. Az összes fenoltartalom meghatározása

A növényekben lévő fenoltartalom a stresszfolyamatokkal szintén kapcsolatba hozható, ezért érdekesség kedvéért fagyérzékeny és télálló kaktuszokból szedett minták vizes és alkoholos kivonatának flavonoidtartalmát is megvizsgáltam. A vizsgálatok a BCE Alkalmazott Kémia Tanszék laboratóriumában történtek 2006 novemberében. A mintavételezések a korábbi, POD enzimaktivitási kísérleteknél is felhasznált *Escobaria vivipara,* a titán-aszkorbáttal kezelt *Escobaria vivipara* növényekből, valamint a fagyérzékeny *Mammillaria prolifera* növényből származtak.

A friss növényi mintákból vizes és alkoholos kivonatot készítettünk, a víz és a lipidoldékony flavonoidok jellemzésére. Az összfenol tartalmat SINGLETON és ROSSI (1965) módszerével spektrofotometriás úton, λ = 760 nm-en Folin–Ciocalteu reagenssel határoztuk meg. A galluszsavra vonatkoztatott fenoltartalmat mg/ml-ben, ill. mg fenol/g friss tömegre vonatkoztatva adtuk meg.

3. 4. Szaporítási vizsgálatok

3. 4. 1. *Opuntia tortispina* szártagok gyökeresedése

A kísérletekhez a Fővárosi Állat- és Növénykertben (FÁNK) 2004-ben létrehozott télálló kaktuszos sziklakertjéből származó, *Opuntia tortispina* növényről szedett szártagokat használtam fel. Választásom okaként leginkább a nagy egyedszámot jelölhetem meg, valamint jó télállósága, bő termőképessége, igen dekoratív megjelenése is meghatározó. Sziklakerti felhasználásban az alacsony talajtakaró növények kategóriájában igen jól alkalmazható.

A kaktuszok az ültetést követően intenzív fejlődésnek indultak, virágoztak és termést érleltek. A telepítést követő második évben több vegetatívan és generatívan szaporodott egyedet figyeltem meg. 2006 nyarán beállítottam egy kísérletet az *Opuntia tortispina* járulékos gyökérképződésének vizsgálatára.

A kísérlettel azt próbáltam megerősíteni, alátámasztani, hogy az *Opuntia* spp. és termesztett változataik gyors szaporodásukkal, elvadulásukkal komoly károkat okozhatnak a természetes flórában. Gyűjteménylátogatásaim során tapasztaltam, például Soroksáron a FODOR gyűjteményben, hogy a növények teljes felszámolására (beszántás, beforgatás, fűkaszálás) tett kísérlet sikertelennek bizonyult, a kaktuszok egy-egy darabból megújultak és idővel nagy telepet alkottak mindenféle ápolás nélkül. Bizonyos idő elteltével az állatok

közbenjárásával az eredeti gyűjteménytől már 2 km-es távolságra is találhatók voltak növények a természetes vegetációban.

A kísérlet beállításaként 5 adag, adagonként 10 db szártagot választottam le az anyanövényekről az intenzív növekedési időszakban (2006. június 2. hete). A kladódiumokból 4 adag az ízesülésnél lett leválasztva, az 5. adag esetén pedig a fűnyírógép által okozott sérüléseket utánozva, szabálytalan vágási felületet készítettem a szártagokon. Ezt követően a szártagokat 3 napig esőmentes helyen tároltam, hogy a vágási felület beszáradjon. A felhasznált közegek a tőzeg, föld-sóder (1/1) arányú keveréke és a perlit voltak. Mindegyik közegbe 1 adag vegetatív szaporító anyagot helyeztem el úgy, hogy a szártagok 1/3-ad része került a talajba, valamint 10 szártag közeg nélkül került a szaporító ládába, a darabolt vegetatív részeket, pedig a föld-sóder keverékébe helyeztem.
A szaporító ládákat napos helyre tettem a szabadba. A gyökeresedést és a gyökérfejlődés ütemét az ültetést követően 5 naponként, 1 hónapig mértem. Az 5 naponkénti mérésektől egy esetben tértem el, amikor jelentős mennyiségű csapadék miatt a közegek nem száradtak ki kellően, így a gyökérkezdemények a kiszedésnél sérültek volna.

3. 4. 2. A télálló kaktuszok magvetése steril és hagyományos körülmények között

A hazai körülmények között is télálló kaktuszok többségét az *Opuntia* nemzetség fajai alkotják, melyek vegetatív szaporítása sokkal gyorsabb és egyszerűbb, mint a magvetés. A választékbővítő, kurrensebb fajok az *Escobaria, Pediocactus, Mammillaria, Echinocereus, Sclerocactus* nemzetségekben találhatók, melyeknél azonban a magvetéses szaporítás az elterjedt. A vizsgált fajok az *Escobaria vivipara*-komplexum, valamint az *E. missouriensis*-komplexum tagjai. A kísérlet során arra próbáltam választ kapni, hogy a steril illetve a hagyományos magvetés milyen eredménnyel járul hozzá a télálló gömbkaktusz állomány bővítéséhez. A kísérletek a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, valamint egy érdi üvegházban kezdődtek 2006 májusában.

A kísérletek során az *Escobaria missouriensis, E. vivipara* var. *arizonica, E. vivipara* var. *bisbeeana, E. vivipara* var. *neomexicana, E. vivipara* var. *missouriensis* (a név az utóbbi nevezéktanokban nem szerepel, de mivel a magot ezen a néven kaptuk, így megtartottuk) és vegyes *E. vivipara* magadagokat használtam. A vetéshez az előző évi (2005) termésekből származó magokat használtam fel, amiket a vetés előtt átválogattam és 15 darabos adagokra osztottam. Így összesen taxononként 45 db magot vetettem. A

kísérletben a steril magvetésnél két fertőtlenítéssel azonos összetételű táptalajt, valamint a kontroll, hagyományos vetés esetén kevert közeget alkalmaztam.

A vetést megelőzően a 2005-ben leszedett terméseket – melyek esetenként megőrizték eredeti formájukat, színüket és zamatukat (**15. ábra**) – légáteresztő dobozban tároltam.

A magokat megtisztítottam, folyóvízben történő többszöri mosással eltávolítottam a terméshúst, a rostokat és egyéb szennyeződéseket. Az *Escobaria vivipara* var. *arizonica* termésének felnyitásakor a rostok között már kicsírázott magokat találtam (**16. ábra**). Ezt követően a magokat átválogattam, így a magadagokba nem kerültek léha, sérült szemek. A válogatás után a fertőtlenítés következett. A kísérlet e pontján vált külön a steril és a hagyományos magvetés.

A steril táptalajra szánt magvakat két módszerrel fertőtlenítettem. Taxononként egy magadagot (15 mag) 15 percig 1/3 Hypo és 2/3 desztillált víz oldatában áztattam (3. kép), majd desztillált vízben leöblítettem. A másik magadagot klórmésszel fertőtlenítettem. A fertőtlenítésre szánt anyagot, úgy kaptuk, hogy 10 g háztartási klórmeszet 90ml vízben feloldottam, 5 perc keverés után 10 percig ülepítettem, majd dekantáltam (a felső tiszta részt leöntöttük), és a dekantált oldatban 20 percig áztattam a magokat.

15. ábra Az *Escobaria missouriensis* feltűnő termései 9 hónappal az érést követően

16. ábra Etiolált, termésében kikelt *Escobaria vivipara* magoncok

A hagyományos vetésnél az Orthocid 50 WP 1‰-es szuszpenzióját használtam, a frissen elvetett magokat elsőként ezzel szívattam fel. A közeg kerti föld és rostált sóder 50-50 %-os keverékéből állt össze, melyet vetés előtt mikrohullámú sütőben fertőtlenítettem.

A kontrollvetés 8 cm átmérőjű műanyag cserépbe történt. A magok néhány mm vastagságban talajtakarást kaptak, majd a cserépre üveglapok kerültek. A hagyományos vetésnél semmilyen tápanyag utánpótlás nem történt. Az ily módon elkészített kontroll magvetés az üvegházban került elhelyezésre, ahol semmilyen pótmegvilágítást nem kaptak, plusz fűtésben sem részesültek; a hőmérséklet a vetést követő néhány napban 10-30 ºC között ingadozott, a nappali megvilágítás fényerőssége 500 lux-tól 40 000 lux-ig változott napszaktól függően.

A steril magvetést steril lamináris boxban végeztem, ahol a szembefúvó levegőáram és a sterilizáló fény magakadályozta a fertőző mikroorganizmusok bejutását. A vetéshez használt eszközöket 98%-os alkohollal mostam le, majd leégettem. A felhasznált MKC táptalaj összetételét a **7. táblázat** tartalmazza. Az előzőleg két módszerrel fertőtlenített magokat csipesz segítségével a táptalaj felszínén, hármasával illetve ötösével (üvegenként) eloszlattam, majd az üveg nyílását átlátszó fóliával fedtem le.

A vizsgálatok során kapott értékeket egytényezős véletlen blokk elrendezésű varianciaanalízis alkalmazásával dolgoztam fel (GAÁL, 2004).

3. 4. 3. A télálló kaktuszok magvetésénél alkalmazott táptalajok

A sterilen, táptalajon tartott kaktusz magoncok között (3. 4. 2. fejezet), egyes magoncoknál a kelést követő 3. hónapban rendellenes szövetburjánzást, az ún. üvegesedést tapasztaltam. Az üvegesedett, vitrifikált magoncok egészséges továbbfejlődésére a vizsgálat ideje alatt nem volt példa. Ezért következő lépésként (2006 decemberében, a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken) szükségesnek tartottam, különböző táptalajok alkalmazását a télálló kaktuszok magvetésénél, valamint a táptalajok magoncok fejlődésére gyakorolt hatásának vizsgálatát is.

A táptalajok választásánál merült fel, hogy titánt tartalmazó táptalajokat alkalmazzak a magvetés során, hiszen kedvező hatását a növények anyagcsere folyamataira az irodalmi feldolgozás, 2. 2. 2. fejezetében korábban már összefoglaltam. A titánt tartalmazó Titavit különböző koncentrációban került a táptalajokba. Kontrollként az MKC táptalaj szolgált, emellett beállítottam egy magas só- és cukor koncentrációjú kezelést is: MS teljes sótartalommal és 60 g/l cukorral. Az alkalmazott táptalajokat a **7. táblázat**ban foglaltam össze.

A vizsgálat során az *Escobaria vivipara* var. *arizonica*, var. *aggregata*, var. *bisbeeana* változataiból gyűjtött 20-20 szemes magadagokat vetettem el. Minden magadag

esetében a fertőtlenítés folyamata azonos volt. 30%-os Hypo és Tween 80 fertőtlenítőszerekben 2x5 percig áztattam a magokat, majd ezt követően a 3x-i desztillált vizes öblítés következett. A steril magvetés a 3. 4. 2. fejezetben leírtakkal azonos módon történt, a magoncok pedig azonos helyen, körülmények között lettek elhelyezve.

A vizsgálatok során, a kapott értékek, adatok elemzésénél az SPSS for Windows 14.0 programot használtam (GAÁL, 2004).

7. táblázat A magvetéses vizsgálatok során alkalmazott táptalajok és literenkénti mennyiségük, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 2006.

Összetevők	Táptalajok					
	MKC	**MS**	**T0,1**	**T0,5**	**T1**	**T2**
KH_2PO_4	250 mg/l	-	250 mg/l	250 mg/l	250 mg/l	250 mg/l
$Ca(NO_3)_2$	500 mg/l	-	500 mg/l	500 mg/l	500 mg/l	500 mg/l
$(NH_4)_2SO_4$	250 mg/l	-	250 mg/l	250 mg/l	250 mg/l	250 mg/l
$Mg\ SO_4$	250 mg/l	370 mg/l	250 mg/l	250 mg/l	250 mg/l	250 mg/l
$NH_4\ NO_3$	500 mg/l	1650 mg/l	500 mg/l	500 mg/l	500 mg/l	500 mg/l
KH_2SO_4	-	170 mg/l	-	-	-	-
KNO_3	-	1900 mg/l	-	-	-	-
$CaCl_2$	-	440 mg/l	-	-	-	-
Fe EDTA	25 mg/l	50 mg/l	-	-	-	-
TITAVIT	-	-	0,1 mg/l	0,5 mg/l	1 mg/l	2 mg/l
Szacharóz	20 g/l	20 g/l	20 g/l	20 g/l	20 g/l	20 g/l
Agar	9 g/l	6 g/l	5 g/l	5 g/l	5 g/l	5 g/l

4. AZ EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

4. 1. Fagytűrési és morfológiai vizsgálatok a szabadban

4. 1. 1. Az extenzív zöldtető *Opuntia* gyűjteményének vizsgálata

A Budapesti Corvinus Egyetem, Budai Arborétumában az extenzív zöldtetőn kialakított télálló kaktuszgyűjtemény három ágyásba lett kiültetve. A **8. táblázatban** az 1999-ig tartó megfigyelések találhatóak, ahol a tetőkertbe ültetett összes *Opuntia* taxon szerepel. A dolgozatban szereplő további eredmények csak két ágyás növényeinek vizsgálatából illetve értékeléséből születtek

A télálló kaktuszgyűjteményben 1999-ig végzett megfigyeléseket összefoglalva a következőket állapíthatjuk meg.

– Az 1994-ben érkezett növények közül 1995 során 12 taxon (7%) pusztult el (*Opuntia phaeacantha* var. *minor, O. lubrica* var. *aurea, O. arenaria, O. rhodantha* var. *rosea, O. tortispina* var. *cymophila, O. polyacantha,* 2 *O.* sp.*, O. fragilis, O. fragilis* var. *brachyarthtra, O. compressa, O. basilaris).*

– 1995-ben 6 taxon (3,5%) virágzott (*O. arkansana, O. camanchica* var. *rubra,* 2 *O. compressa, O. macrorhiza, O. rhodantha).*

– Az 1996-ban érkezett taxonok közül 27 növény (18%) elpusztult (3 *O. polyacantha, O. schweriniana,* 2 *O. rhodantha* f., 5 *O. phaeacantha,* 2 *O. rhodantha, O. polyacantha-fragilis* f.*,* 4 *O. sp., O. flavescens-mojavensis* f.*, O. polyacantha-hystricina* f., *O. rhodantha-juniprina f., O. arenaria, O. polyacantha var. schweriniana, O. phaeacantha* f.*, O. sulphurea, O. fragilis* f.*, O. rutila-fragilis).*

– 1997-ben érkezett 161 taxon közül az 1997/1998 és az 1998/1999-es télen igen sok, 34 növény pusztult el valószínűleg a korai ültetések miatt. Ezek a növények egy különálló ágyásba kerültek, de az eredmények további ismertetésében a pusztulások nagy száma miatt nem szerepelnek.

A vizsgálatok kiterjedtek két objektív (intervallum), a kladódiumok, szártagok számának (kl), a terméssźamnak (t), és két szubjektív (ordinális) változó, a kondíció (k) és a ráncosság (r) értékelésére 1998 és 2001 között.

8. táblázat Télálló *Opuntia* taxonok a Budai Arborétumban az extenzív zöldtetőn 1994-1999 között (SCHMIDT et al. kiegészítve).

Fajok	Növények száma					
	1994	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
Opuntia azonosítatlan ***(1)***	18	28	5	8	54	42
O. arenaria	1	0		3	3	2
O. arkansana ***(4)***	1	1*		1	9*	9*
O. armata	1	0		1	2	2
O. atrispina			1	1	12	2
O. basilaris	1	2	3	3	1	1*
O. basilaris var. *aurea* ***(3)***				5	4	3
O. basilaris var. *aurea* f. *roseiflora*		1	1	1	1	0
O. basilaris var. *brachyclada*	1	0	1	1	1	
O. basilaris var. *longiareolata*	1	0	1	2	2	1
O. basilaris var.	1	0	2	2	2	1
O. calcicola ***(3)***				1	1	1
O. camanchica ***(4)***	2	1*	3*	7*	6*	6*
O. camanchica var. *luteostraminea*			1	1	1	1
O. camanchica var. *rubra*	1	0		1*	2*	2*
O. compressa	3	1	4	4	5*	5*
O. compressa dupla virágú forma				1	1	1
O. compressa var. *microsperma*	1	0	2	2	2*	2*
O. engelmannii var. *discata*		1	1	3	3*	3*
O. engelmanni		7	4	8	6*	4*
O. engelmannii-phaeacantha				2	3	3
O. erinacea	3	2	6	8	7*	5
O. erinacea var. *rhodantha*	1	0	1	1	1	0
O. erinacea var. *ursina*			1	2	2	2
O. flavescens				1	1	1
O. fragilis (beleértve a név nélküli formákat ***2, 4, 5)***	15	2	10	13	17	15*
O. fragilis 'Montrose' ***(3)***				1	1	1
O. fragilis var. *brachyarthra*	4		3	4	9	9
O. fragilis var. *caespitosa*			3	3	3	2
O. fragilis var. *columbiana*			1	1	1	1
O. fragilis var. *denudata*	1	2	3	3	3*	2
O. fragilis var. *parviconspicua*	2		2	2	2	1
O. fragilis var. *wiegandii*	2	1	2	3	2	2
O. fragilis x erinacea f. *sydowiana* ***(3)***				1	1	1
O. fragilis- rhodantha ***(4)***	1				2	2
O. fuscoatra ***(3)***				1	1	1
O. howeyi ***(3)***				1	1	1
O. humifusa ***(6)***	3	2	5	6	4*	4*
O. hystricina ***(5)***		6	5	9	8	6

Megjegyzés: ***(1)*** azonosításra váró növények; ***(2)*** irodalomban nem szereplő elnevezések; ***(3)*** 1997 szeptemberében érkezett, külön ágyásba ültetett növények; ***(4-5)*** váratlan növekedés ***(4)*** vagy csökkenés ***(5)*** növények számában, amelyet a fajnév korrekciója okozott az 1998-as Törzskönyvezés során; ***(6)*** a növénypusztulásból származó csökkenések, * = virágzó növények

8. táblázat Télálló *Opuntia* taxonok a Budai Arborétumban az extenzív zöldtetőn 1994-1999 között (SCHMIDT et al. kiegészítve) folytatása

O. hystricina var. *ursina*	1	1	1	2	2*	1
O. juniperina			1	5	3	3
O. lata ***(3)***				1	1	1
O. lubrica var. *aurea* ***(3)***				1	1	1
O. macrocarpa		1	1	1	1*	1*
O. macrocentra		2	2	5	5	5*
O. macrocentra 'Elsinor'				1	1	1
O. macrocentra engelmannii.phaeacantha				1	1	1
O. macrocentra f. *juniperina*				1	1	1
O. macrocentra var. *martiniana*		1			1	
O. macrorhiza	2	5*	9	12	14*	8*
O. macrorhiza-tortispina		1	1	1	1	0
O. nicholsii ***(4)***				1	1	1
O. oplocarpa	1	1	3	2	2*	2*
O. pachyclada var. *rosea*	1		1	1	1	1
O. pachyclada var. *rosea-rutila* f.	1		1	3	2	2
O. panellana	1		1	1	1	1
O. phaeacantha és a név nélküli formái ***(5)***	6	9	23	25	14*	14*
O. phaeacantha var. *albispina*	4	1	3		5*	5*
O. phaeacantha var. *camanchica*		2	2	3	3*	3*
O. phaeacantha var. *charlestonensis*	1		1	1	1	1*
O. phaeacantha var. *flavispina*		1	1	1	1	1
O. phaeacantha var. *longispina* ***(4)***	2	2	4	4	5*	5*
O. phaeacantha var. *macrocentra* ***(3)***				1	1	1
O. phaeacantha var. *major*			4	5	5*	4*
O. phaeacantha var. *minor*	1	3	4	4	4*	4*
O. phaeacantha var. *mojavensis* ***(3)***				1	1	1
O. phaeacantha var. *pallida*	2	1	4	4	4*	3*
O. phaeacantha var. *piercei*		1	1	1	1*	1
O. phaeacantha var. *superbospina*	1		1	1	1*	*
O. phaeacantha var. *trichophora*				1	3	2
O. polyacantha és a név nélküli formái	19	6	29	29	22	20
O. polyacantha 'Giant Flower'			1	1	1*	1*
O. polyacantha 'Red Head' ***(3)***				1	1	1
O. polyacantha 'White Flower'			1	1	1*	1*
O. polyacantha f. *chantreuse* ***(3)***				1	1	1
O. polyacantha f. *erythrostemma* ***(3)***				1	1	1
O. polyacantha f. *salmonea* ***(3)***				1	1	1
O. polyacantha hystricina ***(3)***				3	3	3
O. polyacantha rózsaszín virágú formák ***(3)***				1	1	1

Megjegyzés: ***(1)*** azonosításra váró növények; ***(2)*** irodalomban nem szereplő elnevezések; ***(3)*** 1997 szeptemberében érkezett, külön ágyásba ültetett növények; ***(4-5)*** váratlan növekedés ***(4)*** vagy csökkenés ***(5)*** növények számában, amelyet a fajnév korrekciója okozott az 1998-as Törzskönyvezés során; ***(6)*** a növénypusztulásból származó csökkenések, * = virágzó növények

8. táblázat Télálló *Opuntia* taxonok a Budai Arborétumban az extenzív zöldtetőn 1994-1999 között (SCHMIDT et al. kiegészítve) folytatása.

O. polyacantha vörös virágú formák ***(3)***				1	1	1
O. polyacantha var. *albispina* ***(6)***	1		1	1	1	
O. polyacantha var. *rufispina* ***(6)***		2	2	2	3*	2*
O. polyacantha var. *schweriniana*	2	2	5	5	5*	4*
O. polyacantha var. *spirocentra*				1	1	1
O. polyacantha var. *trichophora*	3	1	4	4	3*	2
O. polyacantha-fragilis	2		4	4	2	1
O. polyacantha-rhodantha	1	3	3	3	3*	2
O. polyacantha-rutila ***(5)***			1	1		
O. rhodantha var. *pallida* ***(4)***	1				1	
O. rhodantha és a névtelen formák	12	8	22	27	38*	18
O. rhodantha juniperina ***(5)***			1	1		
O. rhodantha var. *albipina* ***(2)***			1	1	1	1
O. rhodantha var. *brevispina*		1	1	1	1	1
O. rhodantha var. *columbiana* ***(2)***					1	1
O. rhodantha var. *fulgens* ***(5)***	1	1	1	1		
O. rhodantha var. *orbicularis* ***(2)***	1		1	1	1	1
O. rhodantha var. *pallida*	1	0	1	2	2	1
O. rhodantha var. *pisciformis* ***(2)***	2	2	3	3	3*	2*
O. rhodantha var. *schumanniana* ***(2)***	2		2	2	2	1
O. rhodantha var. *utahensis* ***(2)***	2		1	1	1	1
O. rhodantha var. *xanthostemma* (=var. *elegans*)	1		1	1	1	1
O. rubrifolia			1	1	1	1
O. rutila	6	2	8	8	8*	7*
O. rutila-fragilis f. ***(3)***				2	2	2
O. rutila-rhodantha	1		1	1	1	1
O. schweriniana ***(6)***	3	4	5	7	6	2
O. smithwick hibrid				1	1	1
O. soehrensii ***(3)***				1	1	1
O. sphaerocarpa	3		4	4	3*	1
O. sphaerocarpa var. *denudata* ***(3)***	1				1	
O. spiosocentra		2	2	2	2	2*
O. sulphurea ***(3)***				1	1	1
O. sulphurea var. *hildmanii* ***(3)***				1	1	1
O. tenuispina ***(3)***				1	1	1
O. tortispina	1	5	8	10	9	9*
O. tortispina var. *cymophila* ***(4)***			1	1	3	2*
O. tortispina var. *luteo-straminea*			1	1	1	1*
O. tortispina var. *stenochila*	1	1	2	2	1	
O. tracya ***(5)***			1	1		
O. xanthostemma var. *elegans*	1				1	

Megjegyzés: ***(1)*** azonosításra váró növények; ***(2)*** irodalomban nem szereplő elnevezések; ***(3)*** 1997 szeptemberében érkezett, külön ágyásba ültetett növények; ***(4-5)*** váratlan növekedés ***(4)*** vagy csökkenés ***(5)*** növények számában, amelyet a fajnév korrekciója okozott az 1998-as Törzskönyvezés során; ***(6)*** a növénypusztulásból származó csökkenések, * = virágzó növények

Két ágyásban elhelyezett 271 taxon vizsgálata során a következő eredmények születtek.

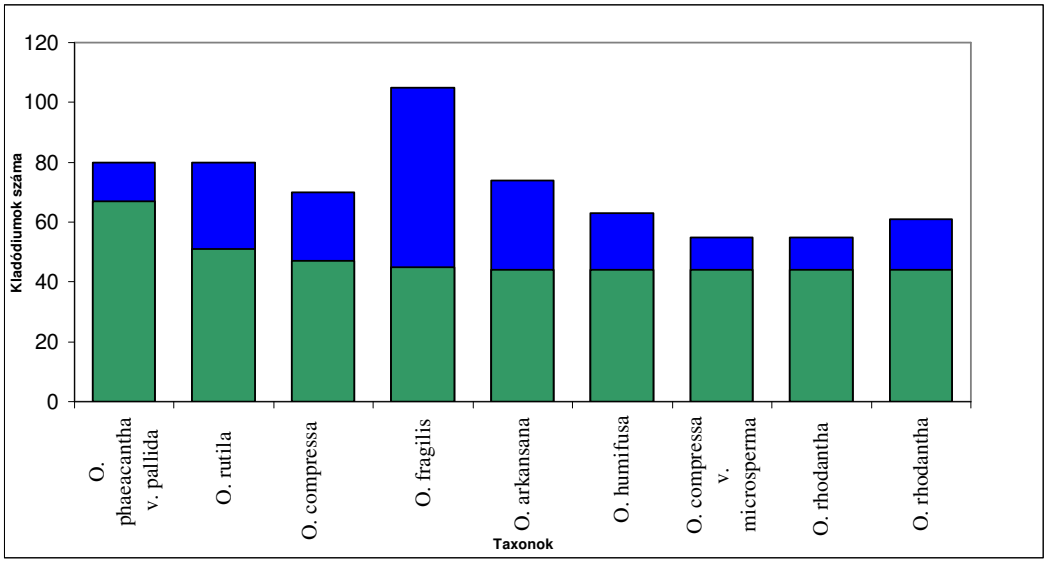
A legnagyobb hajtásszám növekedést a vizsgált évek alatt az 57-es számú *Opuntia phaeacantha* var. *pallida* taxon produkálta (**9. táblázat**), melynek 1998-ban mért hajtásszáma 13 volt, 2001-ben pedig 80. A hajtásgyarapodás évről évre folyamatos emelkedést mutatott. A 271 taxon közül a vizsgált években az egyik legstabilabb taxonnak tekinthető.

9. táblázat A vizsgált 271 *Opuntia* taxon hajtásszámának változásában felállított sorrend első néhány egyede a Budai Arborétumban az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között.

Szu név	**Sor**	**klmax**	**növekedés**	**kl98**	**kl99**	**kl00**	**kl01**
O. phaeacantha var. *pallida*	**57**	80	67	13	28	33	80
O. rutila	**43**	80	51	29	37	80	47
O. compressa	**3**	70	47	23	36	58	70
O. fragilis	**147**	105	45	60	75	90	105
O. arkansana	**54**	74	44	30	74	58	67
O. humifusa	**155**	63	44	19	32	56	63
O. compressa var. *microsperma*	**231**	55	44	11	20	22	55
O. rhodantha	**56**	55	44	11	29	25	55
O. rhodantha	**183**	61	44	17	33	31	61

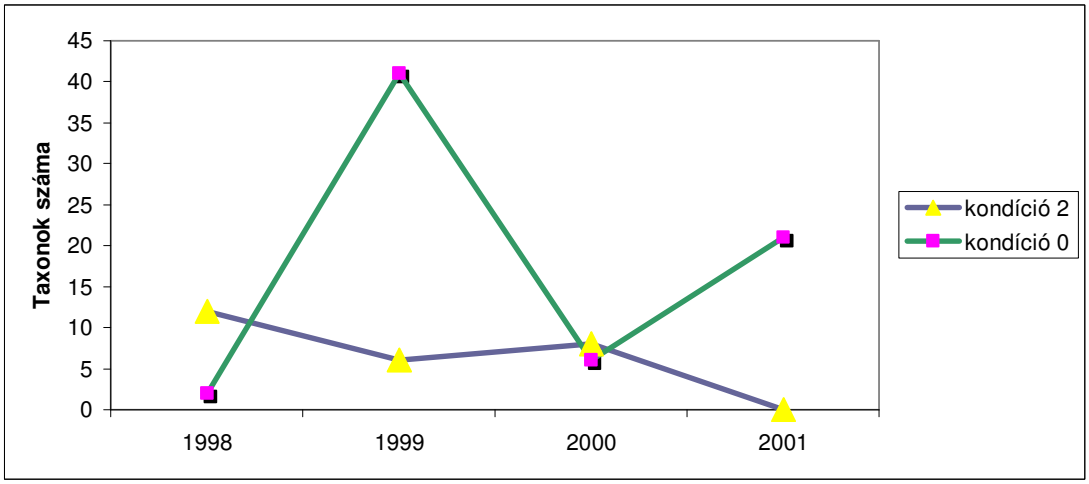
Megjegyzés: a **Szu név** a Szutorisz-féle listában szereplő fajnevek; **Sor** a taxon azonosítószámát; **klmax** a kladódiumok maximális számát; a **kl98** – 1998-ban, **kl99** – 1999-ben, **kl00** – 2000-ben és a **kl01** – 2001-ben mért hajtásszámokat jelentik.

A **17. ábrán** szereplő *Opuntia phaeacantha* var. *pallida* faj produkálta 1998 és 2001 között a legnagyobb növekedést a hajtásszámot tekintve. Az utána következő taxonok jóval kisebb növekedést értek el a hajtásszámban, annak ellenére, hogy az *Opuntia fragilis* taxonok nagyobb hajtásszámmal „indultak” már a megfigyelések kezdetén, 1998-ban is.



17. ábra 271 *Opuntia* taxon hajtásszám változásában felállított sorrend első néhány egyede a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között, ahol a ■ jelölés a maximális kladódiumszámot, a ■ a 4 év alatt bekövetkezett hajtásszám változást, növekedést jelenti.

A kiültetett növények közül több taxon elpusztult a vizsgálat ideje alatt. A pusztulások nem voltak egyenletesek az évek során, azonban a kondíció megállapításánál következtetni lehetett a következő évi növénypusztulások tendenciájára. Ezeket a változókat, jellegzetességeket mutatom be a **18. ábrán**.



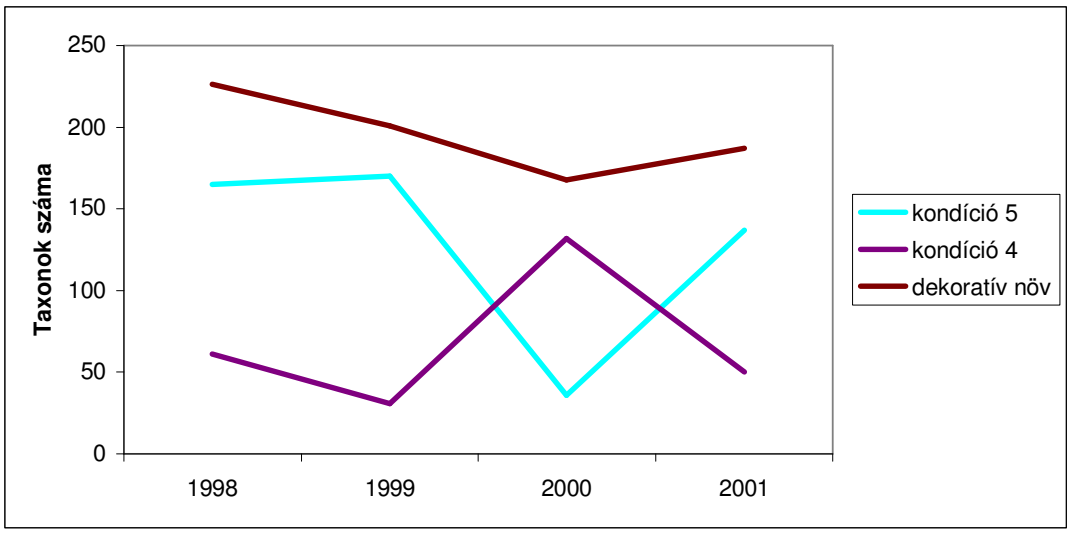
18. ábra Az elpusztult (kondíció *0*), és az éppen túlélt (kondíció *2*) növények számának alakulása a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között.

Az ábrából megfigyelhető, hogy 1998 és 1999 között megállapított *2*-es állapotú kondícióval, azaz elégséges egészségi állapottal jellemzett növények száma lefelé ível, csökkenő tendenciát mutat. 1998-ban 12, 1999-ben 6 kaktusz taxont értékeltem *2*-es kondícióval. Ennek következtében a következő évi növénypusztulás, 1999-2000 között szintén kevesebb volt. Hasonlóan 1999 és 2000 között a *2*-es állapotú egyedek száma emelkedő tendenciájú, aminek következményeként 2000 és 2001 között a növénypusztulások száma is emelkedik. Tehát az adott évben megfigyelt kondíciókból következtetni lehet a következő évi kondíciók alakulására, tendenciájára. A *0* fokozatú kondícióval jelzett növények közé az eltűnt növényeket is belevettem.

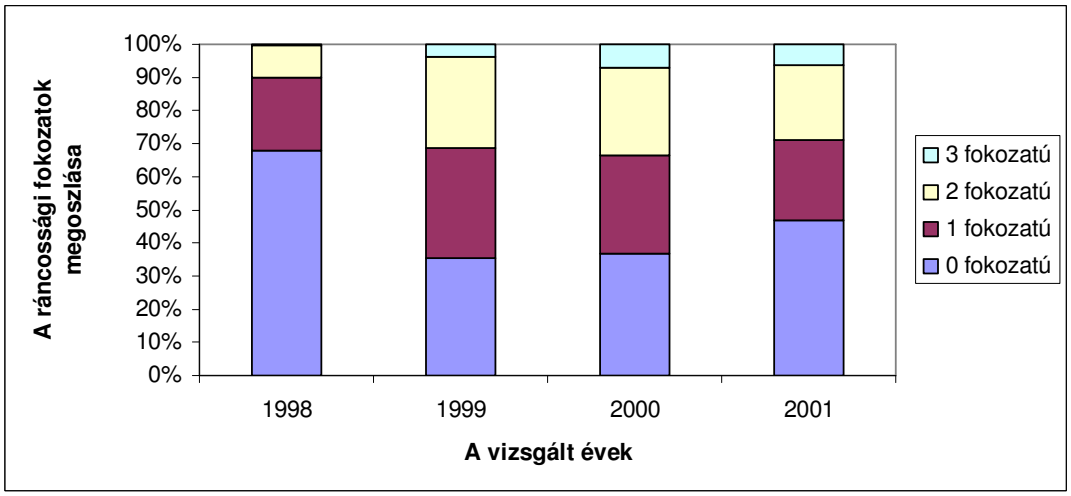
A kiültetések szempontjából lényeges a növények télállósága. Azok a fajok, alfajok ajánlhatók sziklakerti, tetőkerti felhasználásra, amelyek sérülések nélkül vészelik át a téli kedvezőtlen körülményeket, *5* esetleg *4*-es fokozatú kondícióval jellemezhetők, valamint azok, amelyek az egészséges növény látszatát keltik, azaz fontos a ráncosság is. A vásárlók nagyobb kedvvel választják ki azokat a fajokat, amelyek téli habitusa nem sokban különbözik a vegetációs időre jellemző külalaktól, holott a ráncosság egyáltalán nem utal a növény egészségi állapotára. A kiültetésekben leginkább felhasználható növények a *4*-es és *5*-ös kondíciójúak az összes vizsgált taxon (271) nagyobb részét teszik ki, évekre lebontva a **10. táblázat**ban ismertetem és a **19. ábrán** szemléltetem**.** A **20. ábrán** látható a ráncosság *0* és *3*-as fokozatának megoszlása a tetőkerti növények között.

10. táblázat A *4*-es és *5*-ös egészségi állapotú növények száma és százalékos megoszlása a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között.

A vizsgált évek	Az *Opuntia* taxonok száma			∑ 271 %
	Kondíció 4	Kondíció 5	Dekoratív (4+5)	
1998	61	165	226	83,4
1999	31	170	201	74,2
2000	132	36	168	62
2001	50	137	187	69

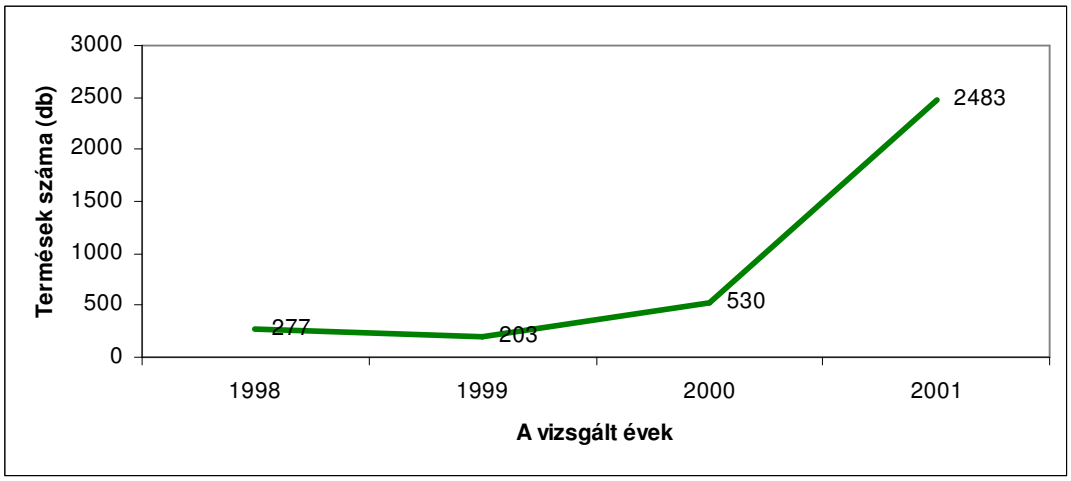


19. ábra A *4*-es és *5*-ös kondícióval jelzett és a *4+5* kondíciójú, azaz a dekoratív növények száma a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között.

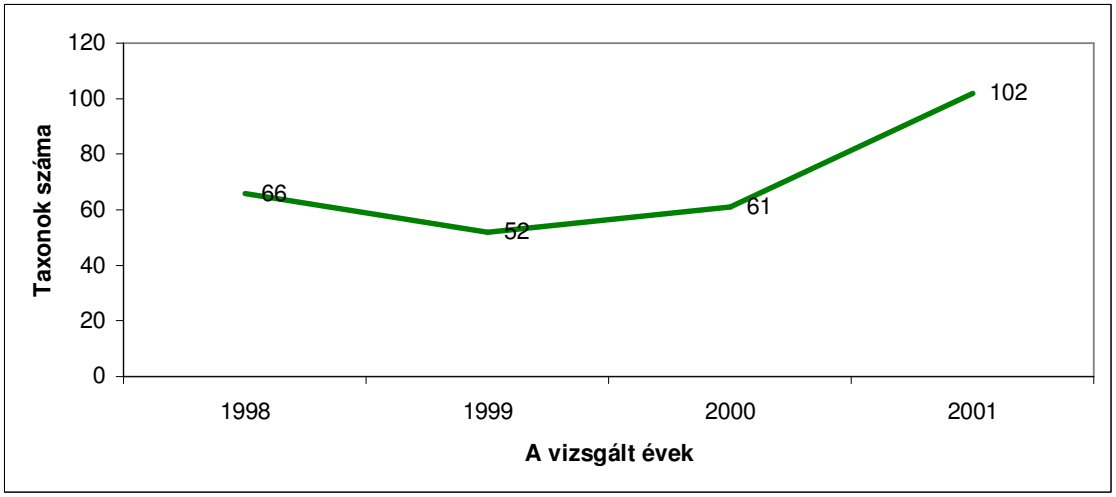


20. ábra A ráncosság (*0-3* fokozat) %-os megoszlása *Opuntia* taxonoknál a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között.

A növények piaci, dekoratív értékét növeli, és természetesen az egészségügyi állapotra és a korra is utal a virágzás, majd a termések megjelenése. A **21. ábra** a terméképzés alakulását jelzi a vizsgált 4 év során, a **22. ábra,** pedig a termést fejlesztő taxonok számát mutatja.



21. ábra A termések számának alakulása *Opuntia* taxonoknál a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között.



22. ábra. A termést fejlesztő *Opuntia* taxonok száma a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között.

A termések (áltermés) igen változatosak, éretten húsos illetve száradó bogyók, a **23.** és **24. ábrá**kon különböző télálló *Opuntia* taxonok termései láthatók. A **25. ábrán** az extenzív zöldtető virágzási időszak kezdetén, a **26. ábrán**, pedig a magyarországi felmérések során a leggyakrabban előforduló faj, a *Cylindropuntia imbricata* látható a zöldtetőn.

23. ábra A Törzskönyvezés (1998) előtti évben gyűjtött változatos *Opuntia* termések I.

24. ábra A Törzskönyvezés (1998) előtti évben gyűjtött változatos *Opuntia* termések II.

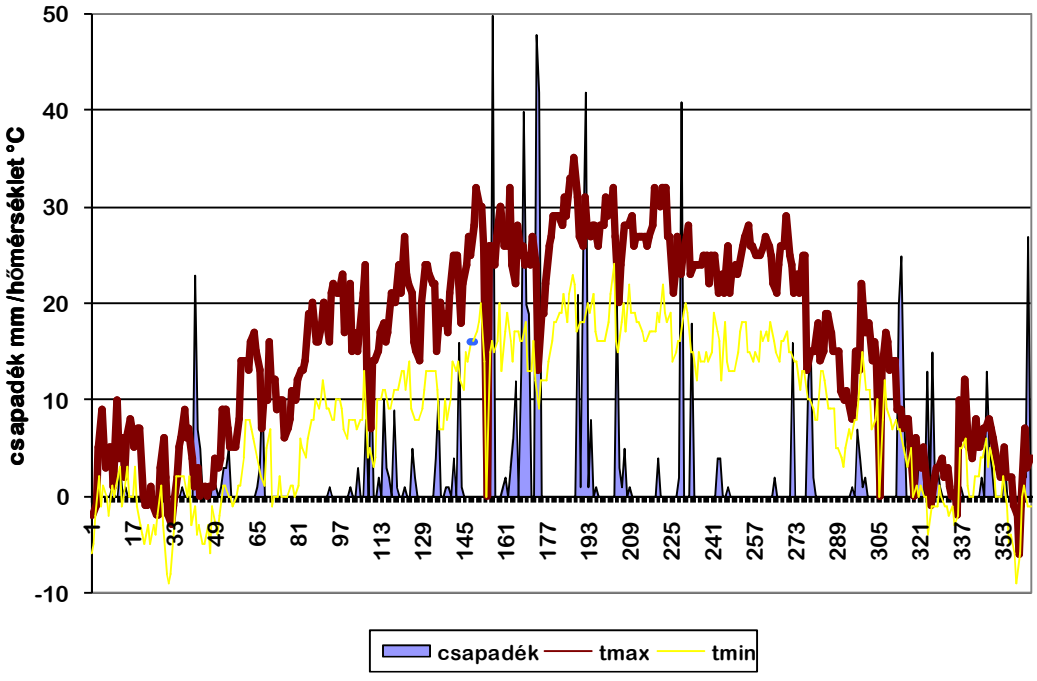
25. ábra Extenzív zöldtető a virágzási időszak kezdetén (Hámori Zoltán felvétele, 2001)

26. ábra A fásodó, nagytermetű *Cylindropuntia imbricata* (háttérben a *Cylindropuntia kleiniae*) virágzása az extenzív zöldtetőn 2001-ben (Hámori Zoltán felvétele).

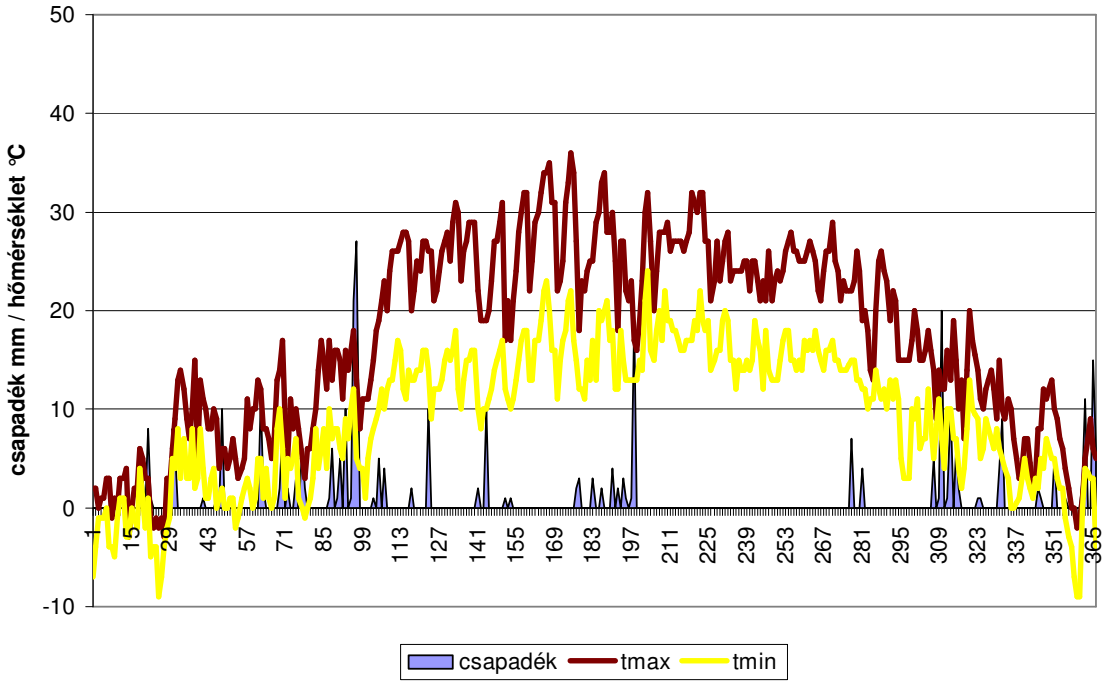
4. 1. 2. A tövisek és szártagok méretbeli változásai az időjárás függvényében

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (Budapest, belváros) jelentései alapján készített grafikonok jól szemléltetik 1999. és 2000. év a hőmérsékleti maximum, minimum és a csapadékviszonyok alakulását (**27.** és **28. ábra**), mely jelentős változásokat hozott a kaktuszok szártagjainak és töviseinek méretében. Az ábrákból nyomon követhető, hogy 2000-ben, a hajtásnövekedés időszakában több volt a csapadék, a nyári hónapok viszont csapadék nélkül teltek el. 2000-ben nem volt olyan nyári nap, amikor 15 °C alá esett volna a hőmérő higanyszála. Ez igen kedvező hatással volt a szártagok és tövisek növekedésére, fejlődésére.

A hajtásoknál mért értékekből kapott eredményeket, és a tövisekre vonatkozó adatokat az **11. táblázat** tartalmazza. A **29. ábrán** a hajtáshossz, a **30. ábrán**, pedig az átlagos tövishosszúság alakulása figyelhető meg a vizsgált taxonok esetében 1999-ben és 2000-ben. Mindkét évben a legnagyobb szártagot az *Opuntia engelmannii* var. *discata* fejlesztette, 1999-ben 145 mm, 2000-ben 168 mm volt az átlagos hajtáshossz. Az *Opuntia phaeacantha* var. *piercei* esetében kaptam a legnagyobb különbséget a szártagok átlagos méretében, ugyanis 2000-ben 77%-kal nagyobb szártagok fejlődtek.



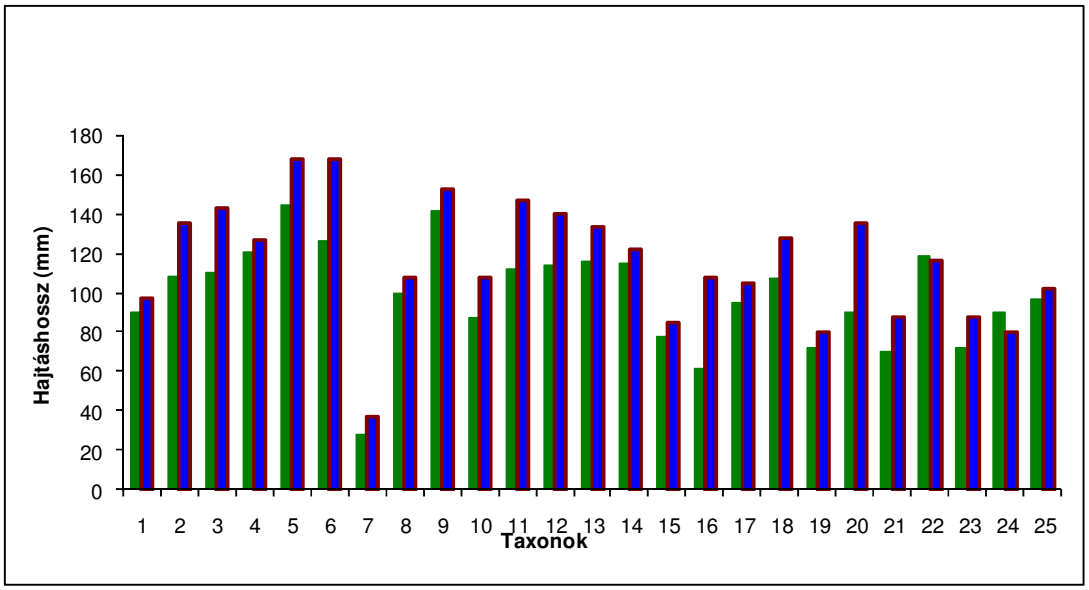
27. ábra A maximum, minimum hőmérséklet és a csapadékviszonyok alakulása 1999-ben az OMSZ Budapest belváros adatai alapján.



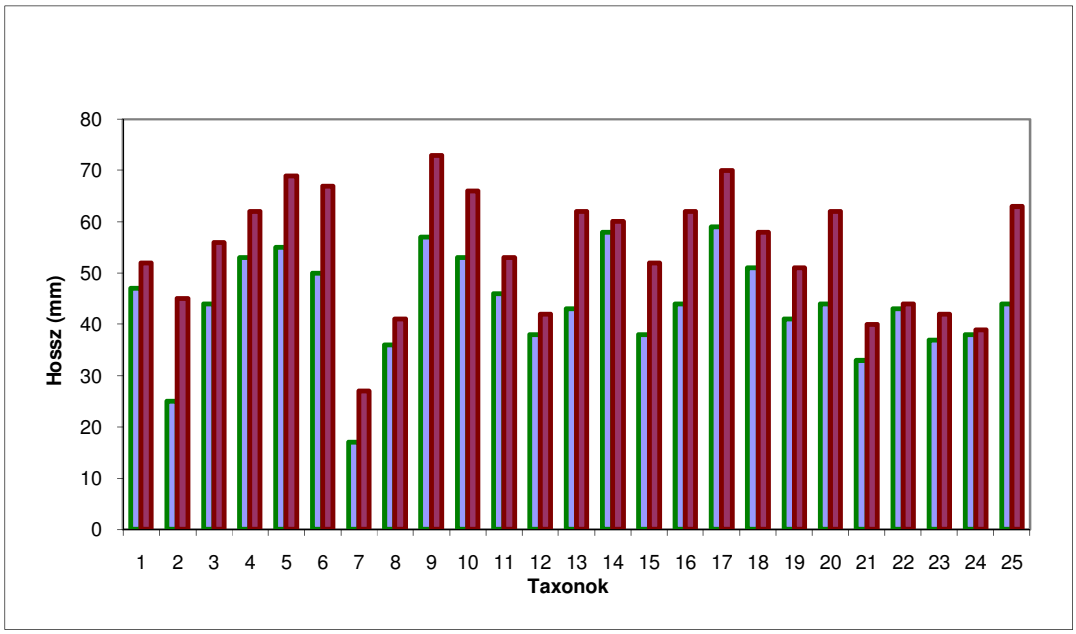
28. ábra A maximum, minimum hőmérséklet és a csapadékviszonyok alakulása 2000-ben az OMSZ Budapest belváros adatai alapján.

Nagy meglepetésre az *Opuntia tortispina* és az *Opuntia tortispina* var. *luteo-straminea* fajoknál a 2000-ben fejlődő hajtások hossz átlaga 3 ill. 13 %-kal kisebb lett, mint 1999-ben.

A tövisek hosszának átlagolásakor a legnagyobb értéket 1999-ben az *Opuntia phaeacantha-macrocentra* átmeneti formájánál találtam, (59.0 mm), 2000-ben pedig az *Opuntia macrocentra*-nál, (72,6 mm). Legnagyobb különbség a két évben mért tövisek között az *Opuntia fragilis*-nél (59%) volt.



29. ábra A vizsgált télálló kaktuszok hajtáshossz átlaga az extenzív zöldtetőn a Budai Arborétumban 1999-ben ■ és 2000-ben ■.



30. ábra: A vizsgált kaktuszok tövishossz átlaga az extenzív zöldtetőn a Budai Arborétumban 1999-ben ■ és 2000-ben ■.

A 29. és a 30. ábrán jelölt taxonok nevei: **1.** *O. arkansana*, **2.** *O. camanchica*, **3.** *O. camanchica* var. *rubra*, **4.** *O. engelmannii*, **5.** *O. engelmannii* var. *discata*, **6.** *O. engelmanni-phaeac.*f., **7.** *O. fragilis,* **8.** *O. juniperina,* **9.** *O. macrocentra*, **10.** *O. macrorhiza*, **11.** *O. phaeacantha*, **12.** *O. p.* var. *camanchica*, **13.** *O. p.* var. *longispina*, **14.** *O. phaeacantha* var. *major*, **15.** *O. phaeacantha* var. *minor*, **16.** *O. p.* var. *piercei,* **7.** *O. p.-macrocentra* f., **18.** *O. polyacantha,* **19.** *O. rhodantha*, **20.** *O. rubrifolia,* **21.** *O. schweriniana*, **22.** *O. tortispina*, **23.** *O. t.* var. *cymochila*, **24.** *O. t.* var. *luteo-straminea*, **25.** *O. t.* var. *stenochila*

11. táblázat: 1999-ben, 2000-ben mért hajtás- és tövishossz értékek változása a vizsgált *Opuntia* taxonoknál az extenzív zöldtetőn a Budai Arborétumban

	HAJTÁSOK ÁTLAGOS MÉRETE BUDÁN (mm)				TÖVISEK ÁTLAGOS MÉRETE BUDÁN (mm)			
Fajok	**1999**	**2000**	**%**	**SD**	**1999**	**2000**	**%**	**SD**
1. *O. arkansana*	90	97	8		47	52	11	*
2. *O. camanchica*	108	135	25	*	25	45	80	*
3. *O. camanchica* var. *rubra*	110	143	30	*	44	56	27	*
4. *O. engelmannii*	121	127	5		53	62	16	*
5. *O. engelmannii* var. *discata*	145	168	16	*	55	69	25	*
6. *O. engelmannii-phaeac*.f.	126	168	33	*	50	67	34	*
7. *O. fragilis*	28	37	32	*	17	27	59	*
8. *O. juniperina*	100	108	8		36	41	14	*
9. *O. macrocentra*	142	152	7		57	73	28	*
10. *O. macrorhiza*	87	108	24		53	66	24	*
11. *O. phaeacantha*	112	147	29	*	46	53	15	*
12. *O. p.* var. *camanchica*	114	140	22	*	38	42	10	*
13. *O. p.* var. *longispina*	116	133	14		43	62	44	*
14. *O. phaeacantha* var. *major*	115	122	6		58	60	3	
15. *O. phaeacantha* var. *minor*	78	85	49	*	38	52	15	*
16. *O. p.* var. *piercei*	61	108	77	*	44	62	13	*
17. *O. p.-macrocentra* f.	95	105	10		59	70	19	*
18. *O. polyacantha*	107	128	20	*	51	58	14	*
19. *O. rhodantha*	72	80	11		41	51	24	*
20. *O. rubrifolia*	90	135	50	*	44	62	41	*
21. *O. schweriniana*	70	88	26	*	33	40	21	*
22. *O. tortispina*	119	116	**-3**		43	44	2	
23. *O. t.* var. *cymochila*	72	88	22	*	37	42	13	*
24. *O. t.* var. *luteo-straminea*	90	80	**-13**		38	39	3	
25. *O. t.* var. *stenochila*	97	102	5		44	63	43	*

Megjegyzés: a táblázatban *-al jelöltem azokat a taxonokat, ahol a statisztikai elemzések során szignifikáns különbségeket kaptam.

Statisztikai elemzések közül a két évben a szártag illetve a tövisek méreteiben bekövetkezett változások adatait, a szóráshomogenitás esetén a kétmintás t-próbával illetve eltérő szórásoknál a Welch próba alkalmazásával, a Ministat 3.3 program segítségével hasonlítottam össze. Az évenkénti szórások azonosságától függően a kétmintás t-próba és a Welch-próba használatával igazolt különbségeket kaptam (**11. táblázat** SD oszlop), melyeket a **29.** és a **30. ábrák** szemmel láthatóan mutatnak. Az elemzések részletét a III. melléklet tartalmazza.

Az általam vizsgált kaktuszfajok eredeti élőhelye csapadékszegény, sivatagos ill. félsivatagos. Üde zöld, nedvességtől duzzadó hajtásaik nagy vonzerőt jelentenek az állatok számára, velük szemben csak erőteljes tüskézettségük nyújt védelmet. A tövis tehát mechanikai védelmet nyújt. A nagy méretű töviseken lecsapodó pára az areolán keresztül a növénybe jutva hasznosul, a növényt mentheti meg a kiszáradástól. Magyarországon természetesen erre nincs szükség, viszont a tövispárnákból fejlődő hosszabb tövisek, tüskék és a glochidiumok szebb, egzotikusabb megjelenést nyújtanak a növényeknek.

4. 2. Adaptációs felmérés a télálló kaktuszgyűjteményekben

A Magyar Kaktuszgyűjtők Országos Egyesületének tagnyilvántartója alapján 400 címre szétküldött kérdőívek töredéke érkezett vissza a dolgozatom befejezésének időpontjáig. A tagok többnyire a téli időszakban küldték vissza az adatlapokat (**12. táblázat**), illetve telefonon kaptam értesítést a télálló fajok tartásáról. Gyűjteménylátogatásaim során tovább gyarapodtak az ismereteim arról, hogy a hazai télálló kaktuszos gyűjtemények milyen fajgazdagsággal, mekkora területen és milyen körülmények között találhatóak (**31-33. ábra**). A meglevő adatok feldolgozása alapján az alábbi eredmények születtek.

A gyűjteményekben (14) szereplő nevek alapján 169 taxon szerepel. Amennyiben ezeket a fajneveket az I. melléklet szinonima táblázatai, valamint HUNT et al. (2006) rendszere alapján összegezzük mindössze 64 különböző kaktusz taxont kapunk (**13. táblázat**). Ebből is látszik mennyire nehéz eligazodni a közhasználatban elterjedt elnevezések között.

Az adatlapok feldolgozása alapján elmondható, hogy a *Cylindropuntia imbricata* a gyűjtemények 85%-ában, az *Opuntia basilaris* és az *Opuntia polyacantha* 71%-ban, a *Cylindropuntia whipplei*, *Escobaria vivipara*, *Opuntia fragilis*, *O. fragilis* var. *denudata*, *O. rhodantha* 64%-ban, a *Cylindropuntia dawisii*, *Echinocereus coccineus*, *E. triglochidiatus*, *Escobaria missouriensis*, *E. vivipara* var. *arizonica*, *Opuntia, compressa*, *O. humifusa*, *O. hystricina*, *O. hystricina* var. *ursina*, *O. macrorhiza*, *O. schweriniana* pedig a gyűjtemények 57 %-ában megtalálható. Az adatlapok táblázatait az IV. melléklet tartalmazza.

12. táblázat Egy kitöltött adatlap részlete (Barna János, Szeged 2006)

NÉV: Barna János
TARTÁSI ILL. LAKHELY: Szeged
TARTÁS KÖRÜLMÉNYEI:
- Szabadban, sziklakertben: Kb. 5x2 méteres, 30-40 cm magas a legmagasabb pontján. A talaja sóderrel kevert kötött kerti föld, de a sóder pár év alatt szinte teljesen eltűnt (tudom, ez nem tökéletes kaktuszos sziklakerti talaj de ez van). Csináltam egy kicsi, kb. fél négyzetméteres emelt talajszintű ágyást is kaktuszfölddel (2 sor kis tömör tégla körben, benne kaktuszföld, az üvegházam déli oldala mellett).
- Fűtetlen fólia 1.: A régi fóliám 5x4 méteres volt, dupla falú, alul az utak leásva kb. 60 cm mélyre, a fennmaradó eredetei talajszint az asztal.
- Fűtetlen fólia 2.: Az új fóliám 5x10 méteres, ebből kb. 5x5.5 méteres rész fűtetlen, több rétegű fóliával leválasztva. A fólia talaja kb. 60 cm mélyre le van ásva, itt állnak lábakon az asztalok, a lapjuk kb. az eredeti talajszintben van. Hőmérséklet mérést csak ebben a házban végeztem. Az asztalon átlagos télen kb. -3 fok a minimum, különösen hideg időben (-26 fok) -5, a sarkokban -8.

A klímánkról pár szóban: nyáron aszályos meleg, általában 30-35 fok felett, éjszakára is ritkán hül 20 fok alá (bár az utóbbi 2 év kivételes volt, sokdzor 13-15 fok körüli éjszakai hőmérséklettel). Télen nagy hideg, sokszor -25 fok körül is. Hó az utóbbi időben nem tartós, olyanra hogy ősztől tavaszig kitartson nem is emlékszem.

Most csak a szabadban tartott fajokról írok, a régi fóliám teszteredményeit mindenféle újságokban megjelentettem. Csatolni fogom a cikkeket. Az új fóliámban meg nem is teszteltem, ami hideg ott van azt majdnem bármi kibirja (pl. volt kint Thelocactus, Echinopsis, Sulcorebutia, Lithops,… és sérülés nélkül átvészelték a telet). Sajnos hőmérést csak az új fóliámban végeztem, a sziklakertről és a régi fóliámról nincs adat. A táblázatban a hőmérséklet sort ezért kicseréltem a tartás helyére, hogy be tudjam írni hogy a sziklakertben vagy az emelt ágyásban volt a kaktusz.

FAJOK	EGYED SZÁM	KOR	Elhelyezés	EGYÉB JELLEMZŐK
Opuntia fragilis	2	5 év	Sziklakert	Tökéletesen bírta, csak nagyobb telepben virágzott
Opuntia erinacea	1	5 év	Sziklakert	Tökéletesen bírta, csak nagyobb telepben virágzott
Opuntia engelmannii	1	3 év	Sziklakert	Szinte minden télen sérült, aztán el is fagyott. Nyáron gyorsan nőtt, virágzott.
Opuntia arenaria	1	5 év	Sziklakert + emelt ágyás	A sziklakertben elfagyott, de az emelt ágyásban majdnem sérülés nélkül kibírta. Sokat virágzott.
Opuntia utahensis	3	5 év	Sziklakert	Három formám volt, mind tökéletesen bírta
Opuntia polyacantha	1	5 év	Sziklakert	Tökéletesen bírta, sokat virágzott.
Agave utahensis var. kaibabensis	1	1 év	Sziklakert	Megfagyott az első télen.
Yucca baccata	1	1 év	Sziklakert	Az első télen nagyon megfagyott, de túlélte, utána fólia alatt jól érezte magát.
Escobaria vivipara	5	3 év	Sziklakert	Pár év alatt mind elfagyott.
Escobaria vivipara	3	3 év	Emelt ágyás	Egy túlélte sérülés nélkül, a többi elfagyott. Az az egy is beköltözött fólia alá.
Echinocereus fendlerii	2	1 év	Emelt ágyás	Mind a kettő sérült, de túlélték, ezután fólia alá kerültek.
Echinocereus coccinneus	1	1 év	Emelt ágyás	Nagy termetű forma. Sérülés nélkül túlélte, az első tél után fólia alá került. Virágzott.
Echinocereus reichenbachii	1	3 év	Emelt ágyás	Sérülés nélkül túlélte, néhány tél után fólia alá került. Rendszeresen virágzott.
Hamatocactus setispinus	5	1 év	Sziklakert	Ősszel a nedvesebb időben nem állt le a virágzással, az első fagy elvitte.
Cylindropuntia imbricata	1	5 év	Sziklakert	S sziklakert mellett a kertbe volt kiültetve. Gyorsan nőtt, nagy bokor lett, a végére virágzott is.
Cylindropuntia leptocaulis	1	2 év	Sziklakert	Elfagyott, de úgy tűnik, hogy a hideget bírja csak a nedvességet nem, mert csapadéktól védettebb helyen a szabadban is kitelelt, és fólia alatt is sokszor elment télen a gyökere. Nálam soha nem virágzott.

13. táblázat A gyűjteményekben található télálló nemzetségek a taxonok (faj, alfaj, változat, forma) számával (zárójelben) és ezek összehasonlítása a HUNT és munkatársai (Atlasz) által elfogadott taxonok (faj, alfaj) számával.

Nemzetségek a gyűjteményekben	**Taxonok az Atlaszban**
Austrocactus 4	2
Corynopuntia 1	1
Coryphantha 4	-
Cylindropuntia 7	7
Echinocereus 36	21
Escobaria 24	5
Gymnocalycium 1	1
Maihuenia 2	2
Mammillaria 3	2
Neobesseya 2	-
Opuntia 74	13
Pediocactus 11	10
169	**64**

31. ábra Az egyik legnagyobb *Opuntia* gyűjtemény Soroksáron 1997-ben.

32. ábra Télálló kaktuszgyűjtemény Veszprémben, 2004 júniusában.

33. ábra Télálló kaktuszgyűjtemény szukkulens és más évelő növényekkel Érden, 2005 nyarán.

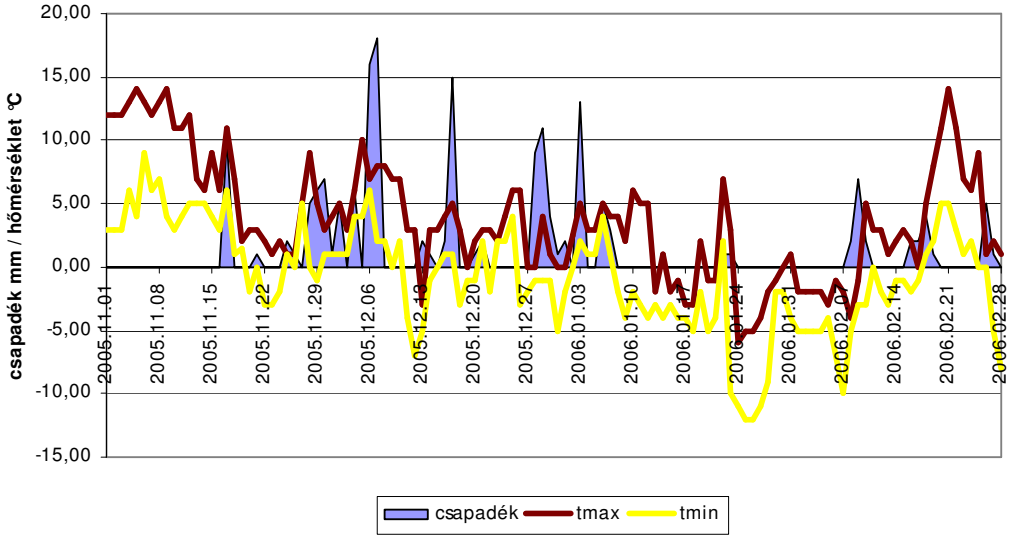
4. 3. Biokémiai vizsgálatok

4. 3. 1. A peroxidáz enzim aktivitásának változásai

A kísérletekhez a törzsszukkulens *Escobaria vivipara* (V)*, Escobaria vivipara* var. *neomexicana* (N)*, Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* (B) fajokat használtunk fel. Ezeken túl, mint kívülálló a levélszukkulens *Agave parryi* (A) került be a vizsgálandó növények közé.

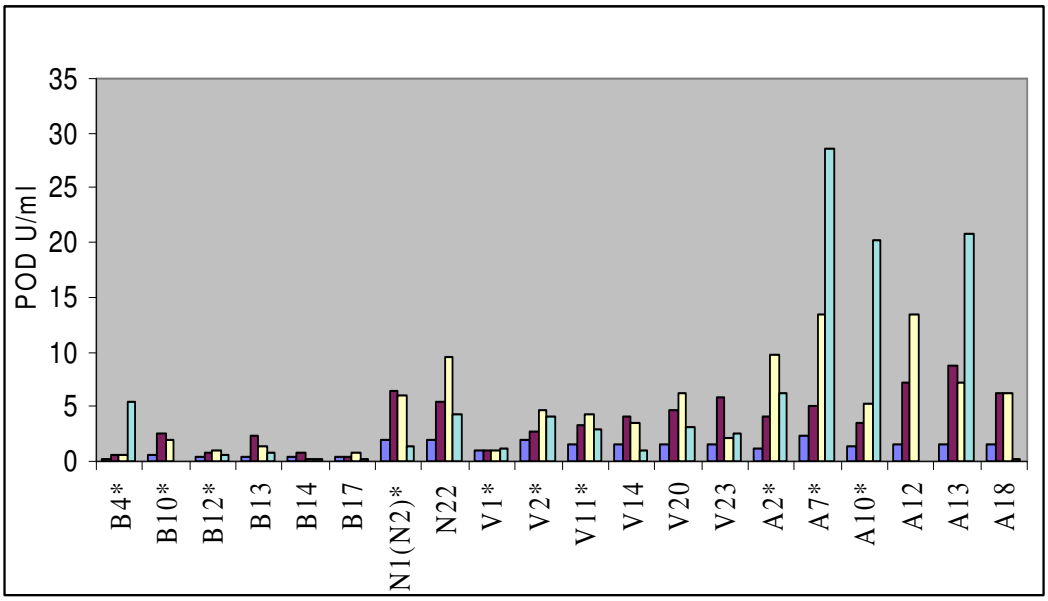
A mintavételek időpontját, mint a kiindulás, kihelyezés, -10 °C valamint a helyreállás, a kezelések és az időjárásban bekövetkezett változások szabták meg. Az 1. mintavétel kezelés előtt, a 2. a kezelés/kihelyezés után történt. Erőteljesebb lehűlést, hideg periódust (6 nap) követően került sor a 3. mintavételre, majd egy enyhülést követően a 4. mintavételre, melyet a **34. ábra** szemléltet.

A peroxidáz enzim aktivitását (U/ml) a felsorolt 4 télálló szukkulens növényből vett mintákban hasonlítottuk össze, amit a **35. ábra** szemléltet. Néhány kiugrástól eltekintve jól megfigyelhetők a különbségek a fajok között. Függetlenül a kezeléstől, arányaiban a legalacsonyabb POD aktivitás a B jelű, *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* növénynél tapasztalható, mely egy oszlopos növekedésű törzsszukkulens faj. Ezt követik az N jelű, *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* és a V jelű, *Escobaria vivipara* fajok, melyek gömb alakú törzsszukkulensek. Télállósság szempontjából ismert, hogy az N, V növények kisebb károsodással és nagyobb túlélési százalékkal (**36. ábra**), egyszóval jobban bírják a hideget és a hideggel párosuló kedvezőtlen körülményeket. A „jobb" télállósághoz magasabb enzimaktivitás párosul. A legmagasabb POD aktivitással jellemezhető az A jelű, *Agave parryi,* mely egy levélszukkulens faj, tehát a fajok közötti különbség nagyon jól kimutatható, és egyben jelzik a fajok közötti télállósági eltéréseket. Talán az *Agave parryi* jobb télállósága ezzel a magasabb POD-al függ össze.



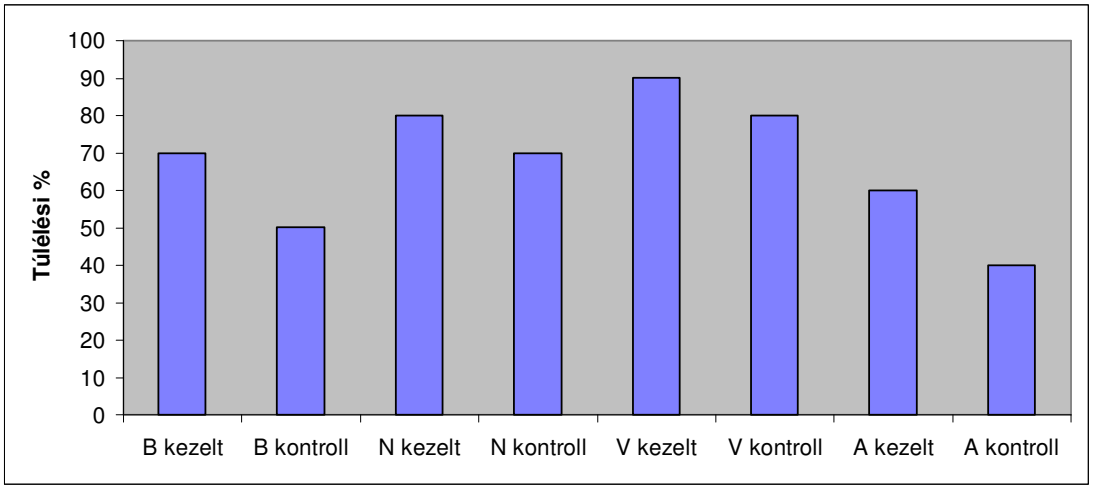
34. ábra A maximum, minimum hőmérséklet és a csapadékviszonyok alakulása a biokémiai vizsgálatok során, 2005. novemberétől 2006 márciusig, az OMSZ Budapest belváros adatai alapján.

Az ábrákon a szokásostól eltérően a számozás miatt a kontrollt a kezelés eredménye előzi meg.



35. ábra. Peroxidáz enzim akivitás (U/ml) változása a vizsgált növényekben (B, N, V, A) fagystressz hatására, Titavittal kezelt (*) és kontroll növényekben, a **kiindulás** (2005. 11. 28.) ■, a **kihelyezés** (2006. 01. 20.) ■, **-10 ºC** (2006. 01. 29.) □, és az **helyreállás** (2006. 02. 13.) □ időpontokban, ahol a B – *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi,* N – *Escobaria vivipara* var. *neomexicana,* V – *Escobaria vivipara,* A – *Agave parryi.*

Megjegyzés: az összefoglaló ábra nem tartalmazza a szórásokat, mert az amúgy is túlzsúfolt ábrát nem akartam tovább bonyolítani, később részleteiben szerepelnek az eredmények.



36. ábra. Az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* (B), *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* (N), *Escobaria vivipara* (V), és az *Agave parryi* (A) Titavittal kezelt és kontroll egyedei, melyek túlélték a 2005/2006 telet (túlélési %).

A vizsgált fajok mintavételezése, a mintavétel után maradt sérülések bemutatása a **37-42**. **ábrán**. A fenti általános jellemzések alapján szétválasztott fajok POD aktivitásának változásait külön ábrákon részletezem. Az **43. ábrán** az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* POD aktivitás változása látható. Az enzim aktivitásának értéke 0,172 és 5, 438 U/ml között mozog. Megfigyelhető, hogy a 2. mintavételnél (kihelyezés) a B17 minta esetében azonos, az összes többi mintánál magasabb a POD aktivitás, mint az 1. mintavételnél (kiindulás). Ez az emelkedés köszönhető annak, hogy a növények az 1. mintavételt követően a szabadba kerültek, ezt stresszként élték meg, és a válaszreakciójukban az enzimaktivitás növekedésével reagáltak, valamint a kezelt növényeknél a Titavit kezelésnek is. Megfigyelhető az is, hogy a kezelt növényeknél (B4, B10, B12) a POD aktivitás a Ti-aszkorbát kezelésnek köszönhetően átlagosan magasabb értékű, mint a kontroll növényeknél (B13, B14, B17). A 3. mintavételnél (-10 ºC) mért POD aktivitás értékek A B12 és a B17 kivételével csökkentek, mindössze 0,277 és 1, 881 U/ml között voltak. Úgy tűnik, hogy a B12 és B17 növények érzékenyebben, a peroxidáz enzim aktivitásának növekedésével reagáltak a -10 ºC alatti hőmérsékletre. Az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* faj esetén a mintavétel is komoly stresszel járt, így nem meglepő, hogy a 4. mintavétel (helyreállás) szélsőséges eredményeket adott.

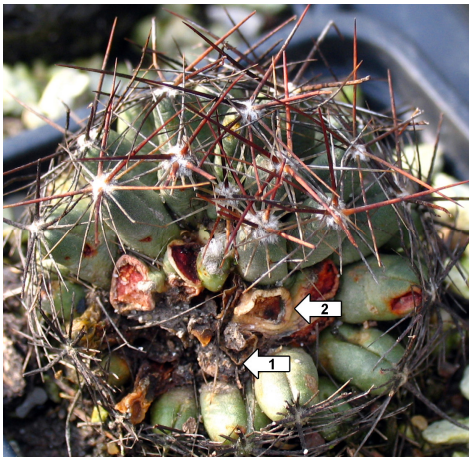
37. ábra Az 1. mintavétel az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* fajból.

38. ábra 2 éves *Agave parryi* a mintavételezés előtt.

39. ábra Az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* az 1. mintavételezés után.

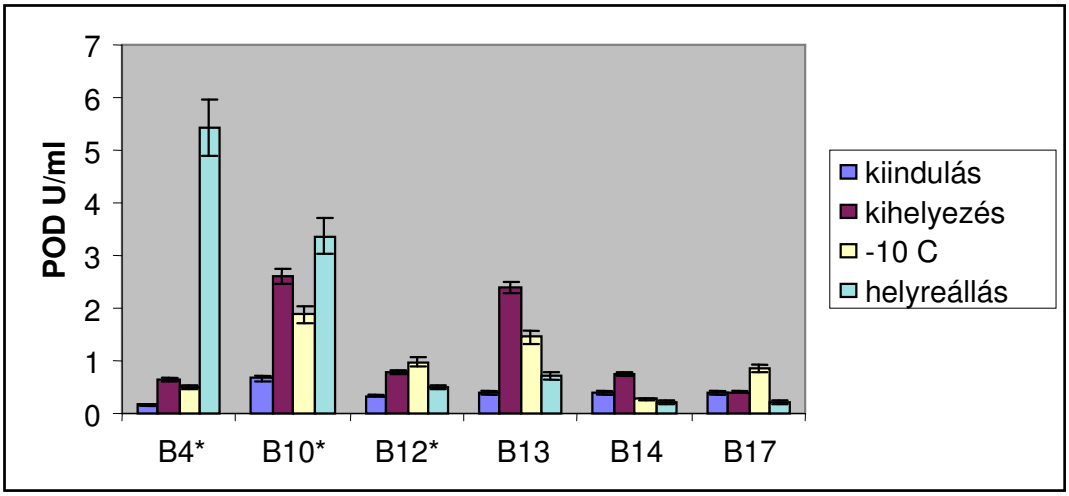
40. ábra A mintavételezések miatt elpusztult *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi*..

41. ábra A vágási felület a szemölcsök eltávolítása után az *Escobaria vivipara* növényen.



42. ábra Az 1. és a 2. mintavételezés nyomai az *Escobaria vivipara* növényen

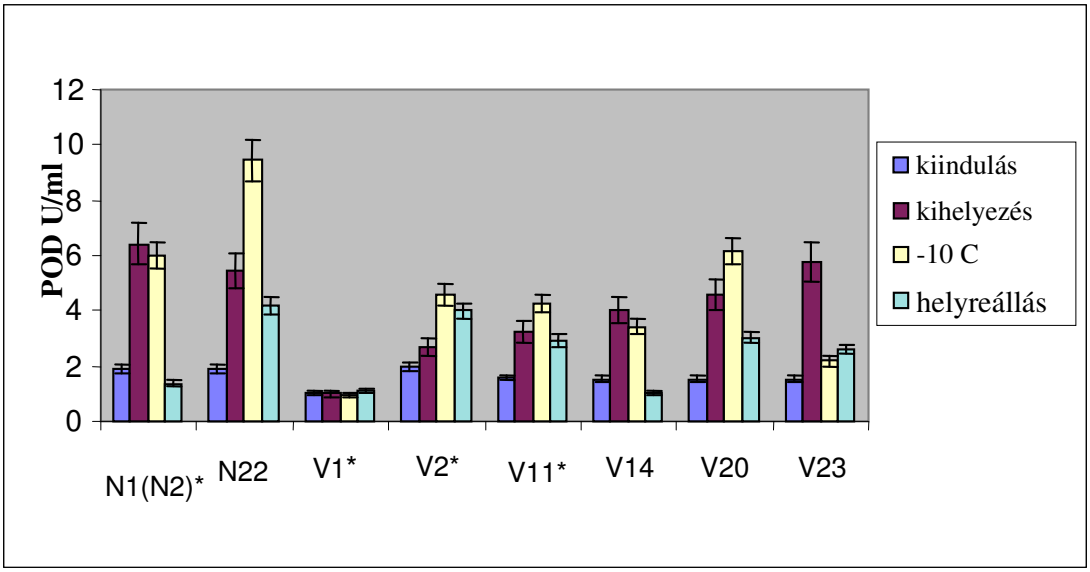
A B4 növénynél kapott kimagasló POD aktivitás is feltehetően ezzel magyarázható, de elképzelhető, hogy a kezelésre (stresszként megélt) megnövekedett enzimaktivitás a magyarázata annak, hogy jelentősen nagyobb volt a túlélés. A mintavételeket és a fagyot túlélő növények tekintetében ugyanis elmondható, hogy a Ti-aszkorbát kezelés kedvezően hatott, a mintát adó növényeket nem számítva a kezelt növények 75%-a, míg a kontroll növényeknek csak 50 %-a érte meg a vegetációs idő kezdetét. A mintát adó növények 100%-a a drasztikus beavatkozásnak köszönhetően, érthető módon a kísérlet áldozatává vált, elpusztult.



43. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* fajnál fagystressz hatására, Titavittal kezelt (B4, B10, B12) és kontroll (B13, B14, B17) növényekben a **kiindulás** (2005. 11. 28.) , a **kihelyezés** (2006. 01. 20.) , **-10 ºC** (2006. 01. 29.) , és a **helyreállás** (2006. 02. 13.) időpontokban.

A **44. ábrán** az *Escobaria* nemzetség két fajának POD aktivitás változása figyelhető meg. Az N és a V jelű növények között alapvető különbség a kor. Az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* (N) növények 2 évesek, a 2005/2006-os tél volt az első, amit a szabadban, védtelenül töltöttek. Az *Escobaria vivipara* (V) növények már 5 évesek, és a korábbi teleket is a szabadban töltötték, sokkal edzettebb növények. Mindezek a POD aktivitás értékeinél már a kiindulási, 1. mintavételnél is megfigyelhetők. Az N mintáknak a kezdeti enzimaktivitásuk is magasabb, feltételezhetően sokkal kevésbé adaptáltak a kedvezőtlen környezeti hatáshoz, mint az idősebb példányok. Jól látható, hogy a kihelyezést követően növekszik a POD-aktivitás valamennyi növényben, ám a növekedés mértéke sokkal kisebb az edzett példányokban. A POD aktivitásának változására jellemző

a kezdeti alacsonyabb szintről történő növekedés 2. és 3. mintavétel, majd a 4. mintavételnél egy visszaesés tapasztalható, amely értéke



44. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* (N) és az *Escobaria vivipara* (V) fajoknál fagystressz hatására, Titavittal kezelt (N1, V1, V2, V11) és kontroll (N22, V14, V20, V23) növényekben a **kiindulás** (2005. 11. 28.) , a **kihelyezés** (2006. 01. 20.) , **-10 ºC** (2006. 01. 29.) , és a **helyreállás** (2006. 02. 13.) időpontokban.

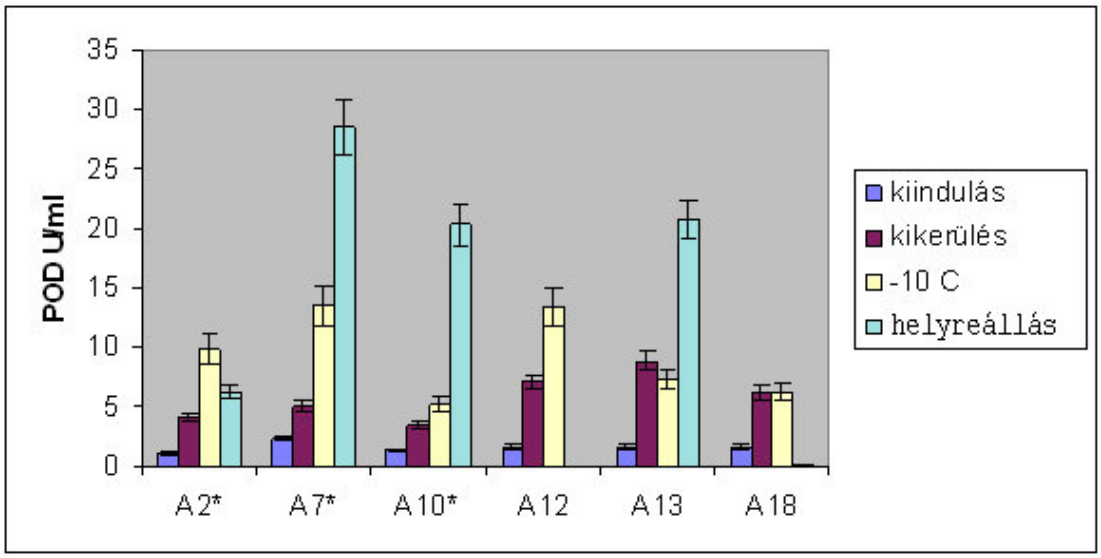
általában magasabb (N1, V14 kivételével), mint a kiindulási állapot. A Titavit kezelés hatása az N növényeknél a 2. mintavétel (kihelyezés) időpontjában egy magasabb, a 3. mintavételnél (-10 ºC), erősebb lehűlések után viszont alacsonyabb POD értéket eredményezett, mint a kontroll N növényeknél. Feltételezhetően a Ti-aszkorbát valamilyen eddig nem ismert protektív hatása gátolja a POD túlzott mértékű megnövekedését. Ez a tendencia nem figyelhető meg a V növények esetében, ahol a kezelt növények POD aktivitás értéke a 2. mintavételnél alacsonyabbak, mint a kontroll növényeknél. Elképzelhető, hogy ennél a fajnál a kedvező télállósági paraméterek miatt a Titavit kezelésnek kevésbé látványos a hatása, hiszen genetikailag is jobban adaptálódott a szélsőséges körülményekhez, a legészakabbi elterjedésű kaktuszok közé tartozik (2. 3. fejezet). A 3. mintavétel időpontjában a Titavittal kezelt növényeknél emelkedik (kivétel V1), a kontroll növényeknél, pedig csökken (kivétel a V20) a POD aktivitásának U/ml-ben kifejezett értéke. Elképzelhető, hogy a fiatal (N) növényeknél jobban érvényesül a Titavit kedvező hatása, mint az idős (V) növények esetén. Megfigyelhető az is, hogy az N

növényeknél az extrém hideg, -10 °C alatti hőmérséklet a titán-aszkorbáttal kezelt növényekben kisebb stresszt okozott, mint a kontroll növényekben. Ez a tendencia nagyobb szórásokkal, de a V növényekre is jellemző.

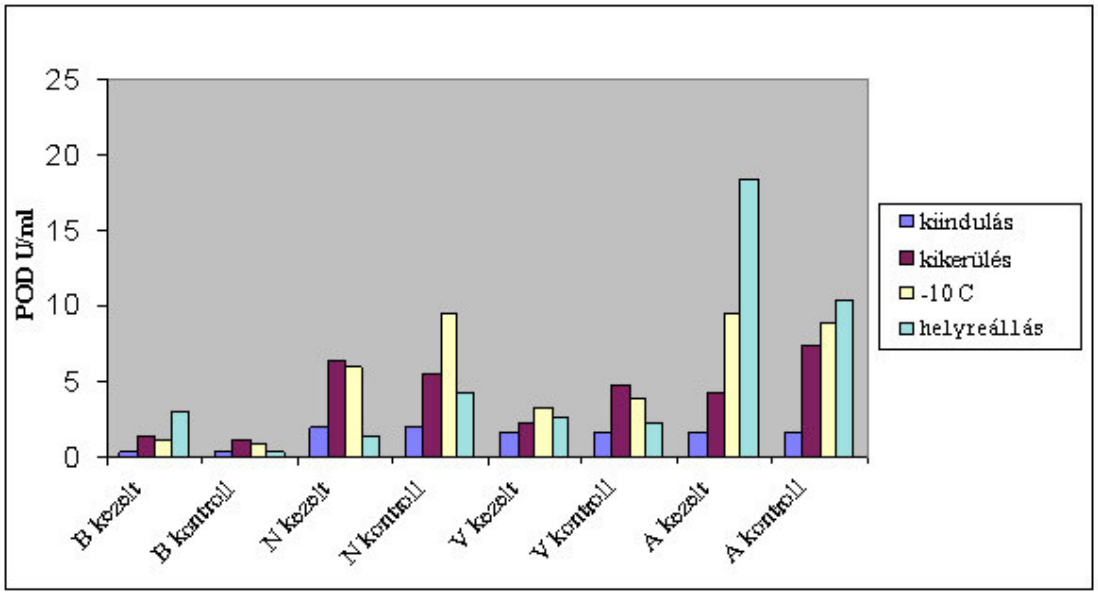
A kezdeti magas enzimértékek magyarázhatják a V későbbi eredményeit és ez látszott a kezelt B minták esetében is. Ezt támasztják alá azok az eredmények mely szerint a B fajhoz viszonyított (**35. ábra**) magasabb enzimaktivitás magasabb túlélési %-ot eredményezett (**36. ábra**), akár a kontroll, akár a kezelt minták eredményeit nézzük.

Az *Agave parryi* POD aktivitásának alakulása az értékek nagyságát és szórását tekintve is elkülönül a törzsszukkulens kaktuszoktól (**45. ábra**). Ugyan együtt szerepelnek a kaktusz és az *Agave* faj, de ebből csak a fajok közötti különbségek jönnek ki, *Agave–Agave* összehasonlításához csak egy újabb kísérlettel lehetne közelebb kerülni. A mintát adó *Agave parryi* 2 éves magonc. A fiatal növények – amennyiben magról szaporodtak – tapasztalataink és gyűjtemény felméréseink alapján sokkal rosszabbul viselik a kedvező körülményeket, mint a hasonló korú sarjak.

Értékhatárai a legszélesebbek, hiszen a POD enzim aktivitás a vizsgálatok során 0,1314 és 28,613 U/ml között változott. Az 1. mintavételezésnél az értékek egyöntetűen alacsonyak, a 2. mintavételezésnél kiugrottak a Titavit kezelés következtében kialakult változások, amelyek a Titavittal kezelt növényekben alacsonyabb POD aktivitási szintet eredményeztek. A 3. mintavételezésnél a kontroll növényekhez viszonyítva a kezelt növényeknél magasabb érték adódott. Az általános tendenciával ellentétben a 4. mintavételezésnél tapasztalt POD értékek nem csökkentek, hanem az A2 és az A18 növények kivételével tovább emelkedtek. Feltehetően ennek magyarázata a növények fiatalságában rejlik, valamint faji jellegzetesség is lehet. Feltételezhető a növény próbálkozik növelni az enzimaktivitását, hogy kisebb károsodással túlélje, semlegesítse a stressz hatására megnövekedett szabad gyököket, és nem gyök jellegű molekulákat, különösen a H_2O_2–ot. A téléálló *Agave* fajok kifejezetten érzékenyek az őszi-téli csapadékra (a 4. mintavétel időszakában hóolvadás), ami megmagyarázhatja miért nem áll vissza a POD aktivitás egy adott szintre, miért kerülnek a növények egyre nagyobb stressz-szintre.



45. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása az *Agave parryi* fajnál fagystressz hatására, Titavittal kezelt (A2, A7, A10) és kontroll (A12, A13, A18) növényekben a **kiindulás** (2005. 11. 28.) ■, a **kihelyezés** (2006. 01. 20.) ■, **-10 ºC** (2006. 01. 29.) □, és a **helyreállás** (2006. 02. 13.) □ időpontokban.



46. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása a vizsgált növényekben (B, N, V, A) fagystressz hatására, Titavittal kezelt és kontroll növényekben a **kiindulás** (2005. 11. 28.) ■, a **kihelyezés** (2006. 01. 20.) ■, **-10 ºC** (2006. 01. 29.) □, és a **helyreállás** (2006. 02. 13.) □ időpontokban, ahol a B – *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi,* N – *Escobaria vivipara* var. *neomexicana,* V – *Escobaria vivipara,* A – *Agave parryi* fajokra utal. A könnyebb áttekinthetőség kedvéért itt is csak az átlag értékeket tüntetem fel.

A **46. ábra** összefoglalva mutatja a vizsgált növényeknél különböző mintavételi időpontokban mért POD aktivitásának átlagértékeit, amely szerint a következő jellegzetességeket lehetett megfogalmazni, melynek eredményeiről az előzőekben beszámoltam, most csak a legjelentősebb dolgokat emelném ki.

– Lényeges különbségek figyelhetők meg a törzsszukkulens kaktuszok és a levélszukkulens *Agave* faj között. Akár a kontroll, akár a kezelt minták enzimaktivitását nézzük az *Agave* magasabb értéket mutat.

– Jelentős különbség figyelhető meg a kaktuszok között is, az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* szemben az *Escobaria* nemzetség vizsgált fajaival

– Eltérés mutatkozik a fiatal és az idősebb kaktuszok POD szintje között. Szignifikánsan magasabb a fiatal növényeknél. A fiatal növények védelmi funkciója miatt magasabb a POD, az idősebb növények már túljutottak ezen a perióduson, beálltak egy adott szintre.

– A Titavit kezelés ugyan fajtól és változattól különböző módon befolyásolta az enzimaktivitási értékeket, összességében elmondható, hogy minden esetben kedvezően hatott, mely a túlélő növények nagyobb számában is megmutatkozik (**36. ábra**)

Enzimaktivitás mérés a ***Gymnocalycium bruchii***-nál nem volt, ezért vastagon is szedtem. Az értékelésben nem szerepelhetett, mert kisszámú minta állt a rendelkezésünkre, azonban érdekességként szükséges megjegyezni, hogy míg a kísérlet során a Titavittal lepermetezett egyedek mindegyike túlélte a telet (a következő vegetációs időszakban virágzott is), addig a kezeletlen példányok mindegyike elpusztult. A **47.** és **48. ábrán** látható növények a titán-aszkorbát kedvező élettani hatását támasztja alá.

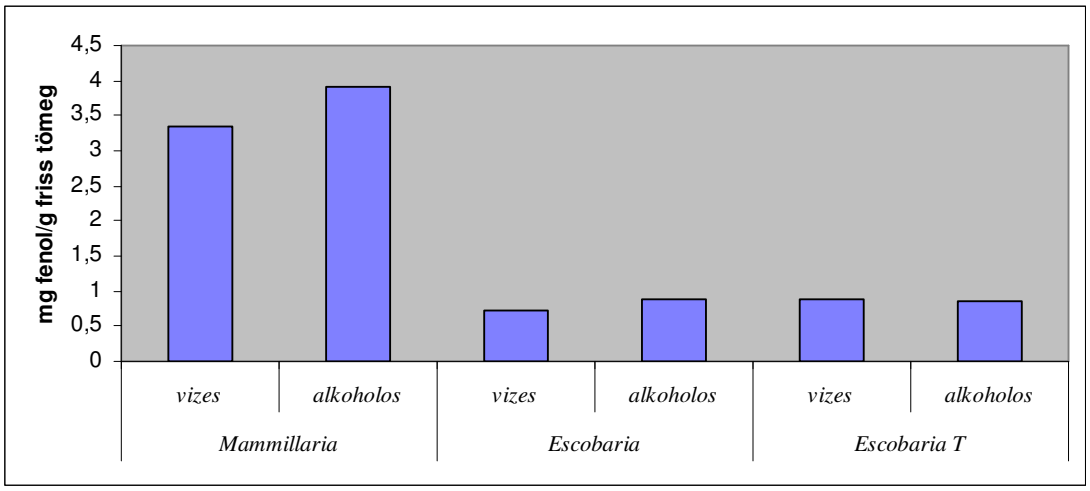
4. 3. 2. A növények összes fenoltartalmának meghatározása

Kíváncsi voltam a növényekben levő fenoltartalom, mint a stresszfolyamatokkal kapcsolatba hozható komponens alakulására is, ezért egy teleltetésre szoruló, fagyérzékeny és egy télálló kaktusz vizes és alkoholos kivonatának flavonoidtartalmát az érdekesség kedvéért megvizsgáltam. Az antioxidáns hatású nem enzimatikus védekezőrendszer komponensei közé sorolható fenolos vegyületek mennyisége leginkább az összes fenoltartalommal jellemezhető. A vizsgált növények közül a *Mammillaria prolifera* fagyérzékeny növény összes fenoltartalma többszöröse volt a télálló *Escobaria vivipara* növényeknek, függetlenül attól, hogy titán-aszkorbáttal kezeltük vagy sem.

47. ábra Titavittal kezelt *Gymnocalycium bruchii* kisebb fagyási sérülésekkel és az egészséges areolákból megjelenő virágbimbókkal 2006 májusában.

48. ábra Titavittal nem kezelt *Gymnocalycium bruchii* elpusztult példánya 2006. májusában

A *Mammillaria* fajból vett mintákban a vízoldható fenoltartalom tekintetében friss tömegre számítva 2,85 és 3,83 g közötti, az alkoholos fenoltartalom esetén pedig magasabb (3,13 és 4,67 g között) volt a membránok védelmét jobban szolgáló lipidoldékony frakció. Az *Escobaria vivipara* vízoldható és alkoholos fenoltartamában minimális különbségeket mértünk, mely friss tömegre vonatkoztatva 0,63 és 0,94 g között mozgott. Az **49. ábrán** jól láthatók a különbségek, melyek feltehetően többféleképpen is magyarázhatók. A fagyérzékeny növény magas fenoltartalma jelentheti azt, hogy a másodlagos anyagcsere folyamatok során, a védelmi funkcióra képződött flavonoidok mennyisége megnőtt, míg erre a télálló *Escobaria vivipara* esetében nem kellett hogy sor kerüljön. A télállók alacsonyabb fenoltartalma feltételezhetően a növényeknek a télre való jobb felkészültségét nyugtázza, valamint kisebb fenoltartalmuk a peroxidáz és a polifenoloxidáz átmeneti emelkedésének következménye is lehet. A feltételezések tisztázásához azonban további kísérletek, megfigyelések és összehasonlító elemzések szükségesek.



49. ábra. A *Mammillaria prolifera, Escobaria vivipara* kontroll és a Titavittal kezelt növények vízoldható és alkoholos fenoltartalma mg/g friss tömegre vonatkoztatva.

4. 4. Szaporítási vizsgálatok

4. 4. 1. Az *Opuntia tortispina* szártagok gyökeresedése

A megfigyelések két részből álltak. Egyrészt értékeltem, hogy a különböző közegekben elhelyezett szártagok a vizsgálat mely időpontjára fejlesztettek járulékos gyökereket, másrészt vizsgáltam a képződött gyökerek számát és hosszúságát is. A gyökeresedés értékelését az **14. a-e táblázatok**ban összesítettem. A szártagok minden megfigyelt időpontban kaptak egy 0 illetve 1- es számot, aszerint, hogy képződött járulékos gyökerük vagy sem. Ezeket összesítve megkaptam, a különböző közegekben illetve közeg nélküli szaporító ládában levő szártagok gyökeresedését jellemző értéket, ami egyértelműen a gyökérképződés gyorsaságára utal. A legnagyobb értéket a föld/homok (sóder) keverékében elhelyezett szártagoknál kaptam. Mindegyik szártag fejlesztett gyökeret és a gyökeresedés már az első vizsgálati időpontban megfigyelhető volt. A közeg nélküli ládában is volt gyökérképződés (**50. ábra**), de pontosan a közeg hiánya miatt (nem volt semmi, ami a lehullott csapadékot a növény körül megtartotta volna) csak az utolsó időpontban észleltem gyökérképződést A darabolt szártagok meglepően jól regenerálódtak (**51. ábra**), és egy kicsit késve, de 80%-ban gyökeresedtek. A **52. ábrá**ból jól kivehető, hogy a perlites ládában levő szártagoknál - lemaradva a tőzeg ill. a föld/homokban tartott szártagok mögött - egy kicsit később indul meg a gyökeresedés, viszont már a IV. vizsgálati időpontra a szártagok 100%-ban gyökeresedtek, a perlites ládában tartott szártagok

mindegyike bőven elágazódó gyökérzetet fejlesztett, a teljes gyökérhosszúság a legnagyobb értékű (**53. ábra**).

14a. táblázat Tőzegbe helyezett *Opuntia* szártagok (1-10) gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben (FÁNK), numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban.

	***Opuntia tortispina* szártagok tőzegben**										
Vizsgálatok	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Gyökeres szártagok száma**
2006. 07. 03	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	**2**
2006. 07. 10.	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	**7**
2006. 07. 15.	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	**8**
2006. 07. 22.	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	**9**
2006. 07. 27.	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	**9**
Egyedenkénti érték	4	4	4	4	2	4	5	0	3	5	
Összesen	35										

14b. táblázat Föld és sóder 1-1 arányú keverékébe helyezett *Opuntia* szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben (FÁNK), numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban.

	***Opuntia tortispina* szártagok föld/sóder keverékben**										
Vizsgálatok	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Gyökeres szártagok száma**
2006. 07. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	**2**
2006. 07. 10.	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	**6**
2006. 07. 15.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	**9**
2006. 07. 22.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	**9**
2006. 07. 27.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
Egyedenkénti érték	4	4	4	3	1	4	3	3	5	5	
Összesen	36										

14c. táblázat Perlitbe helyezett *Opuntia* szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben (FÁNK), numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban.

	***Opuntia tortispina* szártagok perlitben**										
Vizsgálatok	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Gyökeres szártagok száma**
2006. 07. 03	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
2006. 07. 10.	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	**2**
2006. 07. 15.	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	**6**
2006. 07. 22.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
2006. 07. 27.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
Egyedenkénti érték	3	2	3	3	5	2	4	2	3	2	
Összesen	29										

14d. táblázat Közeg nélkül *Opuntia* szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006. júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben (FÁNK), numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban.

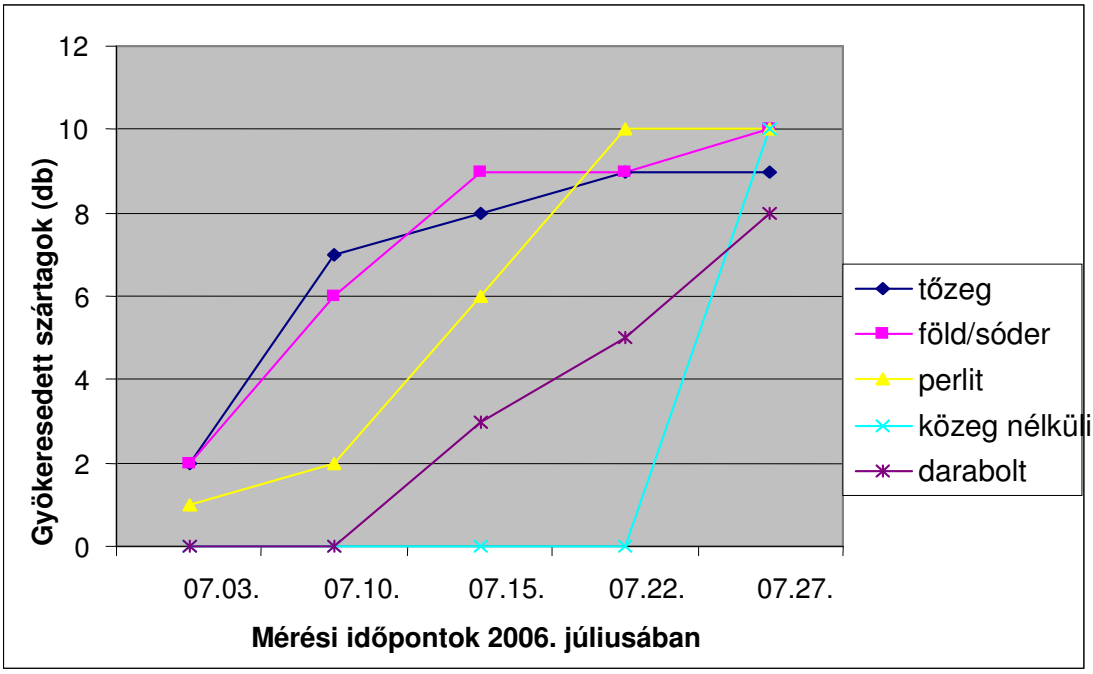
	***Opuntia tortispina* szártagok a közeg nélküli ládában**										
Vizsgálatok	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Gyökeres szártagok száma**
2006. 07. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2006. 07. 10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2006. 07. 15.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2006. 07. 22.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2006. 07. 27.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
Egyedenkénti érték	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Összesen	10										

14e. táblázat Föld és sóder 1-1 arányú keverékébe helyezett darabolt szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben (FÁNK), numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban.

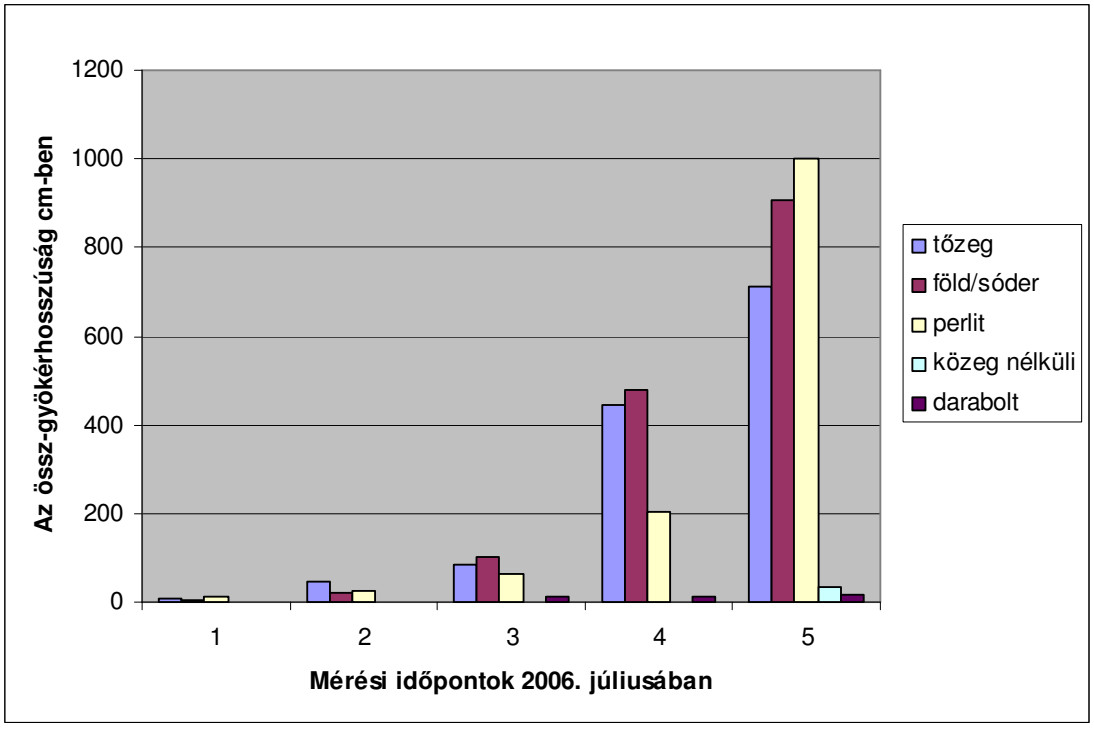
	A darabolt *Opuntia tortispina* szártagok föld-sóder keverékben										
Vizsgálatok	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**Gyökeres szártagok száma**
2006. 07. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2006. 07. 10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2006. 07. 15.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	**3**
2006. 07. 22.	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	**5**
2006. 07. 27.	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	**8**
Egyedenkénti érték	2	3	3	1	1	0	1	2	0	3	
Összesen	16										

50. ábra *Opuntia tortispina* közeg nélkül tartott kladódiumának visszaszáradt és ép gyökere a gyökeresedés 4. hetében.

51. ábra A darabolt *Opuntia tortispina* beszáradt vágásfelülete 1 héttel a metszést követően.



52. ábra A télálló *Opuntia tortispina* szártagok gyökeresedése különböző közegekben a Fővárosi Állat- és Növénykertben 2006. júliusában.



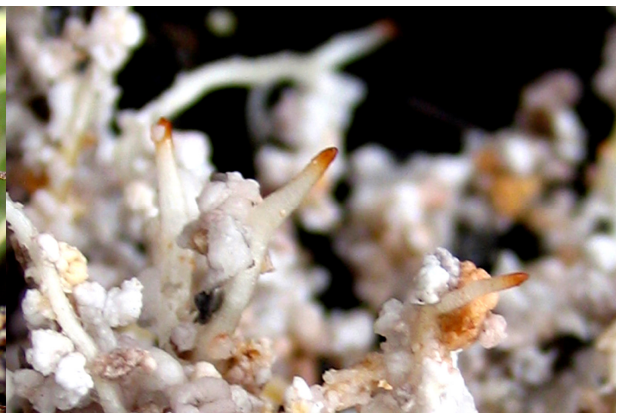
53. ábra A szártagok gyökérfejlődésének alakulása különböző közegekben a vizsgált időpontokban (**1.** 2006. 07. 03.; **2.** 2006. 07. 10.; **3**. 2006. 07. 15.; **4**. 2006. 07. 22.; **5.** 2006. 07. 27.) a Fővárosi Állat- és Növénykertben.

A gyökérfejlődés esetén követtem az areolákból kiinduló járulékos gyökerek számát és hosszát. A gyökerek hosszúsága és elágazódása miatt a IV. és az V. időpontokban a dús, bőven elágazódó gyökerek B jelzést kaptak és cm-ben kifejezett hosszúságukat egységesen 100 centiméteresnek (egy megközelítő szám, amelyet 5 szártag gyökérhosszúságának átlaga alapján kaptam) tekintettem, hiszen további mérésük a gyökérzet károsítása nélkül nem volt lehetséges. A **15. táblázat**ban az adatokat közegenkénti csoportosításban összegeztem. Az I. és a II. mérési időpontban a gyökerek 100 %-át a tőzeg, föld/homok (**54. ábra**) és a perlitben (**55. ábra)** levő szártagok tették ki. A tőzegben és a föld/homok keverékében majdnem megduplázódott, a perlitben levő szártagok gyökérhosszúságának összege azonban a IV. időponthoz képest 5X hosszabb lett az V. mérési időpontban.

15. táblázat Az *Opuntia* szártagok által fejlesztett járulékos gyökerek számának (db) és hosszúságának (cm) összesítése közegenként 2006. júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben, a B=100 cm.

Idő	tőzeg		föld/homok		perlit		közeg nélk.		darabolt		összes	
	db	cm	db	cm	db	cm	db	cm	db	cm	db	cm
07. 03	5	6,5	4	3,9	5	12,5	0	0	0	0	28	22,9
07. 10.	24	46,6	23	21,4	11	25	0	0	0	0	116	93
07. 15.	30	84,6	37	102,5	21	63	0	0	5	14	181	264,1
07. 22.	14+4B	444,1	34+4B	478	35+1B	201,5	0	0	6	13,5	172+9B	1137,1
07. 27.	5+7B	714	3+9B	909	10B	1000	62	35,5	11	15,7	151+26B	2674,2

54. ábra *Opuntia tortispina* ép kladódiumának gyökérfejlődése föld/homok keverékben a gyökeresedés 3. hetében a FÁNK-ban.



55. ábra *Opuntia tortispina* ép kladódiumának gyökérfejlődése perlitben a gyökeresedés 3. hetében a FÁNK-ban.

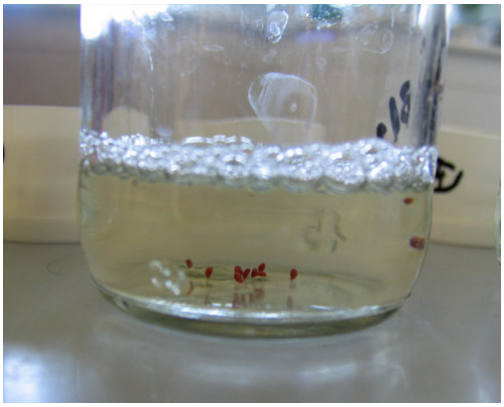
Összegzésként az *Opuntia tortispina* szártagok közül 3 nem fejlesztett járulékos gyökeret a megfigyelés 1 hónapja alatt. A gyökeresedés független a közegtől, a gyökeresedés idejét azonban határozottan befolyásolja. Valószínűleg a nem gyökeresedett szártagok is idővel fejlesztenének gyökeret, hiszen a szártagon semmilyen károsítás, leromlás nem volt észrevehető.

Az időjárás, a lehullott csapadék nagymértékben befolyásolják a gyökérfejlődést, ugyanis a kaktuszokra jellemző ún. esőgyökerek a szárazabb periódusokban visszaszáradnak. Ezt figyelhettük meg a közeg nélküli szártagok esetén is (**50. ábra**).

4. 4. 2. A télálló kaktuszok magvetése steril és hagyományos körülmények között

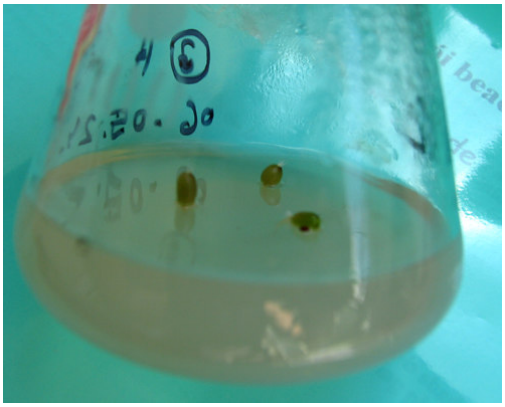
4. 4. 2. 1. Steril magvetés

A magvakat klórmész és Hypo (**56. ábra**) fertőtlenítő oldatban sterilizáltam, a magvak csírázása lassan indult meg. A vetést követő 13 nap elteltével a steril körülmények között elvetett magok 35%-a (63db) csírázott ki, 22%-a (41db) befertőződött. A befertőződött üvegekből megmenthető magokat passzáltam egy másik, steril táptalajra, amely 5 mag esetén sikeresnek bizonyult (**16. táblázat**).



56. ábra

Az *E. vivipara var. neomexicana* magok áztatása Hypos fertőtlenítő oldatban.



57. ábra

Az *E. vivipara var. bisbeeana* egészséges magoncai táptalajon a vetést követő 3. héten.

16. táblázat A táptalajra vetett magvetés alakulása 2 héttel a vetés után 2006. májusában a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában.

A vizsgált fajok	Fertőtlenítés módja	A magok állapota		
		Egészséges	Fertőződött	Csírázott
Escobaria. missouriensis	Hypo	12	3	0
	Klórmész	15	0	0
E. vivipara var. *arizonica*	Hypo	12	3	5
	Klórmész	15	0	2
E. vivipara var. *bisbeeana*	Hypo	15	0	11
	Klórmész	15	0	11
E. vivipara var. *neomexicana*	Hypo	0	15	0
	Klórmész	10	5	5
E. vivipara var. *missouriensis*	Hypo	5	10	1
	Klórmész	10	5	9
E. vivipara (vegyes)	Hypo	15	0	8
	Klórmész	15	0	11
Összesítés		**139**	**41**	**63**

Az értékelés után a befertőződött üvegekből megmenthető magokat passzáltuk egy másik, steril táptalajra. Újabb hét elteltével a változásokat a **17. táblázatban** rögzítettem.

17. táblázat A táptalajra vetett magvetés alakulása 3 héttel a vetés után 2006. májusában a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában.

A vizsgált fajok	Fertőtlenítés módja	A magok állapota		
		Egészséges	Fertőződött	Csírázott
Escobaria. missouriensis	Hypo	12	3	2
	Klórmész	15	0	3
E. vivipara var. *arizonica*	Hypo	12	3	7
	Klórmész	15	0	4
E. vivipara var. *bisbeeana*	Hypo	15	0	14
	Klórmész	15	0	14
E. vivipara var. *neomexicana*	Hypo	0	15	0
	Klórmész	10	5	7
E. vivipara var. *missouriensis*	Hypo	10	5	7
	Klórmész	10	5	9
E. vivipara (vegyes)	Hypo	15	0	10
	Klórmész	15	0	14
Összesítés		**144**	**36**	**91**

A 20. nap elteltével az állomány 80%-a fertőzésmentes volt. A 3. héten 28 mag kicsírázott (**57. ábra**), így 50,5%-ra emelkedett a csíranövények száma az in vitro magvetés esetén.

A **18. táblázatban** közölt számértékek három és fél hónappal a vetés után kialakult állapotokat tükrözik. A 180 magból, 58 nem csírázott, ennek 79%-án (46db) a fertőzés jelei mutatkoztak, 12 (21%) mag felületén és a táptalajon semmilyen elváltozás nem volt tapasztalható. A korábbi vizsgálathoz képest további magvak is kicsíráztak, így a kelési % 66,7%-ra emelkedett. 120 db mag kikelt, amelyből 105 fertőzésmentes növény fejlődött, 2 fertőződött, valamint 15 csíranövénynél megfigyelhető volt az ún. üvegesedés, vagy vitifikáció (**58. ábra**). A vitrifikálódott egyedek között jelentős normalizálódást egyetlen egyednél sem figyeltem meg.

18. táblázat A steril magvetés alakulása 3 és fél hónappal a vetés után 2006. szeptemberében a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában. . A *-al jelölt számértékek a befertőződött és nem csírázott magokat jelzik.

A vizsgált fajok	**Fertőtlenítés módja**	**Nem csírázott magok száma**	**A csíranövények állapota**		
			Egészséges	**Vitrifikáció**	**Fertőzött**
Escobaria. missouriensis	Hypo	3*+6	4	1	1
	Klórmész	5*+3	6	1	0
E. vivipara var. *arizonica*	Hypo	3*	7	4	1
	Klórmész	1	12	2	0
E. vivipara var. *bisbeeana*	Hypo	0	14	1	0
	Klórmész	0	12	3	0
E. vivipara var. *neomexicana*	Hypo	15*	0	0	0
	Klórmész	5*	9	1	0
E. vivipara var. *missouriensis*	Hypo	10*	5	0	0
	Klórmész	5*	10	0	0
E. vivipara (vegyes)	Hypo	2	11	2	0
	Klórmész	0	15	0	0
Összesítés		**58**	**105**	**15**	**2**

4. 4. 2. 2. „Hagyományos" magvetés

A vetést követő héten erős lehűlés következett, az évszakhoz képest sokkal hidegebb volt, a napi csúcshőmérséklet +10 ºC körül mozgott. A külső kondíciók változása a steril körülmények között tartott egyedeket nem befolyásolta, azonban az üvegházban tartott magvetés kelési eredményeit jelentősen lerontotta. Mivel pótfűtés nem volt a magok 86%-a

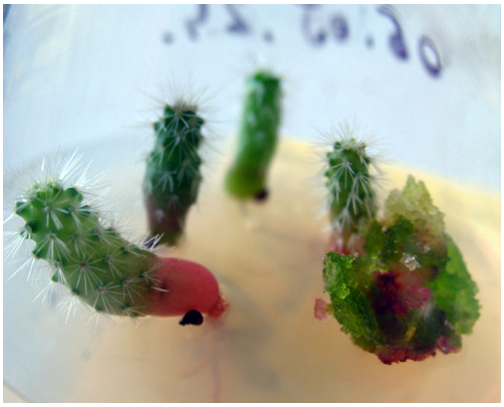
nem csírázott ki. Az elvetett 90 magból kicsírázott 13, melyek között jelentős méretbeli különbségek adódtak. A **19. táblázat** tartalmazza a steril és hagyományos vetés részleges eredményét, amelyet 3 és fél hónappal (2006. 09. 04.) a vetést követően rögzítettem.

19. táblázat A steril (hypo, klórmész) és a hagyományos (kontroll) magvetés összevetése 3 és fél hónappal a vetést követően a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában. A **jelölt oszlopban az egészséges magoncok közé számoltam a **17. táblázatban** elkülönített vitrifikálódott egyedeket is.

A vizsgált fajok	A magvetés módja	A nem kelt magok száma	A magoncok állapota	
			Egészséges**	Fertőződött
Escobaria missouriensis	Hypo	9	5	1
	Klórmész	8	7	0
	Kontroll	15	0	0
E. vivipara var. *arizonica*	Hypo	3	11	1
	Klórmész	1	14	0
	Kontroll	15	0	0
E. vivipara var. *bisbeeana*	Hypo	0	15	0
	Klórmész	0	15	0
	Kontroll	10	5	0
E. vivipara var. *neomexicana*	Hypo	15	0	0
	Klórmész	5	10	0
	Kontroll	14	1	0
E. vivipara var. *missouriensis*	Hypo	10	5	0
	Klórmész	5	10	0
	Kontroll	12	3	0
E. vivipara (vegyes)	Hypo	2	13	0
	Klórmész	0	15	0
	Kontroll	10	5	0

A táblázatból követhető, hogy a teljes magadag (270db) 49,6%-a nem csírázott ki (**60. ábra)**, leginkább a hagyományos magvetést lerontó külső körülmények miatt. Jól látható, hogy a steril magvetés nehézsége a sterilizálásban van. Az 58 ki nem kelt magból 46, azaz 79,9% a sterilizálás elégtelenségével magyarázható. A kikelt csíranövényeknél csupán 2 (ez 1.1%, ha az összes steril magot számításba veszzük) egyedet ért fertőzés. Az egészséges csíranövények számának alakulását mutatja a **61. ábra**. A steril magvetések közötti összehasonlításban a klórmésszel történt fertőtlenítés eredményesebbnek bizonyult, ugyanis, a Hypo-val kezelt magok esetén, 90 magból 39 (43,3%) nem csírázott, illetve fertőződött, 49 (54,4%) mag kikelt és 2 (2,2%) magonc befertőződött. Klórmész esetén a magok közül 19 (21,1%) nem kelt ki, 74 (82,2%) kicsírázott és további fertőzést nem tapasztaltam.

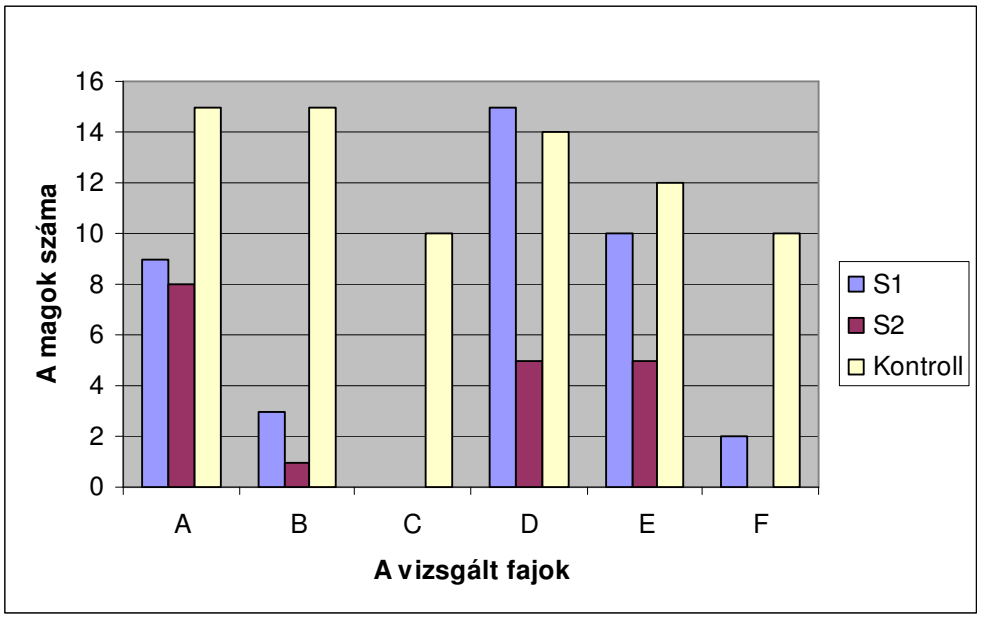
Mindezek alapján a sterilizálás tökéletesítésével, további kísérletekkel a steril táptalajra történő magvetés jobb eredménnyel alkalmazható a télálló kaktuszok esetén is.



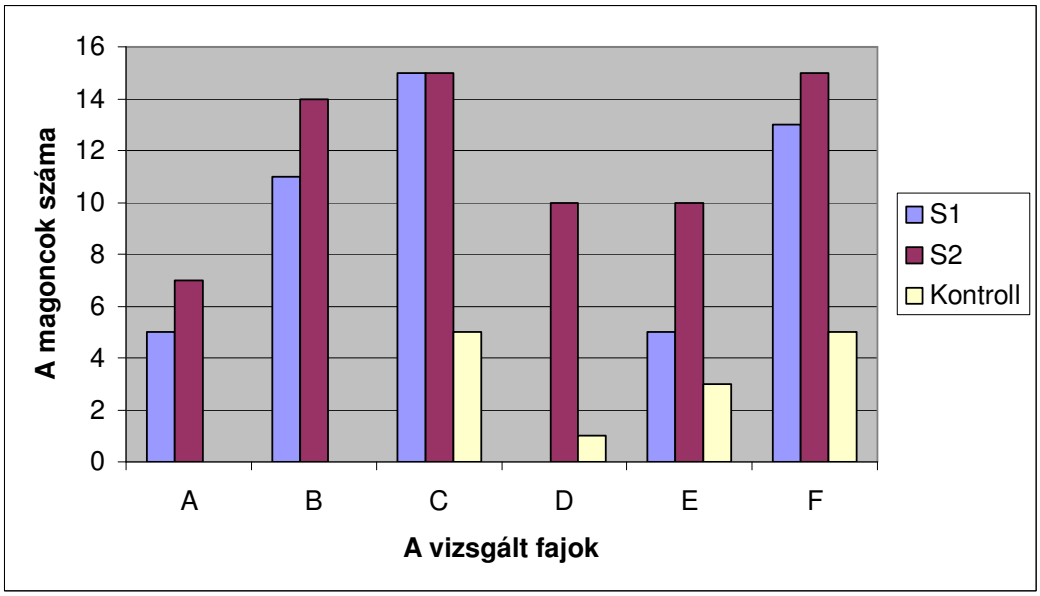
58. ábra Az *E. vivipara* var. *neomexicana* normális és vitrifikált hajtásnövekedése steril táptalajon 2006 szeptemberében.

59. ábra A kontrollvetésből származó, 3 hónapos *E. vivipara* var. *neomexicana* 2006. szeptemberében.

A számszerű eredmények mellett a csíranövények szemrevételezésénél a hagyományos módon elvetett és tartott egyedek edzettebbek (**59. ábra**), kevésbé megnyúltak (etiolálódtak), mint az üvegedényben. Az akklimatizálás során erre a későbbiekben külön figyelmet kell fordítani.



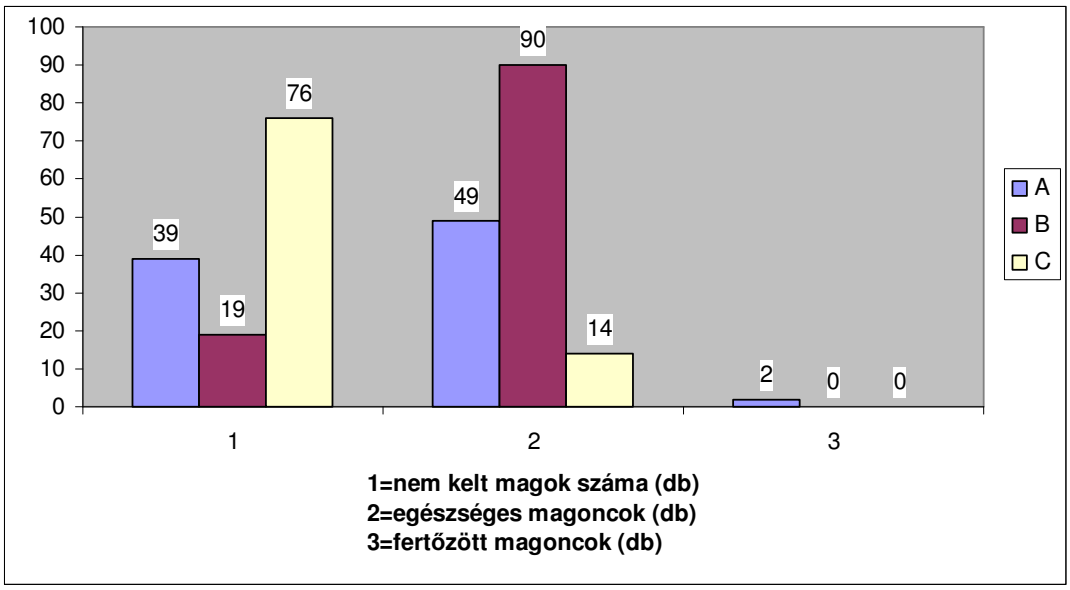
60. ábra A nemcsírázott magok számának alakulása a steril S1, S2 és a kontroll magvetés esetén, ahol az A - *Escobaria. missouriensis,* B - *E. vivipara* var. *arizonica,* C - *E. vivipara* var. *bisbeeana,* D - *E. vivipara* var. *neomexicana,* E - *E. vivipara* var. *missouriensis,* F - *E. vivipara (vegyes)* taxonokat, az S1 a Hypo, S2 a klórmésszel történt fertőtlenítést jelöli.



61. ábra Az egészséges csíranövények száma a steril S1, S2 és a kontroll magvetés esetén, ahol az A - *Escobaria. missouriensis,* B - *E. vivipara* var. *arizonica,* C - *E. vivipara* var. *bisbeeana,* D - *E. vivipara* var. *neomexicana,* E - *E. vivipara* var. *missouriensis,* F - *E. vivipara (vegyes)* taxonokat, az S1 a Hypo, S2 a klórmésszel történt fertőtlenítést jelöli.

A steril és a hagyományos körülmények között elvetett magok vizsgálatának eredményét, mely a **19. táblázat**ban szerepel statisztikailag elemeztem. A vizsgált változókra (nem kelt magok, egészséges magoncok, fertőzött magoncok) az egy tényezős véletlen blokk elrendezést alkalmaztam két szereposztásban, mint a taxonok (*Escobaria missouriensis, E. vivipara* var. *arizonica, E. vivipara* var. *bisbeeana, E. vivipara* var. *neomexicana, E. vivipara* var. *missouriensis, E. vivipara* vegyes) és a magvetés módjai (fertőtlenítés Hypo illetve klórmész felhasználásával, valamint a kontrollként alkalmazott hagyományos vetés), és azt az SPSS-ben egyszerre tudtam megvalósítani. A két szereposztás esetén először a kezelés a taxon, a blokkhatás a magvetés módja volt, majd másodszorra fordítva történt. A szóráselemzés eredménytelen volt, ezért a kezelés hatásokat a Games-Howell próbával hasonlítottam össze. Ennek alapján az első 2 jellemzőnél (a ki nem kelt magok és az egészséges magoncok) a B-vel jelölt magvetésmód (klórmésszel történt fertőtlenítés alkalmazása) bizonyult szignifikánsan eredményesebbnek a C-vel jelölt kontroll/hagyományos magvetésmóddal szemben.

A **62. ábrán** összesítve mutatom be a magvetés eredményességét a különböző módszerek és a vizsgált változók tekintetében, ahol a taxonok összevontan szerepelnek. A fertőzött magoncok esetén a taxonok egyformán viselkednek, és a magvetési módszerek között sem várható szignifikáns különbség.



62. ábra A magvetés eredményének összesítése a vizsgált változók alapján, ahol az A a hypos, a B a klórmésszel történt fertőtlenítést, a C pedig a kontrollként alkalmazott hagyományos magvetést jelenti.

4. 4. 2. 3. A télálló kaktuszok magvetésénél alkalmazott táptalajok

A BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2006. decemberében kezdődő kísérleteknél, az optimális táptalaj kiválasztása volt a cél, annak érdekében, hogy elkerüljük, illetve minimálisra csökkentsük a magoncok fejlődésekor kialakuló üvegesedést, és nagyobb csírázási %-ot érjünk el.

A vizsgálatok során, a sterilen, táptalajra vetett *Escobaria vivipara* var. *arizonica*, var. *aggregata*, var. *bisbeeana* fajok magvai esetén a vetést követő 1 héten fertőzöttséget nem tapasztaltam, a magburok megpattant és megindult a csírázás.

A magvetés részleges eredményét, a vetést követő 3. héten már kicsírázott magok számát a **20. táblázat** tartalmazza.

20. táblázat A magvetés 3. hetében kicsírázott magok száma, a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2006. decemberben

Táptalajok	***Escobaria vivipara* var. *arizonica***	***Escobaria vivipara* var. *aggregata***	***Escobaria vivipara* var. *bisbeeana***
$T_{0,1}$	2	4	4
	4	4	4
	2	4	4
	2	5	5
$T_{0,5}$	5	5	5
	2	4	4
	0	4	5
	3	3	4
T_1	4	4	4
	4	4	5
	3	5	5
	4	-	4
T_2	2	5	2
	3	4	2
	3	5	4
	2	5	3
MKC	1	4	4
	1	3	3
	1	2	3
	1	4	4
MS	0	0	0
	0	2	0
	0	2	0
	0	1	2

A táptalajok páronkénti összehasonlításában, a statisztikai elemzése során kapott eredményeket a **21. táblázat** tartalmazza.

21. táblázat A vizsgált táptalajok összehasonlítása a csírázott magok, a kelési adatok elemzése alapján

Táptalaj párok:		Rangszám értékek:												Rangszám összegek:	Szignifi-kancia szint:	A táptalajok ……..
$T_{0,1}$-$T_{0,5}$	$T_{0,1}$	3,5	3,5	3,5	13	13	13	13	13	13	13	21,5	21,5	144,5	0,758861	azonosnak tekinthetők
	$T_{0,5}$	1	3,5	6,5	6,5	13	13	13	13	21,5	21,5	21,5	21,5	155,5		
$T_{0,1}$-T_1	$T_{0,1}$	2	2	2	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	21	21	128,5	0,290671	azonosnak tekinthetők
	T_1	4	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	21	21	21		147,5		
$T_{0,1}$-T_2	$T_{0,1}$	4	4	4	16	16	16	16	16	16	16	23	23	170	0,394282	azonosnak tekinthetők
	T_2	4	4	4	4	10	10	10	16	16	23	23	23	147		
$T_{0,1}$-MKC	$T_{0,1}$	6,5	6,5	6,5	17	17	17	17	17	17	17	23,5	23,5	185,5	0,032533	eltérőek
	MKC	2,5	2,5	2,5	2,5	6,5	10	10	10	17	17	17	17	114,5		
$T_{0,1}$-MS	$T_{0,1}$	11,5	11,5	11,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	21,5	21,5	200	0,000057	eltérőek
	MS	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	9	11,5	11,5	11,5	79,5		
$T_{0,5}$-T_1	$T_{0,5}$	1	2	4	4	11	11	11	11	20	20	20	20	135	0,573043	azonosnak tekinthetők
	T_1	4	11	11	11	11	11	11	11	20	20	20		141		
$T_{0,5}$-T_2	$T_{0,5}$	1	4	9	9	14,5	14,5	14,5	14,5	21	21	21	21	165	0,388648	azonosnak tekinthetők
	T_2	4	4	4	4	9	9	9	14,5	14,5	21	21	21	135		
$T_{0,5}$-MKC	$T_{0,5}$	1	6,5	10	10	16,5	16,5	16,5	16,5	22,5	22,5	22,5	22,5	183,5	0,050084	elméletben hasonlóak
	MKC	3,5	3,5	3,5	3,5	6,5	10	10	10	16,5	16,5	16,5	16,5	116,5		
$T_{0,5}$-MS	$T_{0,5}$	5	12,5	15,5	15,5	18,5	18,5	18,5	18,5	22,5	22,5	22,5	22,5	212,5	0,000213	eltérőek
	MS	5	5	5	5	5	5	5	5	10	12,5	12,5	12,5	87,5		
T_1-T_2	T_1	6,5	13	13	13	13	13	13	13	20,5	20,5	20,5		159	0,087933	elméletben hasonlóak
	T_2	2,5	2,5	2,5	2,5	6,5	6,5	6,5	13	13	20,5	20,5	20,5	117		
T_1-MKC	T_1	7,5	15	15	15	15	15	15	15	22	22	22		178,5	0,097910	elméletben hasonlóak
	MKC	2,5	2,5	2,5	2,5	5	7,5	7,5	7,5	22	22	22	22	125,5		
T_1-MS	T_1	12	16	16	16	16	16	16	16	21	21	21		187	0,000028	eltérőek
	MS	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	9	10	10	10	75		
T_2-MKC	T_2	7	7	7	7	12,5	12,5	12,5	18,5	18,5	23	23	23	171,5	0,214674	azonosnak tekinthetők
	MKC	2,5	2,5	2,5	2,5	7	12,5	12,5	12,5	18,5	18,5	18,5	18,5	128,5		
T_2-MS	T_2	13	13	13	13	18	18	18	20,5	20,5	23	23	23	216	0,000435	eltérőek
	MS	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	9	13	13	13	84		
MKC-MS	MKC	11	11	11	11	15,5	19	19	19	22,5	22,5	22,5	22,5	206,5	0,000878	eltérőek
	MS	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	11	15,5	15,5	15,5	93,5		

A **21. táblázat** mutatja továbbá a táptalajok közötti kapcsolat szorosságát, mely a rangszámokon alapul. A részleges eredmények szerint a Titavit tartalmú táptalajok statisztikailag azonosnak illetve elméletben hasonlóknak tekinthetők, amely az MKC táptalajra is vonatkozott. Azonban az MS táptalaj bármelyik másik táptalajjal párosítva eltérően viselkedett.

3 hónappal a megvetés után, egyes magoncok többnyire egészségesen fejlődtek (nem vitrifikálódtak). Voltak magok, melyeknél a csírázási folyamat nem indult meg, 2 üvegedény befertőződött (10 db magonc) és néhány magoncnál kedvezőtlen fejlődési folyamatot, az üvegesedést (vitrifikáció) figyeltem meg. A **22. táblázat**ban összesítve megtalálható a vizsgált télálló *Escobaria vivipara* változatok mag/magonc száma, amely a kísérlet során, különböző táptalajokon bekövetkezett.

22. táblázat Az adott táptalajok hatására bekövetkezett, a kísérlet során kialakult jellemző állapotok mag/magonc száma az *Escobaria vivipara* változatainál a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben.

Táptalajok	**Jellemző állapot**	***Escobaria vivipara* var. *arizonica***	***Escobaria vivipara* var. *aggregata***	***Escobaria vivipara* var. *bisbeeana***
$T_{0,1}$	nem vitrifikált	18	19	20
	vitrifikált	1	1	0
	nem csírázott	1	0	0
	befertőződött	0	0	0
$T_{0,5}$	nem vitrifikált	20	19	20
	vitrifikált	0	1	0
	nem csírázott	0	0	0
	befertőződött	0	0	0
T_1	nem vitrifikált	17	15	17
	vitrifikált	0	0	2
	nem csírázott	3	0	1
	befertőződött	0	5	0
T_2	nem vitrifikált	11	20	14
	vitrifikált	1	0	0
	nem csírázott	8	0	6
	befertőződött	0	0	0
MS	nem vitrifikált	0	5	2
	vitrifikált	0	0	0
	nem csírázott	20	15	18
	befertőződött	0	0	0
MKC	nem vitrifikált	13	19	12
	vitrifikált	1	0	0
	nem csírázott	6	1	3
	befertőződött	0	0	5

3 hónappal a magvetést követően a magvetési kísérletet lezártnak tekintettem. A taxonoktól függetlenül vizsgált gyakoriságok a **23. táblázat**ban, a gyakorisági táblázatból kiindulva az oszlopösszegek szerinti százalékok pedig a **24. táblázat**ban szerepelnek. A százalékos kimutatások jól szemléltetik, hogy a nem vitrifikált, egészséges magoncok, mint vizsgált változó szempontjából a legjobb eredményt a T0,5 –ös táptalajra vetett magoknál kaptuk (98,3). 3,3 %-os vitrifikáció a T0,1 és a T1-es táptalajokon egyenlő mértékben a legmagasabb értéknek számított. Az MS táptalajon, bár a kikelt magoncok között nem fejlődött vitrifikált egyed és fertőzött sem volt, igen kedvezőtlennek bizonyultak a csírázási folyamatok, ugyanis az elvetett magok 88, 3 %-a nem kelt ki.
A vizsgált változók alapján az alkalmazott táptalajok közül optimális táptalajnak a 0,5 mg/l Titavitot tartalmazó T0,5 jelölésű bizonyult (**63. ábra**)

23. táblázat A taxonoktól független magok/ magoncok gyakorisági táblázata a vizsgált változók alapján BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben .

Vizsgált változók	**Táptalajok**						
	T 0,1	**T 0,5**	**T1**	**T2**	**MS**	**MKC**	**Összes**
nem vitrifikált	57	59	49	45	7	44	261
vitrifikált	2	1	2	1	0	1	7
nem kelt magok	1	0	4	14	53	10	82
befertőzödött	0	0	5	0	0	5	10
Összes	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**60**	**360**

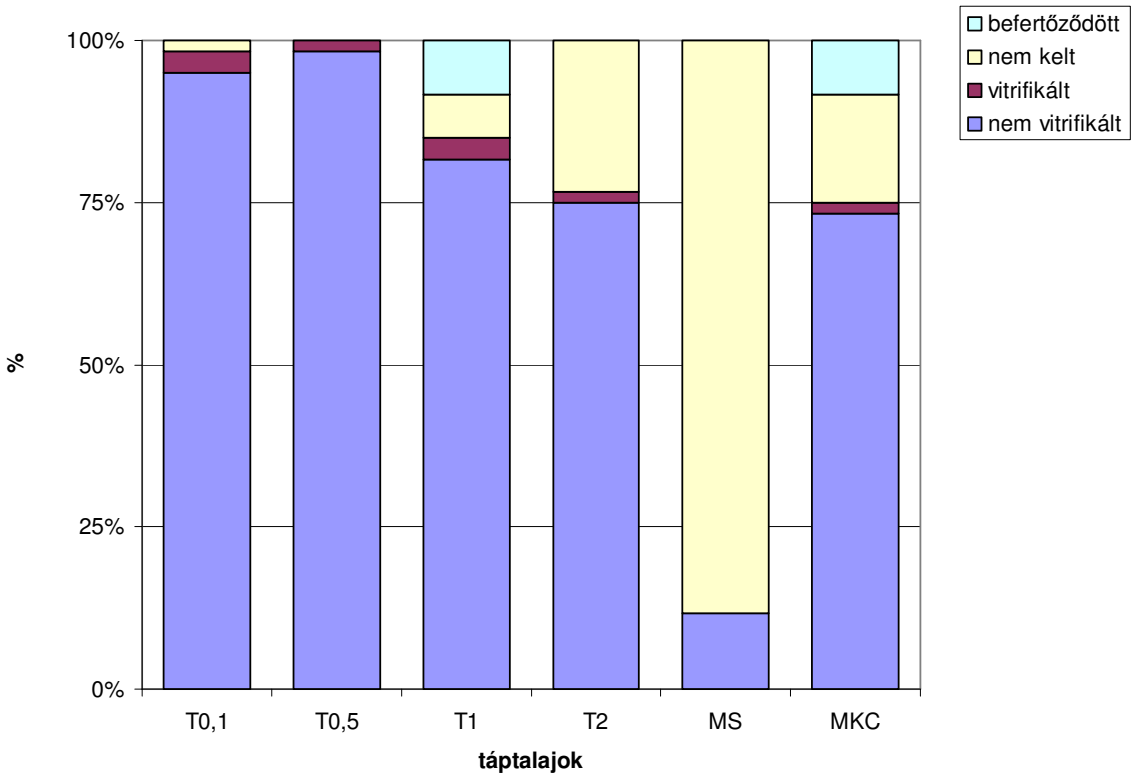
24. táblázat Oszlopösszegek szerinti százalékok a vizsgált változók alapján BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben.

Vizsgált változók	**Táptalajok**						
	T 0,1	**T 0,5**	**T1**	**T2**	**MS**	**MKC**	**Összes**
nem vitrifikált	95,0	98,3	81,7	75,0	11,7	73,3	72,5
vitrifikált	3,3	1,7	3,3	1,7	0,0	1,7	1,9
nem kelt magok	1,7	0,0	6,7	23,3	88,3	16,7	22,8
befertőzödött	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	8,3	2,8
Összes	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Hasonlóan a részleges eredmények elemzéséhez a táptalajoknál tapasztalt eloszlások (oszlopkategóriák) páronkénti összehasonlításában az MS táptalaj bizonyult eltérőnek, a * - al jelölt táptalaj pároknál igazolt különbségek figyelhetők meg.

($p < 0.10$ *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ valószínűségi szintek)

X2(T0,1-T0,5) = 1.37 X2(T0,1-T1) = 7.40 X2(T0,1-T2) = 13.01
X2(T0,1-MS) = 91.14** X2(T0,1-MKC) = 14.37 X2(T0,5-T1) = 10.26
X2(T0,5-T2) = 15.88 X2(T0,5-MS) = 94.97** X2(T0,5-MKC) = 17.18
X2(T1-T2) = 11.06 X2(T1-MS) = 80.62** X2(T1-MKC) = 3.17
X2(T2-MS) = 51.47** X2(T2-MKC) = 5.68 X2(MS-MKC) = 62.19**



63. ábra Az adott táptalajok hatására bekövetkezett, a kísérlet során kialakult jellemző állapotok mag/magonc száma az *Escobaria vivipara* változatainál a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben.

A télálló *Escobaria vivipara* változatok magvetési vizsgálatai során kapott eredmények alapján elmondható, hogy a különböző koncentrációjú Titavitot tartalmazó, és a kontrollként használt MKC táptalajoknak a vitrifikációra valamint a csírázási %-ra számottevő, szignifikánsan kimutatható hatásuk nem volt. Ellenben a magas só- és cukorkoncentrációjú MS táptalaj a csírázási %-ot erősen lerontotta.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A *Cactaceae* család télálló fajai változatos morfológiájú, széles ökológiai amplitúdójú növények, így a sziklakertekben, tetőkertekben, gyűjteményekben és kiemelt közterületeken is eredményesen felhasználhatók. A Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar (korábban KÉE) Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéke 1994 óta gyűjti és értékeli a különböző télálló *Opuntia* taxonokat. A gyökeresedett szártagokat eleinte konténerben később kiültetve, a „K" épület tetején kialakított extenzív zöldtetőn. 1997-től doktori disszertációm témaválasztásával az előbbiekben felvázolt munkába kapcsolódtam be.

1997-2006 között végzett kísérletekkel a munkám során az alábbi tényezőket vizsgáltam.

─A Budai Arborétumban 1998 és 2001 között értékeltem a tetőkertben elhelyezett kaktuszokat, azaz vizsgáltam szártagfejlődésüket, termésképzésüket, a növények egészségi állapotának alakulását és jellegzetes ráncossági fokozatát.

─1999-ben és 2000-ben a megváltozott időjárás okozta morfológiai változásokat figyeltem meg a tetőnövények közül kiválasztott 25 *Opuntia* taxonnál.

─1997-től végzett gyűjteménylátogatásaimmal, a beérkezett adatlapok feldolgozásával 2007-re körvonalazódni látszik a hazánkban elterjedt télálló fajok, alfajok és változatok megoszlása, a télálló kaktuszok adaptációs feltérképezése.

─2005/2006 telén télállósági kísérletet állítottam fel 4 télálló szukkulens taxon bevonásával a Fővárosi Állat és Növénykertben és a BCE Alkalmazott Kémia Tanszék laboratóriumában, ahol vizsgáltam az alacsony hőmérséklet és a titán-aszkorbát kezelések hatására bekövetkező peroxidáz enzim aktivitásának változásait.

─2006-ban vizsgáltam fagytűrő és fagyérzékeny növények összes fenoltartalmának alakulását.

─A Fővárosi Állat és Növénykert télálló kaktusz gyűjteményéből kiválasztott *Opuntia tortispina* faj felhasználásával vegetatív gyökeresedési vizsgálatot folytattam 2006 nyarán, szemléltetve az *Opuntia* fajok gyors szaporodását és ennek esetleges káros következményeit.

─A Tanszéken és a gyűjteményemben 5 télálló gömbkaktusszal steril, illetve hagyományos magvetési kísérletet végeztem 2006 májusában.

─ A steril magvetés során kialakuló rendellenes növekedés, az üvegesedés kiküszöbölésére Titavit-tartalmú táptalajokat hasonlítottam össze a kontrollnak tekintett

MKC táptalajjal, illetve egy magas só- és cukortartalmú MS táptalajjal 2006 decemberében.

Eredményeim az alábbiakban összegezhetők

5. 1. Fagytűrési és morfológiai vizsgálatok a szabadban

5. 1. 1. Az extenzív zöldtetőn elhelyezett télálló *Opuntia* gyűjtemény értékelése

- A kladódiumok számában bekövetkezett változásokból nem lehet határozott következtéseket levonni. A kis szártagot fejlesztő fajok, mint például az *Opuntia fragilis,* nagy kladódiumszámmal jellemezhetők, a nagyobb kladódiumszám továbbiakban is nagyobb növekedést tesz lehetővé a kladódiumok számában. Ennek ellenére a növények életéből kiragadott 4 év (1998-2001) alatt egy nagyobb szártagméretű taxon, az *Opuntia phaeacantha* var. *pallida* fejlesztette a legtöbb szártagot.

A legtöbb szártagot fejlesztő taxonok az adott évben:

1999-ben **1**. *Opuntia arkansana* (44 db kladódium), **2**. *O.* sp.(36), **3**. *O. fragilis* (33)
2000-ben **1**. *O. rutila* (43), **2**. *O. rhodantha* (35), **3**. *O. fragilis* (28)
2001-ben **1**. *O. phaeacantha* var. *pallida* (47), **2**. *O. polyacantha* (38), **3**. *O. compressa* var. *microsperma* (33).

- A terméskép̈zés, mely a növények egészségi állapotán kívül, a korra, valamint a növények dekorációs (piaci) értékére is utal mind a termő taxonok számát, mind a termések számát tekintve 1999-ben bekövetkezett visszaesést követően meredeken emelkedett.
- A növények egészségi állapotát, kondícióját tekintve összefüggés állapítható meg a *2*-es állapotú kondíciók tendenciája és a következő évi pusztulások számának alakulása között. A kiültetésekben leginkább felhasználható növények a *4*-es és *5*-ös kondíciójúak az összes vizsgált taxon (271) nagyobb részét teszik ki (1998-ban 83,4%; 1999-ben 74,2%; 2000-ben 62%; 2001-ben 69%).
- A piaci értéket meghatározó szubjektív változó a ráncosság, mely többé-kevésbé fajra jellemzően a növény felkészülését (vízvesztését) jelenti a kedvezőtlen, téli hónapokra. A fajra jellemző ráncossági fokozat az évek során 1-1 fokozatot tért el. A *0* fokozatú ráncossággal jellemezhető *Opuntia engelmannii* fajnál 4 év során előfordult, hogy esetleg *1*-es fokozatúra emelkedett, de ennél nagyobb eltérések nem történtek.

5. 1. 2. A tövisek és szártagok méretbeli változásai az időjárás függvényében

Az areolákból fejlődő szártagok és tövisek nagyobb mérete a növények dekorációs, piaci értékét jelentősen növelheti. A szártag és a tövis méretét azonban az időjárás nagyon befolyásolhatja. A kaktuszok ideális növekedéséhez

1. a szártagok megindulásához szükséges az elegendő tavaszi csapadék, valamint
2. a szártagok „beéréséhez", a tövisek növekedéséhez a meleg és száraz nyár szükséges.

Ehhez járult hozzá a 2000. év következményeként, hogy az *Opuntia engelmannii* var. *discata* (mint a legnagyobb szártagot fejlesztő télálló *Opuntia* faj) további 77%-al nagyobb növekedést ért el a szártagok végleges méretében 1999-hez viszonyítva. A tövisek méretében bekövetkezett változások, mind a 25 *Opuntia* taxonnál pozitívak voltak, a tövis hosszúságának átlagai 2% és 80%-os növekedés között voltak.

5. 2. Az adaptációs felmérés a télálló kaktuszgyűjteményekben

A gyűjteménylátogatásaim során tapasztaltam, hogy a télálló kaktuszok a kaktuszgyűjtők között igen elterjedtek, egy-két *Opuntia, Cylindropuntia* faj az ország számos gyűjteményében megtalálható. Azonban a több fajból álló télálló kaktusz-gyűjtemény kevés. A felmérés során 169 különböző taxon (faj, alfaj, változat, forma) nevet rögzítettem, amely 64-re csökken, ha a HUNT által szerkesztett rendszertani művel (Atlasz) párhuzamba állítjuk.

A gyűjtemények leggyakoribb növénye a *Cylindropuntia imbricata*.

5. 3. Biokémiai vizsgálatok

5. 3. 1. A peroxidáz enzim aktivitásának változásai

Eltérő korú (2, 5 év), eltérő habitusú (törzsszukkulens, levélszukkulens) növényekben 4 mintavétel (kiindulás, kihelyezés, -10 °C, helyreállás) során vizsgáltam a peroxidáz enzim aktivitásában bekövetkezett változásokat. A vizsgálat során a kontroll mintákat a Titavittal (titán-aszkorbát) permetezett növényekből szedett mintákkal hasonlítottam össze. A kísérlet eredményei a következőkben foglalhatók össze.

- Az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* fajnál a kiindulási állapotban alacsonyabb POD enzim aktivitás figyelhető meg, mint a többi, kísérletben részt vevő fajnál. A kihelyezés és a titán-aszkorbát hatására a kezelt növényeknél nagyobb mértékben nőtt meg a POD enzim aktivitása, mint a kontroll növényeknél. Az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* faj esetén a mintavétel is komoly stresszel járt, hiszen a mintát

adó növényi részek drasztikus beavatkozással voltak kinyerhetők, így nem meglepő, hogy a 4. (helyreállás) mintavétel szélsőséges eredményeket adott.

- Az *Escobaria* nemzetség 2 fajának POD enzim aktivitásában megfigyelhető különbségek már a kiindulási mintavételnél érzékelhetők voltak. A fiatal növényeknek (*Escobaria vivipara* var. *neomexicana*) a mintavételezések során folyamatosan magasabb volt a POD enzim aktivitása, ez a tendencia végig megmaradt. A 4. mintavételnél a POD enzim aktivitásának értékei, a szabályos tendenciának megfelelően, visszaestek.
- A kísérletekbe kívülállóként bevontam az *Agave parryi* levélszukkulens növényt is. Ennek magyarázata egyrészt az agávék és a kaktuszok szoros élőhelyi kapcsolatában, másrészt alkalmazhatóságában keresendő, hiszen a hazai sziklakertek, tetőkertek kialakításánál választékbővítő fajként kitűnően felhasználható. Az agávék között, bár az *Agavaceae* család számos fajból áll, arányaiban kevés, mindössze 7 taxon található, amelyek a hazai körülményeket is elviselik minden téli takarás, védelem nélkül. A POD enzim aktivitás értékeit tekintve elkülöníthető a törzsszukkulens kaktuszoktól. A vizsgálat során a peroxidáz enzim aktivitás széles határok között mozgott. Általános tendenciával ellentétben, a helyreállás szakaszban (4. mintavétel) a POD enzim értékek nem csökkentek, hanem a minták nagyobb részénél tovább emelkedtek, ami arra utalhat, hogy a növény küzd, azon próbálkozik, hogy túlélje a számára kedvezőtlenül alacsony hőmérsékletet.

5. 3. 2. Az összes fenoltartalom meghatározása

A növényekben levő fenoltartalom a peroxidáz enzimhez hasonlóan a stresszfolyamatokkal kapcsolatba hozható. A vizsgálatok során a fagyérzékeny *Mammillaria prolifera* fajból gyűjtött minták összes fenoltartalma többszöröse volt a télálló *Escobaria vivipara* fajokból származó minták fenoltartalmánál, függetlenül attól, hogy titán-aszkorbáttal kezelt növényről volt szó, vagy sem. A fagyérzékeny növény magas fenoltartalma, a védelmi funkcióra képződött flavonoidok mennyiségének növekedésével magyarázható.

5. 4. Szaporítási vizsgálatok

5. 4. 1. Az *Opuntia tortispina* gyökeresedése

A kladódiumok járulékos gyökérképződését kevésbé, a gyökeresedés idejét azonban határozottan befolyásolta a gyökereztető közeg. A megfigyelés 1 hónapja alatt 3 szártagon, kladódiumon nem fejlődött járulékos gyökér, a gyökérképződést azonban semmilyen

károsodás, leromlás nem hátráltatta, valószínűleg néhány hét elteltével behozták a lemaradásukat. A legjobb eredményt a szártagokon fejlődött járulékos gyökerek számát, és a gyökérfejlődés gyorsaságát tekintve is a perlit és a föld/homok keveréke nyújtotta.

5. 4. 2. A télálló kaktuszok magvetése steril és hagyományos körülmények között

A magvetés során a teljes magadag (270 db) 49,6% nem csírázott ki, leginkább a hagyományos magvetést lerontó külső körülmények miatt. A steril magvetés nehézsége a sterilizálásban van, ennek ellenére a kísérlet azt igazolta, hogy a steril magvetés jobb eredménnyel alkalmazható. A vizsgálat a hagyományos vetés elégtelensége miatt igen szélsőségesre sikerült. Az egyszerű, egyéb berendezések nélküli (pótfűtés és megvilágítás) hagyományos magvetés módszerével elvetett magok sokkal inkább ki vannak téve a külső környezet hatásainak, azonban valószínűleg éppen ennek köszönhetik a hagyományos módon kelt magoncok az edzettségüket, amely a sterilen vetett magoncoknál hiányzik

3. 4. 3. A télálló kaktuszok magvetésénél alkalmazott táptalajok

A vitrifikáció kiküszöbölése és a csírázás % növelése érdekében beállított steril magvetési kísérlet során, a vizsgált változók alapján az alkalmazott táptalajok közül optimális táptalajnak a 0,5 mg/l Titavitot tartalmazó T0,5 jelölésű bizonyult. Egyenlő mértékben 3,3 %-os volt a vitrifikáció T0,1 és a T1-es táptalajokon. Az MS táptalajon, bár a kikelt magoncok között nem fejlődött vitrifikált egyed és fertőzött sem volt, igen kedvezőtlennek bizonyultak a csírázási folyamatok, ugyanis az elvetett magok 88, 3 %-a nem kelt ki.

A télálló *Escobaria vivipara* változatok magvetési vizsgálatai során kapott eredmények alapján elmondható, hogy a különböző koncentrációjú Titavitot tartalmazó, és a kontrollként használt MKC táptalajoknak a vitrifikációra valamint a csírázási %-ra számottevő, szignifikánsan kimutatható hatásuk nem volt. Ellenben a magas só- és cukorkoncentrációjú MS táptalaj a csírázási %-ot erősen lerontotta.

5. 5. Új tudományos eredmények

1. Bevezettem a magyar szakirodalomba a kaktuszok evolúciójának egyik jellegzetességét az ún. széles-nyaláb tracheida kifejezést.
2. Megállapítottam, hogy a tenyészidőszak alatti időjárási körülmények (hőmérséklet, csapadék) befolyással vannak a szártagok, tövisek méretére.
3. Azt a következtetést vontam le, hogy az időjárás kedvezőtlen hatására bekövetkezett pusztulás egy évvel később jelentkezik.
4. Meghatároztam a növények peroxidáz enzim aktivitását és feltártam az összefüggéseket a növények fagytűrése és a peroxidáz enzim aktivitásának változása között
5. Különbségeket találtam a télálló és a fagyérzékeny kaktuszok összes fenoltartalmának alakulása között.

5. 6. A gyakorlatnak közvetlenül átadható eredmények

1. A szaporítási kísérletek során ─ az *Opuntia tortispina* példáján ─ kiválasztottam a gyökérképződésre és a gyökérfejlődésre legalkalmasabb közeget, amely hatással van a szártagok minőségi és mennyiségi fejlődésére is.
2. A télálló kaktuszoknál összehasonlítottam a steril és hagyományos magvetés eredményességét, valamint kiválasztottam a kaktusz magoncok kezdeti fejlődésében leginkább alkalmas táptalajt.
3. Megállapítottam, hogy a steril magvetés során alkalmazott titavit tartalmú táptalajoknak a vitrifikációra, csírázási %-ra szignifikánsan kimutatható hatásuk nincs.
4. Megállapítottam, hogy a magas só- és cukor tartalmú táptalaj a kaktuszok csírázási %-át erősen lerontja.
5. Elkészítettem a télálló kaktusz fajok szinonima táblázatát.
6. Összesítettem a legismertebb hazai télálló kaktuszgyűjtemények növényanyagát

6. SUMMARY

The winter hardy species of the Cactaceae family are plants with varying morphology and broad ecological amplitude, and so, they can be used in amongst rocky gardens, roof gardens, green roof or special public territories as well with high efficiency.

Different winter hardy *Opuntia* taxa were collected and being evaluated at the Faculty of Horticultural Science of the Budapest Corvinus University since 1994, the rooted stem segments being kept initially in a container, later planted in the roof garden of building K, at the premises of the faculty. In 1997, I joined this project after having specified the focus of my PhD thesis.

With experiments between 1997 and 2006 I examined the following issues as being part of that working process:

– Between 1998 and 2001 I evaluated the cacti of the roofgarden at Buda Arboretum, that is I was examing the developing of their stem segments, their fruit production, the changes of the wellbeing of plants and their typical pleating phases.
– In 1999 and 2000 I was monitoring the morphological changes due to changes in weather conditions at the 25 *Opuntia* taxa selected from the roof garden.
– With all the visits paid to collections of produces and by having gathered information from the forms arriving by 2007 it seems that the outlines of spreading of the winter hardy species, subspecies in Hungary start to become more clear, as well as the adaptation of charting of the winter hardy cacti.
– In the winter of 2005/2006 I started out a winter hardy experiment including 4 succulent taxa at the laboratory of the Department of Applied Chemistry of the CBU and in the Zoological and Botanical Garden of Budapest, where I examined the consequences of lowered temperature as well as that of the activity that was resulting from a treatment with titanium-ascorbate producing peroxidase enzyme.
– In 2006 I was examing the global phenolic content of the frost resistant and frost sensible plants.
– In the summer of 2006, I made examinations on vegetative rooting processes using the *Oprtina tortispina* species selected from the winter hardy cacti collection of the Budapest Zoo, demonstrating the fast reproduction of *Opuntia* species and its possible negative effects.
– In May, 2006, at our faculty, I made traditional and sterile seeding experiments on 5 globular cacti out of my own collection.

– In December, 2006, at our faculty, I made sterile 3 globular cacti seeding experiments on different culture media.
My findings can be summerised as follows:

6. 1. Frost tolerance and morphological examinations outside

6. 1. 1. Evaluation of the winter hardy *Opuntia* collection planted on the extensive green roof

It was not possible to draw tangible conclusions from the change in the number of the cladodes. Species growing small joints like *Opuntia fragilis* can be characterized by a large number of cladodes and so a bigger number of cladodes enables a further increase in the number of joints. However, during this period of four years (1998-2000) it was a species with bigger cladodes, namely the *Opuntia phaeacantha* var. *pallida* which produced the most joints.
Taxa producing the most joints in the year given:
In 1999 **1**. *Opuntia arkansana* (44 cladodes), **2**. *O.* sp.(36), **3**. *O. fragilis* (33)
In 2000 **1**. *O. rutila* (43), **2**. *O. rhodantha* (35), **3**. *O. fragilis* (28)
In 2001 **1**. *O. phaeacantha* var. *pallida* (47), **2**. *O. polyacantha* (38), **3**. *O. compressa* var. *microsperma* (33).

The bearing of fruits that refers to both the health and the age of the plants as well as their market value increased significantly after a decrease in 1999 concerning both the number of productive taxa and the number of fruits.
Concerning the condition of the plants a correlation can be seen between the tendencies of conditions given 2nd grade and the number of dying plants in the following year. Plants which can be used best outside were given the grade 4 and 5 regarding their conditions, they constituted the majority of the examined taxa (271). (In 1998: 83,4%; in 1999: 74,2%; in 2000: 62%; in 2001: 69%)

The subjective variable defining the market value is the wrinkling of the plants, which is more or less characteristic of the species and it is derived from the plants loosing humidity, preparing for the unfavorable winter month. The wrinkling grades concerning the species only varied one grade in the years of the examination. For instance *Opuntia engelmannii* with a wrinkling grade of 0 has occasionally reached grade one throughout the four years, however, no bigger alterations could have been experienced.

6. 1. 2. Changes in the spines' and joints' size due to weather conditions

The bigger size of the spines and joints growing from the areoles can significantly increase the ornamental or market value of the plants. However, the size of the joints and spines can be influenced by the weather conditions to a great extent. For the ideal developing of cacti two important conditions need to exist:

1. for the cladodes to start their growth – the sufficient amount of rainfall at spring,
2. for the cladodes' "ripening" and for the growth of the spines – a warm and dry summer.

As a result of the year 2000 *Opuntia engelmannii* var. *discata* (being the winter hardy *Opuntia* species growing the biggest joints) has reached a further growth of 77% compared to the year 1999 concerning the final size of the cladodes. Changes in the sizes of the spines were positive in case of all 25 *Opuntia* taxa, the spines' length increased between 2 and 80 % in average. Depending on the uniformity of the variances in the given years significant differences were proven with the two-sided t-test and the Welch-test.

6. 2. Survey of the winter hardy cacti collections of Hungary

Visiting the collections I noticed that winter hardy cacti are quite popular amongst cacti collectors, some *Opuntia* and *Cylindropuntia* species can be found in several collections in the country. However, there are only a few winter hardy cacti collections consisting of more species. During my survey I managed to record the names of 169 taxa (species, subspecies, varieties, forms) which number decreases to 64 if we compare it to the taxonomy work of HUNT.

Thanks to visiting collections since 1997 and processing data from the data sheets sent back to me the outline of the distribution of winter hardy cacti species, subspecies and varieties in Hungary seems to get laid.

The plant most often found in the collections is *Cylindropuntia imbricate*.

6. 3. Biochemical examinations

6. 3. 1. Change of the peroxidase enzyme activity

Regarding the changes in the activities of the peroxidase enzyme I made examinations throughout 4 samplings (origination, placement outside, -10 °C, recovery) concerning plants altering both in age (2-5 years) and in habits (stem succulent, leaf

succulent). In the examination I compared the control samples to the samples taken from plants sprayed with Titavit (titanium-ascorbate).

Irrespectively of any treatments I found the least proportional POD activity at *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* marked "B" which is a stem succulent species with columnar habit. Following this come *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* marked "N" and *Escobaria vivipara* marked "V" which are globe shaped stem succulent species. Findings of this experiment can be summarized as follows.

– Lesser peroxidase enzyme activity can be experienced initially by *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* than by other species involved in the experiment. Following from the placement outside and the treatment with titanium-ascorbate the POD enzyme activity grew by a bigger scale in the treated plants than in case of the control plants. Taking samples from the species *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* already means quite a great stress for the plants since those parts from which the samples were taken could have been cut out by such a drastic intervention. So it is not surprising that the results of the recovery samplings became rather extreme.

– Differences in the POD enzyme activities could have already been observed initially by 2 species of the *Escorbaria* genera. Young plants (*Escobaria vivipara* var. *neomexicana*) had continuously higher POD enzyme activity throughout the samplings and this tendency remained so. At the fourth sampling the values of the POD enzyme activity decreased confirming the general tendencies.

– In the experiments I also included the leaf succulent *Agave parryi*. The reasons behind this decision are to be found in the close relation between the habitat of *Agave* species and cacti and in their similar use in designs. *Agave* species can perfectly be used as an additional ornamental species in Hungarian rocky gardens and on green roofs. Amongst the agaves, even though the *Agavaceae* family consists of several species, there are only a small number of taxa (7 species) that can stand the climate of Hungary, and survive the winter staying outside without any covering. Values of their POD enzyme activity can be differentiated from those of the stem succulent cacti. Throughout the examination the peroxidase enzyme activity showed various values. In contrast with the general tendency during the recovery phase (4th sampling) values of the POD enzyme activities did not drop, more over, they increased, which may refer to the plant trying to survive the cold, the temperature which is too low for it.

Although the treatment with Titavit influenced the enzyme activity variously depending on the different species and varieties, it can be stated on the whole that it had a positive effect which is also shown in the bigger number of surviving plants.

6. 3. 2. Measuring the total phenolic content

The phenolic content of the plants could be correlated with stress processes similarly to peroxidase enzymes. The total phenolic content of samples collected from the frost resistant *Mammillaria prolifera* showed a multiple value of that of the winter hardy *Escobaria vivipara*, regardless of whether the plant was treated with titanium-ascorbate or not. This high value of the phenolic content in case of the frost resistant plants could be explained by the increase of flavonoids that are produced for defense functions.

6. 4. Propagation examinations

6. 4. 1. Rooting of the *Opuntia tortispina* joints

Rooting media had lesser influence on the adventitious root formation of cladodes, however, it had a bigger effect concerning the duration of rooting. Throughout the three-month observation there were three joints (cladodes) which did not produce adventitious roots, however, root development was not hindered by any destruction or other harmful events. They were most likely able to catch up with their rooting within a few weeks. The best results were observed in perlite and in the mixture of soil/sand regarding both the number of roots developed and the speed of the root formation.

6. 4. 2. Traditional and sterile seed propagation of winter hardy cacti

49.6% of all seeds did not germinate, most probably due to outer circumstances having a destructive effect on traditional sowing. The difficulty of sterile sowing is in sterilization, and still, supported by our experiment, sterile sowing can be applied with higher efficiency. Results of the examination became rather extreme due to the unsatisfactory traditional sowing. Seeds sowed in the traditional way, having no additional equipments (e.g. supplemental heating or light) are much more exposed to the possible effects of their environments, however, traditional seedlings might just get their hardiness right this way – the hardiness that is exactly what sterile seedlings do miss.

6. 4. 3. Substrates used for sowing of winter hardy cacti

During the sterile sowing experiment in order to eliminate the vitrification and to raise the germination percentage the substrate marked T0,5 containing 0.5 mg/l Titavit proved to be the optimal substrate among the used media based on the examined factors. The vitrification was 3,3 % on both substrates marked T0,1 and T1. Though there was no vitrificated nor infected specimen among the seedlings on the MS substrate, the germination process seemed to be very unfavorable, since 88,3 % of the seeds have not germinated.

On the basis of the winter-hardy *Escobaria vivipara* varieties' sowing experiments' results we can establish that the substrates containing different concentrations of Titavit and the control MKC substrate had no significant effect on the vitrification and germination percentage. On the other hand the MS substrate with a high salt and sugar content seriously deteriorated the germination rate.

6. 5. New scientific results

1. I introduced into the Hungarian terminology a term very typical to the evolution of cacti, called wide-band tracheida.
2. I ascertained that weather conditions (temperature, precipitation) throughout the vegetation period have an influence on the size of the cladodes and spines.
3. I drew the conclusion that destruction of the plants due to unsatisfactory weather conditions appears one year later.
4. I defined the peroxidase enzyme activity of the plants and I pointed out the correlation between the plants' frost resistance and the changes of peroxidase enzyme activity.
5. I found a difference between the total phenolic content of winter hardy and frost sensible cacti.

6. 6. Results that can directly be applied in practice

1. Throughout the propagation experiments – through the example of *Opuntia tortispina* – I selected the medium that was most favorable for the root formation and also had an influence on both the quantitative and qualitative development of the cladodes.

2. I contrasted the effectiveness of traditional and sterile sowing of winter hardy cacti and I selected the substrate most suitable for the initial development of the cacti seedlings.
3. I have found no significant effect of the substrates containing Titavit used for sterile sowing on the vitrification or the germination percentage.
4. I have established that the substrate with high salt and sugar content decreases strongly the germination rate of cacti.
5. I prepared the synonym table of winter hardy cacti.
6. I summed up the botanical material of the most well-known winter hardy cacti collections of Hungary.

7. IRODALOMJEGYZÉK

ACEVEDO, E., BADILLA, I., NOBEL, P. (1983): Water Relations, Diurnal Acidity Changes, and Productivity of a Cultivated Cactus, Opuntia ficus-indica. Plant. Physiol. 72: 775-780.

ANDERSON, E.F. (1979): Peyote, the divine cactus. University of Arisona Press, Tucson

ANDERSON, E.F. (2001): The Cactus Family. Timber Press. Portland, Oregon

BACKEBERG, C. (1966): Das Kakteenlexikon. Veb Gustav Fisher Verlag, Jena

BAILEY, I.W. (1961): Comparative anathomy of leaf-bearing Cactaceae, III. Form and distribution of crystals in Pereskia and Quiabentia. Journal of Arnold Arboretum 42: 334-340

BAILEY, I.W. (1966): Comparative anathomy of leaf-bearing Cactaceae, XVI. The development of water-soluble crystal in dehydrated leaves in Pereskia. Journal of Arnold Arboretum 47: 273-283.

BAKER, M.A., PINKAVA, D.J. (1987): A cytological and morphometric analysis of a triploid apomict, Opuntia (kelvinensis (subgenus Cylindropuntia, Cactaceae). Brittonia 39: 387-401.

BALEN et al. (2003): Peroxidase activity and Isoenzymes in relation to morphogenesis in Mammillaria gracilis tissue culture. Periodicum Biologorum 105(3): 281-286.

BALOGH, L. (1978): Télálló kaktuszok, Kaktusz-Világ, Debrecen, 4: 72-74.

BALOGH, L. (1986): Fagytűrő és fagyálló kaktuszok, Kaktusz-Világ, MKOE, Budapest 3-4: 84-883.

BORHIDI, A. (2007) szóbeli közlés, BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék Jegyzőkönyv Mohácsiné Szabó Krisztina PhD-értekezésének munkahelyi vitájáról

BARTHLOTT, W. (1983): Biogeography and evolution in neo- and paleotropical Rhipsalinae, pp. 41-248. In K. Kubitzki [ed.]. Dispersal and Distribution. Sonderbd. naturnaturwiss. Ver. Hamburg 7, Hamburg. Barthlott, W. 1988. Über die systematischen Gliederungen der Cactaceae. Beitr. Biol. Pflanzen 63: 17-40.

BARTHLOTT, W., Hunt, D.R. (1993): Cactaceae, pp. 161-196. In K. Kubitzki [ed.], The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. II. Flowering Plants. Springer Verlag Berlin.

BEAUCHESNE, G. (1977): Les milieux minéraux utilisés en culture et leur incidence sur l'apparition de bouture d'aspest pathologique C.R. Acad. Agric Paris 67: 1389-1397.

BEHNKE, H.-D. (1981): Sieve-elements characters. Nordic Journal of Botany 1: 381-400.

BELL, A.D. (1991): Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology. Oxford University Press, New York, New York, USA

BENKE, P. (2003): Hidegtűrő kaktuszok hazai téltűrésének vizsgálata. Szakdolgozat. BKÁE Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Budapest

BENSON, L. (1977): Preservation of cacti and management of the ecosystem p. 283-300. In: G. F. Prance and T. S. Elias. Exticion is forprance. New York Bot. Garden N.Y.

BENSON, L. (1982): The cacti of the United States and Canada, Stanford University Press, Stanford, California

BOBICH, E.G., NOBEL, P.S. (2001): Biomechanics and anatomy of cladode junctions for two Opuntia (Cactaceae) species and their hybrid. American Journal of Botany. 88: 391-400.

BOKE, N.H. (1941): Zonation in the shoot apices of Trichocereus spachianus and Opuntia cylindrica. American Journal of Botany 28: 656-664.

BOKE, N.H. (1944): Histogenesis of the leaf and areole in Opuntia cylindrica. American Journal of Botany 31: 299-316.

BOKE, N.H. (1952): Leaf and areole development in Coryphantha. American Journal of Botany 39: 134-145.

BOKE, N.H. (1953): Tubercle development in Mammillaria heyderi. American Journal of Botany 39: 134-145.

BOKE, N.H. (1954): Organogenesis of the vegetative shoot in Pereskia. American Journal of Botany 41: 619-637.

BOKE, N.H. (1955): Dimorphic areoles of Epithelantha. American Journal of Botany 42: 725-733.

BOKE, N.H. (1957): Comparative histogenesis of areoles in Homalocephala and Echinocactus. American Journal of Botany 44: 368-380.

BOKE, N.H. (1958): Areole histogenezis in Mammillaria lasiacantha. American Journal of Botany 45: 473-479.

BOKE, N.H. (1961): Areole dimorphism in Coryphantha. American Journal of Botany 48: 593-603.

BOKE, N.H. (1980):Developmental morphology and anathomy in Cactaceae. Bioscience 30 : 605-610.

BÖCKER, A. (1987): Pediocactus winkleri Heil – Eine Kakteenminiatur aus Utah, Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 8: 200-202.

BRAVO-HOLLIS, H. (1978): Las Cactaceas de Mexico. Vol 1. Univ. Nac. Autonoma de Mexico, Mexico

BREMMER, K., CHASE, M.W., STEVENS, P.F. (1998): An ordinal classification for families of flowering plants. Ann. Mo. Bot. Gard. 85:531-553.

CADENAS, E. (1989): Biochemistry of oxygen toxicity. Annu Rev Biochem 58**:** 79-110

CARLQUIST, S. (1975): Ecological strategies of xylem evolution. University of California Press, Berkeley, California, USA

CARVAYAL, M., ALCARAZ, C.F. (1998): Why titanium is a beneficial elements for plants. J. Plant Nutr. 21: 655-664.

CHEFTEL, J.C. CHEFTEL, H. (1983): Frutta e Verdura. In Biochimica e tecnologia degli alimenti, J.C. Cheftel and H. Cheftel (eds.), Edagricole, Bologna, Italy, pp. 147-240.

CHEN, TH-H., GUSTA, L.V. (1983): Abscisic acid-induced freezing resistance in cultured plant cells. Plant Physiol 73: 71-75.

CRONQUIST, A. (1988): The Evolution and Classification of Flowering Plants. Ed. 2. New York Botanical Garden, Bronx.

CUI, M., MILLER, P.M., NOBEL, P.S. (1993): CO_2 exchange and growth of the CAM plant Opuntia ficus-indica under elevated CO_2 in open-top chambers. Plant Physiology 103: 519-524.

CZORNY, R. (1970): Steckbrief: Coryphantha vivipara, Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 5: 81.

DAGUIN, F., LETOUSHÉ, R. (1985): Relation entre hypolignification et état vitreux chez Salix babylonica en culture in vitro. Role de la nutrition ammoniacale, Can I. Bot. 63: 324-326.

DARLING, M.S. (1989): Epidermis and hypodermis of the saguaro cactus (Cereus giganteus): anathomy and spectral properties. Amer. J. Bot. 76(11): 1698-1706.

DAVIS, G.L. (1966): Systematic Embryology of the Angiosperms. Wiley & Sons, Inc., New York.

DAWSON, E.Y. (1982): Cacti of California, University Press, Berkeley and Los Angeles, California.

DEBRECZY, Zs. (1976): Télálló kaktuszok, agávék és pálmaliliomok, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

DENCSŐ, I. (1981): Factors influencing vitrification of carnation and conifers, Acta Hort 212: 167-176.

DOETSCH, P.W., CASSADY, J.M., MCLAUGHLIN, J.L. (1980): Cactus akaloids XL. Identification of mescaline and other B-phenethylamines in Pereskia, Pereskiopsis, and Islaya by use of fluorescamine conjugates. Journal of Chromatography 189: 79-85.

DOK-GO, H., LEE, K.H., KIM, H.J., LEE, E.H., LEE, J., SONG, Y.S., LEE, Y.H., JIN, C., LEE, Y.S., CHO, J. (2003): Neuroprotective effects of antioxidative flavonoids, quercetin, (+)–dihydroquercetin and quercetin 3-methyl ether, isolated from Opuntia ficus indica var. saboten. Brain Research 965: 130-136.

DOMINGUEZ-LOPEZ, (1995): Review: use of the fruits and stems of the prickly pear cactus (Opuntia spp.) into human food. Food Science and Technology International 1: 65-74.

EGGLI, U. (1984): Stomatal types of Cactaceae. Pl. Syst. Evol. 146: 197-214.

FARKAS, L. (1962): Évelő dísznövények. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest p. 271.

FEHÉR, M., KÁDÁR, K.I., SZABÓ, Z., GOMBKÖTŐ, G., LOHONYAI, O., PAIS, I. (1980): The role of titanium in plant life II. Acta Argon. Hung. 29: 71-76.

FEHÉRVÖLGYI, D., SZABÓ, K. (1994): Néhány kaktuszfaj steril indítása mikro-szaporításhoz. KEÉ Kertészeti Főiskolai Kar Kecskemét TDK dolgozat.

FERNANDEZ M.L., LIN, E.C.K., TREJO, A., MCNAMARA, D.J. (1992): Prickly pear (Opuntia sp.) pectin reverse low density lipoprotein receptor suppression induced by a hypercholesterolemic diet in guinea pigs. Journal of Nutrition 22: 2230-2340.

FITZERE, M. (2000): A sziklakert. In: Papp (főszerk.) Debreceni Pozsgástár, Debrecen p. 129-133.

FICZERE, M. (2005a): A Grusonia nemzetség I. Debreceni Pozsgástár (Rec. Succ. Deb.) Debrecen 2: 75-81.

FICZERE, M. (2005b): A Grusonia nemzetség II. Debreceni Pozsgástár (Rec. Succ. Deb.) 3: 132-137.

FLEMING, T.H., MAURICE, S., BUCHMANN, S.L., TUTTLE, M.D. (1994): Reproductive biology and relative male and female fitness in a trioecious cactus, Pachycereus pringlei (Cactaceae). Amer. Journ. Bot. 81: 858-867.

FODOR, A. (2004): Télálló kaktuszok oltása. Szakdolgozat BCE Kertészettudományi Kar Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

FRANK, G., MENZEL, J. (1980a): Zu den Standorten winterharter Kakteen (I.), Kakteen und andere Sukkulenten, Franckhsche Verlagshandlung, Stuttgart, 5: 140-144.

FRANK, G., MENZEL, J. (1980b): Zu den Standorben winterharter Kakteen (II.), Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 6: 178-181.

FRANK, G., MENZEL, J. (1980c): Zu den Standorben winterharter Kakteen (III.), Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 7: 196-199.

FREEMAN, T.P. (1969): The developmental anatomy of Opuntia basilaris.I. Embryo, root, transition zone. American Journal of Botany 56: 1067-1074.

FREEMAN, T. (1973): Development Anathomy of Epidermal and Mesophyll Chloroplasts in Opuntia basilaris Leaves. American Journal of Botany 60(1): 86-91

FRITZ, G. (1993): Saját tapasztalatok a Pediocactus despanii-ról, Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 3: 49-53.

FRÖHLICH, A. (1995): Frostharte Escobarien, Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 11: 270-271.

FRÖHLICH, A. (1998): Erfahrungen mit „Frostharten", Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 12: 278-280.

FRUTOS, M., PASTOR, F., MARTINEZ-SÁNCHEZ, F., ALCARAZ, C.F. (1996): Improvement of the nitrogen uptake induced by titanium (IV) leaf supply in nitrogen-stressed pepper seedlings. J. Plant Nutr. 19: 771-783.

FULLER, D., FITZGERALD, S. (eds)(1987): Conservation and commerce of cacti and other succulent. Traffic (USA) WWF-US, Washington DC. p. 31-38.

GAÁL, M. (2004): A biometria számítógépes alkalmazásai a környezeti és agrártudományokban. Aula Kiadó Kft. Budapesti Corvinus Egyetem p. 90-122.

GALATI, E.M., MONDELLO, M.R., GIUFFRIDA, D., DUGO, G., MICELI, N., PERGOLIZZI, S., TAVIANO, M.F. (2003): Chemical characterization and biological effects of Sicilian Opuntia ficus-indica (L.) fruit juice: antioxidant and antiulcerogenic activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 4903-4908.

GIBSON, A,C., NOBEL, P. (1986): The Cactus Primer. Harvard University Press. Cambridge, Massachuesetts, London, England.

GIBSON, A.C. (1973): Comparative anatomy of secondary xylem in Cactoideae (Cactaceae). Biotropica 5: 29–65

GIBSON, A.C. (1976): Vascular organization in shoots of Cactaceae. I. Development and morphology of primary vasculature in Pereskioideae and Opuntioideae. American Journal of Botany 63: 414–426

GIBSON, A.C. (1982): The anathomy of succulence Pp. 1-17 in Crassulacean acid metabolism, ed. I. P. Ting and M. Gibbs. American Society of Plant Physilologists, Rockville, Maryland.

GOLDSTEIN, G., NOBEL P.S. (1991): Changes of osmotic pressure and mucilage during low-temperature acclimation of Opuntia ficus-indica. Plant Physiol 97: 954-961

GOLDSTEIN, G., NOBEL P.S. (1994): Water relations and low-freezing temperature acclimation for cactus species in varying freezing tolerance. Plant Physiol 104: 675-681.

GOLDSTEIN, G; RADA, F., AZOCAR, A. (1985): Cold hardiness and supercooling along an altitudinal gradient in Andean giant rosette species. Oecologia 68: 147-152.

GONDA, I. (2005): Télállós sziklakert. Debreceni Pozsgástár 8(4): 195-198.

GRANT, V., GRANT, K.A. (1980): Clonal microspecies of hybrid origin in the Opuntia lindheimeri group. Botanical Gazette 141: 101–106

GUISTI et al (2002): In vitro propagation of three endangered cactus species. Sciencia Horticulturae 95: 319-332.

HÁMORI, Z., SZABÓ, K. (1999): Kaktuszok. Lakáskultúra Kertek Különszám. 1: 30-33.

HEGEDŰS, A., ERDEI, S., HORVÁTH, G. (2001): Comparative studies of H2O2 detoxifying enzymes in green and greening barley seedlings under cadmium stress. Plant Science. 160: 1085-1093

HEMEMWAY, A.F., ALLEN, M.J. (1936): A study of the Pubescence of Cacti. American Journal of Botany 23: 139-144.

HIDY, I., PREKUTA, J., VARGA, G. (1995): Flóratetők tervezési és kivitelezési szempontjai. proNatur Kft., Budapest 28-56.

HERTOG, M.G.L., HOLMAN, P.C.H., KATAN, M.B. (1992): Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed int he Netherlands. J. Agric. Food Chem., 40: 2379-2383.

HOCHSTATTER, F. (1990): To the habitats of Pediocactus and Sclerocactus, Mannheim.

HÓDI-TÓTH, J. (2006): Arizona kertészet, Árjegyzék 2006 ősz- 2007 tavasz

HOFFMAN, M.T. (1992): Functional dioecy in Echinocereus coccineus (Cactaceae): Breeding system, sex ratios, and geographic range of floral dimorphism. Amer. Journ. Bot. 79: 1382-1388.

HOFFMANN, T. (2003): Polifenol-oxidáz és peroxidáz enzimek növényi szövetekben. Ph.D. szig. dolg. Sopron

HOLTHE, P.A., SZAREK, S.R. (1985): Physiological Potencial for Survival of Propagules of Crassulacean Acid Metabolizm Species. Plant Physiol. 79: 219-224.

HORTOBÁGYI, T. a szerk (1970): Növénytan 2. Növényrendszertan és növényföldrajz, Tankönyvkiadó, Budapest. p.397.

HORVÁTH, F. (2006): Télálló kaktuszok felhasználása a sziklakertépítésben. Szakdolgozat. KÉE KFK Kertépítő- és Zöldterület-fenntartó Szakmérnök Szak, Dísznövénytermesztési és Kertfenntartási Tanszék, Kecskemét

HUNT, D. (1996-2006): Cactaceae Consensus Initiatives nos 1-8; continued as Cactaceae Systematics Initiatives nos 9-21. Buletin of the International Cactaceae Systematics Group.

HUNT, D., TAYLOR, N., CHARLES, G. (2006): The New Cactus Lexikon. DH books, The Manse Chapel Lane. Milborne Port. England.

INCZE, F. (1976): Időszerű tennivalók. Csili Kaktuszkedvelő Szakkör Tájékoztatója. 2. Csili Műv. Közp.

IRVING, R.M. (1969): Characterization and role of endogenous inhibitor in the induction of cold hardiness in Acer negundo. Plant Physiol 44: 801-805.

JESZENSZKY, Á. (1965): Oltás, szemzés, dugványozás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest p.66-71.

JOHNSON, J. L., EMINO, E. R. (1979a): Tissue culture propagation in the Cactaceae. Cactus and Succ. J. (US) 51: 275-277.

JOHNSON, J. L., EMINO, E. R. (1979b): In vitro propagationof Mammillaria elongata. Hort Science 14: 605-606.

JORDAN, P.W., NOBEL, P.S. (1979): Infrequent establishment of seedlings of Agave desertii (Agavaceae) in the northwestern Sonoran Desert. Am J Bot 66: 1079-1084.

JUÁREZ, M. C., PASSERA, B. C. (2002): In vitro propagation of Opuntia ellisiana Griff. And acclimatization to field condition. Biocell 26(3): 319-324.

KISS, Cs. (1997): Télálló kaktusztermesztés. Szakdolgozat. KÉE KFK Dísznövénytermesztési és Kertfenntartási Tanszék, Kecskemét

KLUGE, M., TING, I.P. (1978): Crassulacean Acid Metabolizm: Analysis of an Ecologocal Adaptation. Ecological Studies Series, Vol 30. Springer-Verlag, Berlin.

KLÜGLING, K. (2003): Maihuenia poeppigii (OTTO) WEBER. Kaktusz-Világ (MKOE) 27(4): 126-127.

KNEIBL, P. (1970): Wilde Kakteen in Colorado, Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1: 12-14.

KOCH, K.E., KENNEDY, R.A. (1980): Effects os sesonal changes int he midwest on crassulacean acid metabolism (CAM) in Opuntia humifusa Raf. Oecologia 45: 390-395.

KOLLÁR, Z. D. (1977): Kaktuszok kémcsőben. Kaktuszkedvelők tájékoztatója, Csili

KÜMMEL, F., KLÜGLING, K. (1987): Winterharte Kakteen, Neumann Verlag, Leipzig-Radebeul.

LABARRE, W. (1975):The peyote cult, 4th ed. Shoe String Press, Hamden, Connecticut.

LEE, S.P., WANG, K., HA, Y.D. (1998): Functional properties of mucilage and pigment extracted from Opuntia ficus-indica. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 27: 821-826.

LEONHARD, W. and KANDELER, R. (1987): Ethylene accumulation in culture vessels – a reason for vitrification, Acta Hort. 212: 223-229.

LESKÓ, K.I. (2005): Búzanövények biológiailag aktív komponenseinek változása kadmium-stressz hatására. Ph.D. Értekezés. BMGE Biokémiai és Élelmiszertechnológiai Tanszék, Budapest

LEVITT, J. (1980): Responses of Plants to Environmental Stresses, Vol 1. Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses. Academic Press, New York

LEWIS, D.A., NOBEL, P.S. (1977): Thermal energy exhange model and water loss of barrel cactus, Ferocactus acanthodes. Plant Physiology 60: 609-616.

LIPNICZKY, J. (1991): Kaktuszok Kanadában, Tövisek, MKOE, Budapest, 3-4: 8-11.

LITTLEJOHN, R.O. Jr, WILLIAMS, G.I. III (1983): Diurnal and seasonal variations in activity of crassulacean acid metabolism and plant water status in a nothern latitude population of Opuntia erinaceae. Oecologia 59: 83-87

LOIK, M.E., NOBEL, P.S. (1991): Water relations and mucopolysaccharide increases for winter hardy cactus during acclimation to subzero temperatures. Oecologia 88: 340-346.

LOIK, M.E., NOBEL, P.S. (1993): Freezing tolerance and water relations of Opuntia fragilis from Canada and the United States. Ecology 74: 1722-1732

LOPEZ, F.B., NOBEL, P.S. (1991): Root hydraulic conductivity of two cactus species in relation to root age, temperature, and soil water status. J. Exp Bot 42: 143-149

LUGASI, A. (2004): Gyümölcs és zöldséglevek polifenol tartalma és in vitro antioxidáns tulajdonságai. Asvány, Üditőital, Gyümölcslé 5(1): 8-12.

MANDUJANO, C.M., MONTAÑA, C., L.E. EGUIARTE. (1996): Reproductive ecology and inbreeding depression in Opuntia rastrera (Cactaceae) in the Chihuahuan Desert: Why are sexually derived recruitments so rare? Amer. Jour. Bot. 83: 63-70.

MANDUJANO, M.C., MONTANA, C., EGUIARTE, L.E. (1996): Reproductive ecology and inbreeding depression in Opuntia rastrera (Cactaceae) in the Chihuahuan Desert: why are sexually derived recruitments so rare? American Journal of Botany 83: 63–70

MANDUJANO, M.C., MONTANA, C., MENDEZ, I., GOLUBOV, J. (1998): The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in Opuntia rastrera from two habitats in the Chihuahuan Desert. Journal of Ecology 86: 911–921

MARSACCI, A., IANELLI, A., PIETRINI, F., LORETO, F., (1995): The effect of growth at low temperature on photosynthetic characteristics and mechanisms of photoprotection of maize leaves. Journal of Experimental Botany 46: 119-127.

MÁTYUS, SZ. (1997): Télálló Opuntia fajok megfigyelése. KÉE Kertészeti Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Budapest

MAUSETH, J.D. (1976): Cytokinin and gibberellic acid-induced effects on the structure and metabolism of shoot apical meistems in Opuntia polyacantha (Cactaceae). American Journal of Botany 63: 1295-1301.

MAUSETH, J. D. (1977a): Cactus tissue culture: a protentie method of propagation. Cactus and Succ. J. (US) 49: 80-81.

MAUSETH, J.D. (1977b): Cytokinin- and gibberellic acid-induced effects on the determination and morphogenesis of leaf primordia in Opuntia polyacantha (Cactaceae). American journal of Botany 64: 337-346

MAUSETH, J.D. (1978a): The structure and development of unusual type of articulated laticifer in Mammillaria (Cactaceae). American Journal of Botany 65: 415-420.

MAUSETH, J.D. (1978b): Further studies of unusual type of laticiferous canals in Mammillaria (Cactaceae): structure and development of semi-milky type American Journal of Botany 65: 1098-1102.

MAUSETH, J.D. (1980): A stereological morphometric study of the ultrastructure of mucilage cells in Opuntia polyacantha (Cactaceae). Botanical Gazette 141: 373-378.

MAUSETH, J.D. (1982a): A Morphometric Study of the Ultrastructure of Echinocereus engelmannii (Cactaceae). IV. Leaf and Spine Primordia, American Journal of Botany 69: 546-550.

MAUSETH, J.D. (1982b): Development and ultrastructure of extrafloral nectaries in Ancistrocactus scheeri (Cactaceae). Botanical Gazette 143: 273-277.

MAUSETH, J. D. (1983): Introduction to cactus anathomy Part 6. Areoles and spines. Cactus and Succulent Journal (Los Angeles) 55: 272-276.

MAUSETH, J.D. (1984a): Introduction to cactus anatomy Part 7 Epidermis. Cactus and Succulent Journal. Los Angeles 56: 33-37.

MAUSETH, J.D. (1984b): Effect of growth rate, morohogenic activity, and phylogeny on shoot apical ultrastructure in Opuntia polyacatha (Cactaceae). American Journal of Botany 71: 1283-1292.

MAUSETH, J.D. (1984d): Introduction to cacatus anathomy X. Flowers and sex. Cactus and Succulent Journal (USA) 56: 212-216.

MAUSETH, J.D. (1984e): Introduction to cacatus anathomy XI. Flower structure. Cactus and Succulent Journal (USA) 56: 250-256.

MAUSETH, J.D. (1995a): Collapsible water-storage cells in cacti. Bulletin of Torrey Botanial Club 122: 145-151.

MAUSETH, J.D. (1996): Comparative anatomy of tribes Cereeae and Brwningieae (Cactaceae). Bradleya 14: 66-81.

MAUSETH, J.D. (2000): Theoretical aspects of surface-to-volume ratios and water-storage capacities of succulent shoots. American Journal of Botany 88: 1107-1115.

MAUSETH, J.D. (2004a): Cacti and other succulents: stem anathomy of „other succulents" has litle in common with that of cacti. Bradleya 22:131-140.

MAUSETH, J.D. (2004b): Giant shoot apical meristems on cacti have ordinary leaf primordia but altered phyllotaxy abd shoot diameter. Annals Botany 94:145-153.

MAUSETH, J.D. (2004c): Wide-band tracheids are present in almost all species of Cactaceae. The Journal of Plant Research 117: 69-76.

MAUSETH, J.D., HALPERIN, W. (1975): Hormonal control of organogenesis in Opuntia polyacantha (Cactaceae). Amer. J. Bot. 62(8): 869-877.

MAUSETH, J.D., KIESLING, R. (1997): Cacti and steak – this must be Argentina (Part 1). The Cactus and Succulent Journal (USA) 69: 279-286.

MAUSETH, J.D., KIESLING, R. (1998): Cacti and steak – this must be Argentina (Part 2). The Cactus and Succulent Journal (USA) 70: 32-39.

MAUSETH, J.D., KIESLING, R., OSTOLAZA, C. (2002): A Cactus Odyssey, Jorneys in the wilds of Bolivia, Peru, and Argentina. Timber Press, Porland, Oregon

MAUSETH, J.D., NIKLAS, K.J. (1979): Constancy of relative volumes of zones in shoot apical meristem in Cactaceae: implications concerning meristem size, shape, and metabolism. American Journal of Botany 66: 933-939.

MAUSETH, J.D., PLEMONS, B.J. (1995): Developmentally variable, polymorphic woods in cacti. American Journal of Botany 82: 1199–1205

MAUSETH, J.D., PLEMONS-RODRIGUEZ. B.J. (1998): Evolution of extreme xeromorphic characters in wood: a study of nine evolutionary lines in Cactaceae. American Journal of Botany, Bot. Soc. of America, Inc. 85:209

MAUSETH, J.D., SAJEVA, M. (1992): Cortical bundles in the persistent, photosynthetic stems of cacti. Annals of Botany 70: 317-324.

MAUSETH, J.D., STEVENSON, J.F. (2004): Theoretical considerations of vessel diameter and conductive safety in populations of vessels. The International Journal of Plant Sciences 165: 359-368.

MAUSETH, J.D., STONE-PALMQUIST, M.E. (2001): Root wood differs strongly from shoot wood within individual plants of many Cactaceae. The International Journal of Plant Research 162: 767-776.

MAUSETH, J.D., TERRAZAS, T., LOZA-CORNEJO, S. (1998): Anatomy of Relictual Members of Subfamily Cactoideae, IOS Group 1a (Cactaceae). Bradleya 16: 31-43

MAUSETH, J.D., UOZUMI, Y., PLEMONS, B.J., LANDRUM, J.V. (1995): Structural and systhematic study of an unusual tracheid type in cacti. Journal of Plant Research 108: 517-526.

MCFARLAND, J.D., KEVAN, P.G., LANE, M.A. (1989): Pollination biology of Opuntia imbricata (Cactaceae) in southern Colorado. Can. Journ. Bot. 67: 24-28.

MCGARVIE, D., PAROLIS, H. (1981a): The acid-labile, peripheral chains of mucilage of Opuntia ficus-indica. Carbohydrate Research 94: 57-65.

MCGARVIE, D., PAROLIS, H. (1981b): Methylation of the mucilage of Opuntia ficus-indica. Carbohydrate Research 88: 305-314.

MÉSZÁROS, Z. (1969): Virágzó kaktuszok. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

MÉSZÁROS, Z. (2006): Kaktuszok között. Magyar Kaktuszgyűjtők Országos Egyesülete

METCALFE, C.R., CHALK, L. (1979): Anatomy of Dicotyledons. Part VII, Epicuticular vax and its morphology. 1,2: 158-160.

MINOCHA, S. C., MEHRA, P. N. (1974): Nutritional and morphogenetic investigations on callus cultures of Neomammillaria prolifera Niller (Cactaceae) Amer. J. Bot. 61: 168-173.

MOHÁCSINÉ-SZABÓ, K. (2000): Fagytűrő pozsgások. Kertészet és Szőlészet 49(4): 16-18.

MOHÁCSINÉ-SZABÓ, K. (2002a): Sivatag a tetőn? Zöldtetőkert Zödtetőépítők Országos Szövetségének Lapja 3(1): 9-10

MOHÁCSINÉ-SZABÓ, K., MOHÁCSI, G. (2006): Télálló agávék. Kaktusz-Világ MKOE szakmai tájékoztatója 30(4): 138-145.

MOHÁCSINÉ-SZABÓ, K., PAPP, L. (2002b): Pediocactus knowltonii. Debreceni Pozsgástár (Rec. Succ. Deb.) Debrecen. 5 (4): 217-224.

MOHÁCSI-SZABÓ, K. (2003): Néhány kaktuszfaj megjelenése a Cactaceae család elterjedésének északi határán, Kanada déli és az USA északi területein. Kaktusz-Világ. 27: 2. 40-45.

MOHÁCSI-SZABÓ, K., CSÁRÁDI, K. (IN PRESS): A télálló Opuntia tortispina Engelmann & J. M. Bigelow (Cactaceae) szártagok járulékos gyökérképződésének és fejlődésének vizsgálata különböző közegekben. Kertgazdaság

MOONEY, H.A., WEISSLER, P.J., GULMON, S.L.(1977): Environmental adaptations of the Atacaman Desert cactus Copiapoa haseltonia. Flora 166: 117-124.

MUNOZ de CHAVEZ, M., CHAVEZ, A., VELLES, V., ROLDAN, J.A. (1995): The nopal: a plant of manifold qualities. World Review of Nutrition and Dietetics 77: 109-134.

NEGRÓN-ORTIZ, V. (1998): Reproductive biology of a rare cactus, Opuntia spinosossima (Cactaceae), in the Florida Keys: why is seed set very low? Sex. Plant Reprod. 11: 208-212.

NEMES, L., SZABÓ, D. (1981): Kaktuszok, Mezőgazdasági kiadó, Budapest.

NIKLAS, K.J. (1992): Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA

NIKLAS, K.J. (1993): Influence of tissue density-specific mechanical properties on the scaling of plant height. Annals of Botany 72: 173–179

NOBEL, P.S. (1977): Water relations and photosynthesis of a barrel cactus, Ferocactus acanthodes, in the Colorado Desert. Oecologia 27: 117-133.

NOBEL, P.S. (1981): Influence of freezing temperatures on a cactus, Coryphantha vivipara. Oecologia 48: 194-198.

NOBEL, P.S. (1982): Orientation, PAR interception, and nocturnal acitity increases for terminal cladodes of a widely cultivated cactus, Opuntia ficus-indica. Am J Bot 69: 1462-1469.

NOBEL, P.S. (1983a): Spine influence o PAR interception, stem temperatures, and nocturnal acid accumulation by cacti. Plant, Cell and Environment 6: 153-159.

NOBEL, P.S. (1983b): Biophysical Plant Physiology and Ecology. WH Freeman, San Francisco

NOBEL, P.S. (1988): Environmental biology of Agaves and Cacti. Cambrige University Press, New York, pp 106-109

NOBEL, P.S. (1991): Environmental productivity indices and productivity for Opuntia ficus-indica under current and elevated atmospheric CO_2 levels. Plant Cell Environ. 14: 637-646.

NOBEL, P.S., HARTSOCK, T.L. (1984): Physiological responses of Opuntia ficus-indica to growth temperatures. Physiologia Plantarum 60: 98-105.

NOBEL, P.S., ISRAEL, A.A. (1994): Cladode development, environmental responses of CO_2 uptake, and productivity for Opuntia ficus-indica under elevated CO_2. J. Exp. Bot. 45:295-303.

NOBEL, P.S., LOIK, M.E. (1990): Thermal analysis, cell viability, and CO_2 uptake of a widely distributed North American cactus, Opuntia humifusa, at subzero temperatures. Plant Physiol Biochem 28: 429-436.

NOBEL, P.S., MEYER, R.W. (1991): Biomechanics of cladodes and cladode– cladode junctions for Opuntia ficus-indica (Cactaceae). American Journal of Botany 78: 1252–1259

NORTH, G.B., MOORE, T.L., NOBEL, P.S. (1995): Cladode development for Opuntia ficus-indica (Cactaceae) under current and doubled CO_2 contrentations. American Journal of Botany 82(2): 159-166.

OLDFIELD, S. comp. (1987): Cactus and Succulent Plants ─ Status Survay and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. IUCN, Glant, Switzerland and Cambridge, UK. 10+212 pp.

OROSZNÉ, K.ZS. (1989): A szárazságtűrés titka, a kladódium struktúrája. Tövisek. MKSzKE

OSBORN, M.M., KEVAN, P.G., LANE, M.A. (1988): Pollination biology of Opuntia polyacantha and Opuntia phaeacantha (Cactaceae) in southern Colorado. Pl. Syst. Evol. 159: 85-94.

OSMOND, C.B., (1978): Crassulacean Acid Metabolizm: a curiosity in context. Annu Rev Plant Physiol 61: 379-414

OSMOND, C.B., WINTER, K.,PWLES, S.B. (1980): Adaptive significance of carbon dioxide cycling during photosynhesis in water stressed plants. In: NC Turner, PJ Kramer, eds, Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. John Wiley and Sons, New York, pp. 139-154.

PAIS, I. (1983): The biological importance of titanium. J. Plant Nutr. 6: 3-131.

PARFITT, B.D. (1985): Dioecy in North American Cactaceae: A review. Sida 11: 200-206.

PASTORI, G., FOYER, C.H., MULLINEAUX, P. (2000): Low temperature-induced changes in the distribution of H2O2 and antioxidants between sheath and mesophyll cells of maize leaves. Journal of Experimental Botany. 51: 107-113.

PETROVICS, F. (1995): Télálló kaktuszok és egyéb sukkulens növények termesztése és felhasználása. Szakdolgozat. KÉE KFK Dísznövény-termesztési és Kertfenntartási Tanszék, Kecskemét

PINKAVA, D.J., BAKER, M.A., PARFITT, B.D., MOHLENBROCK, M.W., WORTHINGTON. R.D. (1985): Chromosome numbers in some cacti of western North America—V. Syst. Bot. 10: 471-483.

PINKAVA, D.J., MCLEOD. M.G. (1971): Chromosome numbers in some cacti of western North America. Brittonia 23: 171-176.

PINKAVA, D.J., MCLEOD, M.G., MCGILL, L.A., BROWN, R.C. (1973): Chromosome numbers in some cacti of western North America—II. Brittonia 25: 2-9.

PINKAVA, D.J., PARFITT, B.D. (1982): Chromosome numbers in some cacti of western North America—IV. Bull. Torrey Bot. Club 109: 121-128.

PINKAVA, D.J., REBMAN, J., BAKER, M. (1998): Chromosome numbers in some cacti of western North America—VII. Haseltonia 6: 32-41.

PINTÉR, P. (1985): Szukkulens növények steril magvetése. MKOE belső kiadványa

PIUS, P.K., KRISHNAMURTHY, K.V., NELSON, R. (1998): Changes in saccharide metabolism induced by infection of Camellia sinensis by Exobasidium vexans. Biologia Plantarum. 41(1):127-132.

PODANI, J. (2003): A szárazföldi növények evolúciója és rendszertana, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. p. 147-149.

POINDEXTER, J. (1951): The cactus spine and related structures. Desert Plant Life 24: 7-14.

POWELL, A.M., ZIMMERMAN, A.D., HILSENBECK, R.A. (1991): Experimental documentation of natural hybridization in Cactaceae: Origin of Lloyd's Hedgehog Cactus, Echinocereus lloydii. Plant Syst. Evol. 178: 107-122.

RADÓ et al (1979): Képes politikai és gazdasági Világatlasz. 7. kiad. Kartográfiai Vállalat, Budapest

RAUH, W. (1979): Kakteen an ihren Standorten. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

REBMAN, J. (1995): Biosystematics of Opuntia subgenus Cylindropuntia (Cactaceae), the chollas of Lower California, Mexico. Ph.D. dissertation. Arizona State University, Tempe, AZ.

REBMAN, J. (1998): A new cholla (Cactaceae) from Baja California, Mexico. Haseltonia 6: 17-21.

REBMAN, J.P., PINKAVA, D.J (2001): Opuntia cacti of North America - an overview. Florida Entomologist 84(4): 474-483.

REHDER, A. (1990): Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America, Dioscorides Press, Portland, Oregon.

RICE-EVANS, C., MILLER, N., PAGANGA, G. (1997): Antioxidant properties of phenolic compounds. Trend sin Plant Science 2(4): 152-159.

RIVERO, R.M., RUIZ, J.M., GARCÍA, P.C., LÓPEZ-LEFEBRE, L.R., SÁNCHEZ, E., ROMERO, L. (2001): Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. Plant. Sci. 160: 315-321.

ROBINSON, H. (1974): Scanning electron microscope studies of the spines and glochids of the Opuntioideae (Cactaceae). American Journal of Botany 61: 278-283.

ROSS, R. (1981): Chromosome counts, cytology, and reproduction in the Cactaceae. Amer. Journ. Bot. 68: 463-470.

ROWLEY, G. (2003): What is an areole? British Cactus and Succulent Journal 21(1):4-11.

RUSSEL, FELKER, (1987): The prickly pears (Opuntia spp. Cactaceae). A source of human and animal food in semiarid regions. Economic Botany 41: 433-445.

SABUCCO, J.J. (1990): The best of the hardiest Plantsmen's Publications, Flossmoor, Illinois, 201.

SAJEVA, M., MAUSETH, J.D. (1991): Leaflike structure int he photosyntetic, succulent stem of cacti. Annals of Botany 68: 405-411.

SAKAI, A., LARCHER, W. (1987): Frost Survival of Plants. Responses and Adaptations to Freezing Stress, Ecological Studies 62. Springer-Verlag, Berlin

SANTARIUS, K. A. (1982): The mechanizm of cryoprotection of biomembrane system in plant cells by carbohydrates. In PH Li, A Sakai, eds, Plant Cold Hardiness and Freezing Stress, Vol 2. Academic Press, London. Pp 475-486.

SAWAYA, W.N., KHATCHADADOURIAN, H.A., SAFI, W.M., AL-HAMMAD, H.M. (1983): Chemical characterization of prickly pear pulp, Opuntia ficus-indica, and the manufacturing of prickly pear jam. Journal of Food Technology 18: 183-193.

SCHECK, M. (1997): Kaktuszok. Új Ex Libris Könyvkiadó, Budapest p. 23.

SCHILL, R., BARTHLOTT, W., EHLER, N. (1973): Cactus spines under the elektron scanning microscope. Cactus and Succulent Journal (Los Angeles) 45: 175-185.

SCHMIDT, G., SZABÓ, K., MÁTYUS, SZ., FODOR, A., SZENDRÁK, E., (1999): Prelimitary observations on the winter-hardy Opuntias in Buda Arboretum. KÉE. Közleményei (Publ. of the Uni. of Hort. Food Indust) Budapest. 98: 105-112.

SCHUMANN, K. (1897-1899): Gesamtbeschreibung der Kakteen. (Monographia Cactacearum); ibid.(1903) Nachträge 1898 bis 1902. Neudamm, Germany.

SEPÚLVEDA, E., SÁENZ, C. (1990): Chemical and physical characteristics of prickly pear (Opuntia ficus-indica). Revista de Agroquimica y Tecnologia de Alimentos 30: 551-555.

SHANNON, L.M., KAY, E., LEW, J.Y. (1966): Peroxidase Isoenzymes from Horseradish Roots. J. Biologycal Chemistry 241(9): 2166-2172.

SHARGA, A. N. (1991): Cactus grafting as much on art as science. Indian Horticulture 36(1): 14-17.

SINGLETON, V.L., ROSSI, J.A. (1965): Colorymetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotunstic acid reagents Am. J. Enol Vitic 16. 144-158.

SLUIS, W. (1997): In vitro propagation of an endangered Pediocactus species. http://plant-tc.coafes.umn.edu/listserv/1997/log9704/msg00182.html (2005.13.12.)

SMITH, B.N., MADHAVEN, S. (1982): Carbon isotope ratios in obligate and facultative CAM plants. In: IP Thing, M Gibbs, eds, Crassulacean Acid Matabolism. American Sociaty of Plan Physiologist, Rockville, MD, pp. 231-243.

SMITH, R. H., BURDICH, P.J., ANTHONY, J., RAILLEY, A.A. (1991): In vitro Propagation of Coryphantha macromeris. Hortscience 26(3): 315.

STEFANOVITS-BÁNYAI, É., Kerepesi, I., Sárdi, É., PAIS, I. (1999): Effects of Ti-ascorbate on heavy metal induced carbohydrate metabolism and peroxidase activity in wheat seedlings. Poster abstracts and Proceedings of the 8. International Trace Elements Symposium Ed.: Pais, I. University for Horticulture Food Industry Budapest, 165-171.

STEFANOVITS-BÁNYAI, É., LAKATOS, S. (2000): Néhány Vitis vinifera L. fajta jellemzése biokémiai módszerrel. Borászati Füzetek, Kutatási Rovat. 2: 1-5

STEFANOVITS-BÁNYAI, É., BERECZKI, L., SZECSKÓ, V., SZTEFANOV, A., BERTÉNYI-DIVINYI, Zs., BÁLZOVITS, A., KOCZKA, N. (2002): Effect of environmental pollution on phytochemical and element analysis of Gingko biloba L. from Hungary. In: Proc. 10th Int. Trace Elem. Symp. (Ed. I. Pais), Budapest, 2002 June, pp.260-269.

STEFANOVITS-BÁNYAI, É., (2003):

STEVENSON, J.F., MAUSETH, J.D. (2004): Effevts of environment on vessel character in cactus wood. The International Journal of Plant Sciences 165: 347-357.

STEWART, O.C. (1980): Peyotism and mescalism. Plains Antropology 25: 279-309.

STINTZING, F.C., SCHIEBER, A., CARLE, R.C. (2001): Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. Food Research Technology International 212: 396-407.

STINTZING, F.C., SCHIEBER, A., CARLE, R.C. (2002): Identification of betalains from yellow beet (Beta vulgaris L.) and cactus pear (Opuntia ficus-indica (L.) Mill) by high-performance liquid chromatography-electrospray ionisation mass spectrometry. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 230-2307.

STINTZING, F.C., SCHIEBER, A., CARLE, R.C. (2003): Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. European Food Research Technology 216: 303-311.

STONE-PALMQUIST, M.E., MAUSETH, J.D. (2002): The structure of enlarged strorage roots in cacti. The International Journal of Plant Research 163: 89-98.

SZABÓ, K., MÉSZÁROS, Z. (1999): Observation of winter-hardy cacti in two open-ground collections in Hungary. Publ. Univ. Horticulturæ Alimentariæ LIX. 122-128.

SZABÓ, K., SZEKERES, N. (1992): Néhány kaktuszfaj steril indítása mikroszaporításhoz. KEÉ Kertészeti Főiskolai Kar Kecskemét TDK dolgozat 37.

SZAREK, S.R., JOHNSON, H.B., TING, I.P. (1973): Drough adapttion in Opuntia basilaris: significance of recycling carbon through Crassulacean acid metabolism. Plant Physiol. 52: 463-465.

SZAREK, S.R., TING, I.P. (1975): Photosynthetic efficiency of CAM plants in relation to C_3 and C_4 plants. In R Marcelle, ed, Environmental and Biological Control of Photosynthesis. W Junk, The Hague, pp 289-297

SZENDRÁK, E. (1991): Kaktuszok steril magvetése. Kaktusz-Világ 1-4: 25-29.

SZENDRÁK, E. (1992): Kaktuszok magvetése steril táptalajon. Kertészet és Szőlészet 41/7: 19-21.

SZIGETI, Z. (1998): Növények és a stressz. Láng F. Növényélettan. A növényi anyagcsere. ELTE Eötvös Kiadó Budapest. pp 915-984

SZUTORISZ, Gy. (1985): Kaktuszok a sziklakertben, Kaktusz-Világ (MKOE) 35 (1):9-12.

SZUTORISZ, Gy. (1988): A földkeverékekről. Kaktusz-Világ. 3. MKOE

SZUTORISZ, GY. (1993): Index Plantarum 1959-1993 Szutorisz Kaktusz Kert, Budapest, 30-38.

SZUTORISZ, GY. (2006):Télálló kaktuszok Európában – II. MKOE Kaktusz-Világ 30(4): 160-166.

SZUTORISZ, Gy., VENEKEY, I. (2004): Fagytűrő Cylindropuntia-k I. rész. Kaktusz-Világ (MKOE) 33(6): 208-212.

SZUTORISZ, Gy., VENEKEY, I. (2005): Fagytűrő Cylindropuntia-k II. rész. Kaktusz-Világ (MKOE) 34(1): 9-14.

TAYLOR, N. P. (1983): Die Arten der Gattung Escobaria BR. et R., Kakteen und andere Sukkulenten, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 34: (4): 76-79, (5): 120-123, (6): 136-140, (7): 154-158, (8): 184-188.

TAYLOR, N.P. (1986): The Identification of Escobarias (Cactaceae). Brit. Cact. Succ. J. 4:36-44

TAYLOR, N.P. (1988, 1989): Supplementary notes on Mexican Echinocereus (1). Bradleya 6:65-84; ibid. (2). Bradleya 7:73-77.

TERAZZA, T. (2003): Epidermal and hypodermal characteristics in North American Cactoideae (Cactaceae). Journal of Plant Research 116: 27-35.

TERPO, A. a szerk (1987): Növényrendszertan az ökonómbotanika alapjaival II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 484.

TING, I.P., GIBBS, M. eds (1982): Crassulacean Acid Metabolizm. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD

TRACHTENBERG, S., FAHN, H. (1981): The mucilage cells of Opuntia ficus-indica (L.) Mill.-development, ultrastructure and mucilage secretion. Bot Gaz 142: 206-213.

TRACHTENBERG, S., MAYER, A.M. (1982a): Mucilage cells, calcium-oxalate crystals and soluble calcium in Opuntia ficus-indica. Annals of Botany 50: 549-557.

TRACHTENBERG, S., MAYER, A.M. (1982b): Biophysical properties of Opuntia ficus-indica mucilage. Phytochemistry 21: 2835-2843.

TREJO, A., ORTIZ, G.G., PUEBLA, A.M., HUIZAR, M.D., MUNGUIA, M.R., MEJIA, S., CALVA, E. (1995): A purified extract from prickly pear cactus (Opuntia spp.) controls experimentally induced diabetes in rats. Actas VI Congreso Nacional y IV Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamento del Nopal, Guadalajara, Mexico: pp. 300-305.

VAKBLAD WOOR DE BLOEMISTERIJ Leiden (2006) pp.83.

VALDEZ-CEPEDA, R.D., BLANCO-MACÍAS, F., GARCÍA, S.G., ALVARADO, R.V., VÁZQUEZ, G.C. (1997): Freezing tolerance of Opuntia spp. ISHS Acta Horticulturae 581: IV. International Congress on Cactus Pear and Cochinel http://www.actahort.org/book/581/581_16.htm (2005.03.08)

VALIENTE-BANUET, A., ROJAS-MARTÍNEZ, A., ARIZMENDI, M.D.C., DÁVILA, P. (1997): Pollination biology of two columnar cacti (Neobuxbaumia mezcalaensis and Neobuxbaumia macrocephala) in the Tehuacan Valley, central Mexico. Amer. Jour. Bot. 84: 452-455.

VÉGVÁRI, Á. (1991): A kaktuszok magvetéses szaporítása. Kaktusz-Világ 1-4. MKOE

VENEKEY, I. (1991): A szukkulensek szárazságtűrésének biokémiai alapjai – a krasszulasav-anyagcsere. Kaktusz-Világ. 1-4 MKOE

VAYA, J., AVIRAM, M. (2001): Nutrional antioxidants and their biomedical applications. Current Medicinal Chemistry: Immunology, Endocrine and Metabolic Agents (CMC-IEMA) 1: 99-117.

VINIS, G. (1998): Törzskönyvezett télálló kaktuszok Opuntia fajok és fajták a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Tetőkertjében. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet Dísznövény Osztály Ikt. sz.: II – 4/2-36/1998

VYSKOT, B., JARA, Z. (1984): Clonal propagation of cacti through axyllary buds in vitro. Journal of Horticultural Science 59(3): 449-552.

WALKER, M.A., LIU, L. (1995): The use of isoenzymes to identify 60 grapevinerootstocks Vitis spp. American Journal of Enology and Viticulture 46 (3): 299-305.

WILLETT, W.C. (1994): Diet and health: What we should eat? Science, 264: 532-753.

WILLS, R.B.H., LIM. J.S.K., GREENFIELD, H. (1986): Composition of Australian Foods. Tropical and subtropical fruit. Food Technology in Australia 38: 118-120, 122-123.

WINKEL-SHIRLEY, B. (2002): Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. Cur. Opin. Plant Biol. 5: 218-223.

WINTER, K., LUTTGE, Ü., WINTER, E., TROUGHTON, J.H. (1978): Saesonal shift from C_3 photosynthesis to Crassulacean acid metabolizm in Mesembryanthemum crystallinum growing in its natural environment. Oecologia 34: 225-237

WITTLER, G.H., MAUSETH, J.D. (1984): The ultrastructure of developing latex ducts in Mammillaria heyderi (Cactaceae). American Journal of Botany 71: 100-110.

ZHANG, P., OMAYE, S.T. (2001): DNA strand breakage and oxygen tension: effects of beta-carotene, alpha-tocopherol and ascorbic acid. Food Chem. Toxicol. 39: 239-246

I. MELLÉKLET

A FAGYTŰRŐ KAKTUSZOK SZINONIMA TÁBLÁZATAI

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Cactus	*compressus*	Salisbury 1796		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Cactus	*cylindricus*	Juss. ex Lam. 1783		0	0	*Opuntia*	*imbricata*
Cactus	*ferox*	Willd. 1813		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Cactus	*foliosus*	Will		0	0	*Opuntia*	*pusilla*
Cactus	*fragilis*	Nutt. 1818	*Opuntia*	*fragilis*	0	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Cactus	*humifusus*	Raf. 1820	*Opuntia*	*humifusa*	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Cactus	*humilis*	Haw		0	0	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Cactus	*monacanthos*	Willd. 1813		0	0	*Opuntia*	*vulgaris*
Cactus	*opuntia*	L. 1753	*Opuntia*	*humifusa*	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Cactus	*opuntia* var. *nana*	DC		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Cactus	*pusillus*	Haw. 1803	*Opuntia*	*pusilla*	0	*Opuntia*	*pusilla*
Cactus	*strictus*	Haw. 1803	*Opuntia*	*stricta*	0	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Cactus	*opuntia* var. *inermis*	DC. 1799		0	0	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Cereus	*imbricatus*	Haw. 1821	*Cylindropuntia*	*imbricata*	0	*Opuntia*	*imbricata*
Consolea	*bahamana*	(Britton & Rose) 1926	*Opuntia*	*stricta*	0		0
Corynopuntia	*agglomerata*	(Berger) Knuth 1935	*Corynopuntia*	*grahamii*	1		0
Corynopuntia	***clavata***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**	***Opuntia***	***clavata***
Corynopuntia	*clavigera*	?		0	*clavata*		0
Corynopuntia	***grahamii***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Corynopuntia	***kunzei***	**(Rose) GrifP 2002**		**1**	**0**		**0**
Corynopuntia	***parishii***	**(Orcutt) Knuth 1935**		**1**	**0**		**0**
Corynopuntia	***pulchella***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**	***Opuntia***	***pulchella***
Corynopuntia	*stanlyi*	(Engelm.) Knuth 1935		0	1		0
Corynopuntia	*stanlyi* var. *kunzei*	(Rose) Backeb. 1958		0	1		0
Corynopuntia	*stanlyi* var. *parishii*	(Orcutt) Backeb. 1958		0	1		0
Corynopuntia	*stanlyi* var. *stanlyi*	(Engelm.) Knuth 1935		0	1		0
Corynopuntia	*stanlyi* var. *wrightiana*	(E.M.Baxter) Backeb. 1958		0	1		0
Cylindropuntia	***arbuscula***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*arbuscula* var. *congesta*	(Griff.) Backeb. 1958		0	1		0
Cylindropuntia	***bigelovii***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*bigelovii* var. *hoffmannii*	Fosberg		0	1		0
Cylindropuntia	*brittonii*	(Ortega) Backeb. 1958	*Cylindropuntia*	*leptocaulis*	1		0
Cylindropuntia	*ciribe*	(Engelm. ex Coulter) Knuth 1935	*Cylindropuntia*	*bigelovii*	1		0
Cylindropuntia	***davisii***	**(Engelm. & Bigelow) Knuth 1935**		**1**	**1**	***Opuntia***	***tunicata var. davisii***
Cylindropuntia	***echinocarpa***	**(Engelm. & Bigelow) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	***fulgida***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*fulgida* var. *mamillata*	(Schott) Backeb. 1958		0	1		0

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Cylindropuntia	***imbricata***	**(Haw.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*imbricata* var. *argentea*	(Anthony) Backeb. 1958		0	1		0
Cylindropuntia	***kleiniae***	**(DC.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	***leptocaulis***	**(DC.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *badia*	(A.Berger) Knuth		0	1		0
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *brevispina*	(Engelm.) Knuth		0	1		0
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *glauca*	Backeb. 1962		0	1	*Opuntia*	*leptocaulis*
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *logispina*	(Engelm.) Knuth		0	1		0
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *pluriseta*	(A.Berger) Knuth		0	1		0
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *robustior*	(A.Berger) Knuth		0	1		0
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *tenuispina*	Backeb. 1962		0	1		0
Cylindropuntia	*leptocaulis* var. *vaginata*	(Engelm.) Knuth		0	1		0
Cylindropuntia	*lloydii*	(Rose) Knuth 1935	*Cylindropuntia*	*imbricata*	1		0
Cylindropuntia	*parryi*	(Engelm.) Knuth 1935	*Cylindropuntia*	*californica*	1		0
Cylindropuntia	***ramosissima***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*recondita*	(Griff.) Knuth 1935	*Cylindropuntia*	*kleiniae*	1		0
Cylindropuntia	***spinosior***	**(Engelm.) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	***versicolor***	**(Engelm. ex Coulter) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*viridiflora*	(B+R) Knuth 1937	*Cylindropuntia*	*imbricata x whipplei*	1		0
Cylindropuntia	***whipplei***	**(Engelm. & Bigelow) Knuth 1935**		**1**	**1**		**0**
Cylindropuntia	*whipplei* var. *enodis*	(Peebles) Backeb. 1958		0	1		0
Cylindropuntia	*wigginsii*	(Benson) Robinson 1973	*Cylindropuntia*	*echinocarpa*	0		1
Grusonia	*agglomerata*	(A.Berger) E.F.Anderson 1999	*Corynopuntia*	*grahamii*	0		0
Grusonia	*kunzei*	(Rose) Pinkava 1999	*Corynopuntia*	*kunzei*	0		0
Grusonia	*parishii*	(Orcutt) Pinkava 1999	*Corynopuntia*	*parishii*	0		0
Grusonia	*wrightiana*	E.M.Baxter 1935	*Corynopuntia*	*kunzei*	0		0
Micropuntia	*barkleyana*	Daston 1947	*Corynopuntia*	*pulchella*	1	*Opuntia*	*pulchella*
Micropuntia	*brachyrhopalica*	Daston 1947	*Corynopuntia*	*pulchella*	1	*Opuntia*	*pulchella*
Micropuntia	*gracilicylindrica*	Wiegand & Backeb. 1956	*Corynopuntia*	*pulchella*	1	*Opuntia*	*pulchella*
Micropuntia	*pulchella*	(Engelm.) Holland 1997	*Corynopuntia*	*pulchella*	0		0
Micropuntia	*pygmaea*	Wiegand & Backeb. 1956	*Corynopuntia*	*pulchella*	1	*Opuntia*	*pulchella*
Micropuntia	*spectatissima*	Daston 1947		0	0	*Opuntia*	*pulchella*
Micropuntia	*tuberculosirhopalica*	Wiegand & Backeb. 1956	*Corynopuntia*	*pulchella*	1	*Opuntia*	*pulchella*
Micropuntia	*wiegandii*	Backeb. 1957	*Corynopuntia*	*pulchella*	1	*Opuntia*	*pulchella*
Opuntia	*aciculata*	Griff. 1916		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*aciculata* var. *orbiculata*	Backeb. 1956		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*agglomerata*	Berger 1929	*Corynopuntia*	*grahamii*	0		0

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*allairei*	Griff. 1909	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*alta*	Grif		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*ammophila*	Small 1919	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. ammophila*
Opuntia	*anahuacensis*	Griff. 1916	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*angustata*	Engelm. & Bigelow 1857	*Opuntia*	*phaeacantha*	1	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*arborescens*	Engelm. 1848		0	0	*Opuntia*	*imbricata*
Opuntia	*arbuscula*	Engelm. 1856	*Cylindropuntia*	*arbuscula*	0		1
Opuntia	*arenaria*	Engelm. 1857	*Opuntia*	*polyacantha*	1		1
Opuntia	*arizonica*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*armata*	Backeb. 1953		?	1		0
Opuntia	*armata* var. *panellana*	Backeb. 1956		0	1		0
Opuntia	***atrispina***	**Griff. 1910**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*atrocapensis*	Small 1933	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	***aurea***	**Baxter 1933**		**1**	**0**	***Opuntia***	***basilaris var. aurea***
Opuntia	***aureispina***	**(Brack+Heil) Pink+Parf 2001**		**1**	**0**		**0**
Opuntia	*austrina*	Small 1903	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. austrina*
Opuntia	*azurea*	Rose 1909	*Opuntia*	*phaeacantha*	1		0
Opuntia	*bahamana*	Britton & Rose 1919	*Opuntia*	*stricta*	1		0
Opuntia	*ballii*	Rose 1911		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. pottsii*
Opuntia	*barbata*	Brandegee ex Purpus 1900		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. erinacea*
Opuntia	*barbata* var. *gracillima*	Bran		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. erinacea*
Opuntia	*bartramii*	Raf. Atl.		0	0	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Opuntia	***basilaris***	**Engelm. & Bigelow 1856**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*basilaris* var. *aurea*	(Baxt) Mars		1	1		1
Opuntia	*basilaris* var. *basilaris*	Engelm. & Bigelow 1856		0	0		1
Opuntia	*basilaris* var. *brachyclada*	(Griffiths) Munz 1935		0	0		1
Opuntia	*basilaris* var. *cordata*	Fobe 1906		0	1	*Opuntia*	*basilaris var. basilaris*
Opuntia	*basilaris* var. *humistrata*	(Griff.) Marshall 1941		0	1		0
Opuntia	*basilaris* var. *longiareolata*	(Clover & Jotter) Benson 1950		0	1		1
Opuntia	*basilaris* var. *ramosa*	Parish 1892		0	1	*Opuntia*	*basilaris var. basilaris*
Opuntia	*basilaris* var. *treleasei*	Coult. ex Toumey 1901		0	0		1
Opuntia	*bensonii*	Sanchez-Mej. 1972	*Opuntia*	*engelmannii*	0		0
Opuntia	*bentonii*	Grif		0	0	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Opuntia	*bigelovii*	Engelm. 1856	*Cylindropuntia*	*bigelovii*	0		1
Opuntia	*bigelovii* var. *bigelovii*	Engelm. 1856		0	0		1
Opuntia	*bigelovii* var. *hoffmannii*	Fosberg 1933		0	0		1
Opuntia	*blakeana*	Rose		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*brachyacantha*	(Ritter) Crook & Mottram 1995	*Opuntia*	*sulphurea*	0		0
Opuntia	*brachyarthra*	Engelm & Coult. 1856	*Opuntia*	*fragilis*	0	*Opuntia*	*fragilis var. brachyarthra*
Opuntia	*brachyclada*	Griff. 1914	*Opuntia*	*basilaris*	1	*Opuntia*	*basilaris var. brachyclada*
Opuntia	*brunnescens*	Britton & Rose 1919	*Opuntia*	*stricta*	1		0
Opuntia	*cacanapa*	Grif & Hare		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*caesia*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*calcicola*	Wessner 1926	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*camanchica*	Engelm. & Bigelow 1856	*Opuntia*	*phaeacantha*	phaeacantha var. camanchica	*Opuntia*	*phaeacantha var. camanchica*
Opuntia	*canada*	Griff. 1909		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*cantabrigiensis*	Lynch 1903	*Opuntia*	*engelmannii*	1	*Opuntia*	*lindheimeri var. cuija*
Opuntia	*cardenche*	Griff. 1908	*Cylindropuntia*	*imbricata*	0		0
Opuntia	*cespitosa*	Raf		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*charlestonensis*	Clokey 1943		0	0	*Opuntia*	*littoralis var. martiniana*
Opuntia	*chihuahuensis*	Rose 1909	*Opuntia*	phaeacantha	0		0
Opuntia	*chisosensis*	(Anthony) Ferguson 1986		0	0		0
Opuntia	***chlorotica***	**Engelm. & Bigelow 1856**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*chlorotica* var. *santa-rita*	Griff. & Hare 1906		0	0	*Opuntia*	*violacea var. santa-rita*
Opuntia	*ciribe*	Engelm. ex Coulter 1896	*Cylindropuntia*	*bigelovii*	0	*Opuntia*	*bigelovii var. bigelovii*
Opuntia	*clavata*	Engelm. 1848	*Corynopuntia*	*clavata*	0		1
Opuntia	*columbiana*	Grif	*Opuntia*	*fragilis x polyacantha*	0	*Opuntia*	*erinacea var. columbiana*
Opuntia	*compressa*	(Salisbury) Macbr. 1922	*Opuntia*	*humifusa*	1		0
Opuntia	*covillei*	Britton & Rose 1908		0	0	*Opuntia*	*littoralis var. vaseyi*
Opuntia	*confusa*	Griff		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*convexa*	Mack		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*cuija*	(Griff. & Hare) Rose 1908	*Opuntia*	*engelmannii*	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. cuija*
Opuntia	*cumulicola*	Small 1933	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. austrina*
Opuntia	*curvispina*	Griff 1916	*Opuntia*	*chlorotica x phaeac.*	1		0
Opuntia	*curvospina*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. mojavensis*
Opuntia	*cymochila*	Engelm. & Bigelow 1856		?	tortispina var. cymochhila	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*cymochila* var. *montana*	Engelm. & Bigelow 1857		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*davisii*	Engelm. & Bigelow 1856	*Cylindropuntia*	*davisii*	0	*Opuntia*	*tunicata var. davisii*
Opuntia	*delicata*	Rose 1911	*Opuntia*	*pottsii*	1	*Opuntia*	*macrorhiza var. pottsii*
Opuntia	*deltica*	Grif		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*deserta*	Griff. 1913		0	0	*Opuntia*	*echinocarpa var. echinocarpa*
Opuntia	*dillenii*	(Ker Gawl.) Haw. 1819	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*dillenii* var. *minor*	Salm-Dick		0	0	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*dillenii* var. *orbiculata*	Salm-Dick		0	0	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*dillenii* var. *tehuantepecana*	Bravo 1969		0	1		0
Opuntia	*discata*	Griff. 1908	*Opuntia*	*engelmannii*	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. discata*
Opuntia	*drummondii*	Graham. 1846	*Opuntia*	*pusilla*	1	*Opuntia*	*pusilla*
Opuntia	*dulcis*	Eng		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. phaeacantha*
Opuntia	*eburnispina*	Small 1923		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. austrina*
Opuntia	*echinocarpa*	Engelm. & Bigelow 1856	*Cylindropuntia*	*echinocarpa*	0		1
Opuntia	*echinocarpa* var. *echinocarpa*	Engelm. & Bigelow 1856		0	0		1
Opuntia	*echinocarpa* var. *wolfii*	Benson 1969		0	0		1
Opuntia	***engelmannii***	**Salm-Dyck ex Engelm. 1850**		**1**	**1**	***Opuntia***	***ficus-indica***
Opuntia	*engelmannii* var. *cuija*	Griff. & Hare 1906		1	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. cuija*
Opuntia	*engelmannii* var. *cyclodes*	Eng & Big		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*engelmannii* var. *discata*	(Griff.) Nelson 1919		0	1		0
Opuntia	*engelmannii* var. *littoralis*	Engelm. 1876		0	0	*Opuntia*	*littoralis var. littoralis*
Opuntia	*eocarpa*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. discata*
Opuntia	*erinacea*	Engelm. & Bigelow 1856	*Opuntia*	*polyacantha*	hystricina var. bensonii		1
Opuntia	*erinacea* var. *erinacea*	Engelm. & Bigelow 1856		0	0		1
Opuntia	*erinacea* var. *columbiana*	(Grif) Benson		0	0		1
Opuntia	*erinacea* var. *ursina*	(Webe) Pari		0	0		1
Opuntia	*erinacea* var. *utahensis*	(Eng) Bens		0	0		1
Opuntia	*erinacea* var. *hystricina*	(Eng & Big) Bens		0	0		1
Opuntia	*expansa*	Griff		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*ferruginispina*	Grif		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*ficus-indica*	(L.) Mill. 1768		0	0		1
Opuntia	*filipendula*	Engelm. 1856		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. pottsii*
Opuntia	*flavescens*	Peebles 1937		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*flexospina*	Griff. 1916	*Opuntia*	*engelmannii*	0	*Opuntia*	*strigil var. flexospina*
Opuntia	***fragilis***	**(Nutt.) Haw. 1819**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*fragilis* f. *caespitosa*	?		0	0	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Opuntia	*fragilis* var. *fragilis*	(Nutt.) Haw. 1819		0	0		1
Opuntia	*fragilis* var. *brachyarthra*	(Engelm. & Coult.) Coult. 1896	*Opuntia*	*fragilis*	1		1
Opuntia	*fragilis* var. *denudata*	Wiegand & Backeb. 1956		0	1	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Opuntia	*fragilis* var. *frutescens*	Eng		0	0	*Opuntia*	*leptocaulis*
Opuntia	*fragilis* var. *parviconspicua*	Backbg		0	1	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Opuntia	*fragilis* var. *tuberiformis*	Hort		0	0	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Opuntia	*fusiformis*	Eng & Big		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*frustulenta*	Gibb		0	0	*Opuntia*	*pusilla*
Opuntia	*frutescens* var. *longispinus*	Eng		0	0	*Opuntia*	*leptocaulis*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*frutescens* var. *brevispina*	Eng		0	0	*Opuntia*	*leptocaulis*
Opuntia	*fulgida*	Engelm. 1856	*Cylindropuntia*	*fulgida*	0		1
Opuntia	*fuscoatra*	Engelm. 1857	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*gilvescens*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*gilvoalba*	Grif		0	0	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*gosseliniana*	Weber 1902		0	0	*Opuntia*	*violacea var. gosseliniana*
Opuntia	*grandiflora*	Engelm. 1856		0	1	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*gregoriana*	Gif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*griffithsiana*	Mack		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*haematocarpa*	Berg		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*heacockiae*	Arp 1984	*Opuntia*	*polyacantha*	0		0
Opuntia	*herrfeldtii*	Kupper 1930	*Opuntia*	*rufida*	0		0
Opuntia	*howeyi*	Purpus 1925		?	1		0
Opuntia	*hualpaensis*	Hester 1943		0	0	*Opuntia*	*whipplei var. whipplei*
Opuntia	***humifusa***	**(Raf) Raf 1830**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*humifusa* var. *humifusa*	(Raf) Raf 1830		0	0		1
Opuntia	*humifusa* var. *ammophila*	(Small) Bens		0	0		1
Opuntia	*humifusa* var. *austrina*	(Small) Dres		0	0		1
Opuntia	*hystricina*	Engelm. & Bigelow 1856	*Opuntia*	*polyacantha*	1	*Opuntia*	*erinacea var. hystricina*
Opuntia	*hystricina* var. *bensonii*	?		0	1		0
Opuntia	*hystricina* var. *nicholii*	Back		0	1	*Opuntia*	*nicholii*
Opuntia	*hystricina* var. *ursina*	?		0	1		0
Opuntia	*humistrata*	Grif		0	0	*Opuntia*	*basilaris var. basilaris*
Opuntia	*imbricata*	(Haw.) DC 1828	*Cylindropuntia*	*imbricata*	0		1
Opuntia	*imbricata* var. *imbricata*	(Haw.) DC 1828		0	0		1
Opuntia	*impedata*	Small ex Britton & Rose 1923	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. ammophila*
Opuntia	*intermedia*	Salm-Dick		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*intricata*	Grif		0	0	*Opuntia*	*littoralis var. vaseyi*
Opuntia	*italica*	?	*Opuntia*	*humifusa*	0		0
Opuntia	*juniperina*	Britton & Rose 1919	*Opuntia*	*macrorhiza*	1	*Opuntia*	*polyacantha var. juniperina*
Opuntia	*keyensis*	Britton ex Small 1919	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Opuntia	*kleiniae*	DC. 1828	*Cylindropuntia*	*kleiniae*	0		1
Opuntia	*kleiniae* var. *kleiniae*	DC. 1828		0	0		1
Opuntia	*kunzei*	Rose 1908	*Corynopuntia*	*kunzei*	0		0
Opuntia	*laevis*	Coult. 1896	*Opuntia*	*phaeacantha*	1	*Opuntia*	*phaeacantha var. laevis*
Opuntia	*laevis* var. *canada*	(Griff.) Peebles 1937		0	1		0
Opuntia	*lata*	Small 1919	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. ammophila*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*laxiflora*	Grif		0	0	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*leptocarpa*	Mack		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*leptocaulis*	DC. 1828	*Cylindropuntia*	*leptocaulis*	0		1
Opuntia	*lindheimeri*	Engelm. 1850	*Opuntia*	*engelmannii*	1		1
Opuntia	*lindheimeri* var. *brava*	Schulz &Runy		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. linguiformis*
Opuntia	*lindheimeri* var. *chisosensis*	Anthony 1956		0	1	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*lindheimeri* var. *lindheimeri*	Engelm. 1850		0	0		1
Opuntia	*lindheimeri* var. *linguiformis*	(Griffiths) L.D.Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*lindheimeri* var. *tricolor*	(Grif) Bens		0	0		1
Opuntia	*lindheimeri* var. *cuija*	(Grif & Hare) Bens		0	0		1
Opuntia	*linguiformis*	Griff. 1908	*Opuntia*	*engelmannii*	1	*Opuntia*	*lindheimeri var. linguiformis*
Opuntia	***littoralis***	**(Engelm.) Cockerell 1905**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*littoralis* var. *littoralis*	(Engelm.) Cockerell 1905		0	0		1
Opuntia	*littoralis* var. *martiniana*	Benson 1965		0	0		1
Opuntia	*littoralis* var. *vaseyi*	(Coul) Bens & Walk		0	0		1
Opuntia	*littoralis* var. *austrocalifornica*	Benson & Walkington 1965		0	0		1
Opuntia	*littoralis* var. *piercei*	(Fosb) Bens & Walk		0	0		1
Opuntia	*lloydii*	Rose 1909	*Cylindropuntia*	*imbricata*	0		0
Opuntia	*longiareolata*	Clover & Jotter 1941	*Opuntia*	*basilaris*	0	*Opuntia*	*basilaris var. longiareolata*
Opuntia	*longiclada*	Grif		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*loomisii*	Peeb		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*lubrica*	Griff. 1910	*Opuntia*	*rufida*	1		0
Opuntia	*lubrica* var. *aurea*	(Baxter) Backeb. 1958		0	1	*Opuntia*	*basilaris var. aurea*
Opuntia	*macateei*	Britton & Rose 1919	*Opuntia*	*pusilla*	1	*Opuntia*	*pusilla*
Opuntia	*mackensenii*	Rose 1911		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*macrarthra*	Gibbes 1859	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Opuntia	***macrocentra***	**Engelm 1856**		**1**	**1**	***Opuntia***	***violacea var. macrocentra***
Opuntia	*macrocentra aureispina*	Brack & Heil 1988	*Opuntia*	*aureispina*	0		0
Opuntia	*macrocentra* var. *martiniana*	Benson 1950		0	1	*Opuntia*	*littoralis var. martiniana*
Opuntia	*macrocentra* var. *minor*	Anthony 1956		0	1	*Opuntia*	*atrispina*
Opuntia	***macrorhiza***	**Engelm 1850**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*macrorhiza* var. *macrorhiza*	Engelm 1850		0	0		1
Opuntia	*macrorhiza* var. *pottsii*	(Salm-Dyck) Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*magenta*	Grif		0	0	*Opuntia*	*littoralis var. vaseyi*
Opuntia	*magnarenensis*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*magnifica*	Small 1933	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Opuntia	*mamillata*	Schott 1856	*Cylindropuntia*	*fulgida*	0		0

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*maritima*	Raf. Atl.		0	0	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*martiniana*	(Benson) Parfitt 1980	*Opuntia*	*chlorotica x phaeac.*	0		0
Opuntia	*media*	Haw. 1819		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*megacantha*	Salm-Dyck 1834		0	0	*Opuntia*	*ficus-indica*
Opuntia	*megacarpa*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. discata*
Opuntia	***megarhiza***	**Rose 1906**		**1**	**1**		**0**
Opuntia	*melanosperma*	Shurly 1946	*Opuntia*	*stricta*	1		0
Opuntia	*mesacantha*	Raf. 1830		0	humifusa	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*mesacantha* var. *greenei*	Coul		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*mesacantha* var. *oplocarpa*	Coul		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*mesacantha* var. *vaseyi*	Coult. 1896		0	0	*Opuntia*	*littoralis var. vaseyi*
Opuntia	*microcarpa*	Engelm. 1848	*Opuntia*	*engelmannii*	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. discata*
Opuntia	*missouriensis* f. *leucospina*	Schelle		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*missouriensis* f. *salmonea*	Schelle		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*missouriensis* var. *platycarpa*	Eng		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*missouriensis* var. *microsperma*	Eng		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*missouriensis* var. *rufispina*	Engelm. & Bigelow 1857		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. rufispina*
Opuntia	*missouriensis* var. *subinermis*	Eng		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*missouriensis* var. *albispina*	Eng		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*missouriensis* var. *trichophora*	Engelm. & Bigelow 1856		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. trichophora*
Opuntia	*mojavensis*	Engelm. & Bigelow 1856	*Opuntia*	*phaeacantha*	phaeacantha var. mojavensis	*Opuntia*	*phaeacantha var. mojavensis*
Opuntia	*nemoralis*	Griff. 1913	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*neoarbuscula*	Griff. 1908		0	0	*Opuntia*	*arbuscula*
Opuntia	*neocrysacantha*	Bravo 1974	*Opuntia*	*engelmannii*	0		0
Opuntia	*nicholii*	Benson 1950	*Opuntia*	*polyacantha*	hystricina var. nicholii		1
Opuntia	*nitens*	Small 1933	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*occidentalis*	Eng & Big	*Opuntia*	*littoralisx engel x phaea*	1	*Opuntia*	*ficus-indica*
Opuntia	*occidentalis* var. *piercei*	Fosberg) Munz 1958		0	phaeacantha var. piercei		0
Opuntia	*orbiculata*	Salm-Dyck ex Pfeiff. 1837		0	1		0
Opuntia	***oricola***	**Philbrick 1964**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*orurensis*	Cardenas 1956		0	1		0
Opuntia	*pachyrrhiza*	?	*Opuntia*	*megarrhiza*	0		0
Opuntia	*palmeri*	Engelm. ex Coulter 1896	*Opuntia*	*chlorotica*	1	*Opuntia*	*chlorotica*
Opuntia	*parva*	Berg		0	0	*Opuntia*	*stricta var. stricta*
Opuntia	*penicilligera*	Speg. 1902	*Opuntia*	*sulphurea*	1		0
Opuntia	*pes-corvi*	Le Conte ex Chapman 1856	*Opuntia*	*pusilla*	1	*Opuntia*	*pusilla*
Opuntia	***phaeacantha***	**Engelm 1849**		**1**	**1**		**1**

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*phaeacantha* var. *brunnea*	Eng		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*phaeacantha* var. *camanchica*	(Engelm. & Bigelow) Benson 1969		0	1		1
Opuntia	*phaeacantha* var. *charlestonensis*	(Clokey) Benson 1958		0	1		0
Opuntia	*phaeacantha* var. *discata*	(Griff.) Benson & Walkington 1965		0	0		1
Opuntia	*phaeacantha* var. *gigantea*	?		0	1		0
Opuntia	*phaeacantha* var. *major*	Engelm. 1896		0	0		1
Opuntia	*phaeacantha* var. *mojavensis*	(Engelm. & Bigelow) Fosberg 1934		0	1		1
Opuntia	*phaeacantha* var. *pallida*	?		0	1		0
Opuntia	*phaeacantha* var. *piercei*	Fosberg 1934		0	1	*Opuntia*	*littoralis var. piercei*
Opuntia	*phaeacantha* var. *phaeacantha*	Engelm 1849		0	0		1
Opuntia	*phaeacantha* var. *rubra*	?		0	1		0
Opuntia	*phaeacantha* var. *salmonea*	?		0	1		0
Opuntia	*phaeacantha* var. *spinosibacca*	(Anthony) Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*phaeacantha* var. *superbospina*	(Griff.) Benson 1974		0	0		1
Opuntia	*phaeacantha* var. *laevis*	(Coult.) Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*picardoi*	Marn.Lap. 1960		0	1		0
Opuntia	***pinkavae***	**Parfitt 1997**		**1**	**0**		**0**
Opuntia	*pisciformis*	Small 1923		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. ammophila*
Opuntia	*plumbea*	Rose 1908	*Opuntia*	*macrorhiza*	1	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*pollardii*	Britton & Rose 1908	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. austrina*
Opuntia	***polyacantha***	**Haw. 1819**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*polyacantha* var. *polyacantha*	Haw. 1819		0	0		1
Opuntia	*polyacantha* var. *rufispina*	(Engelm. & Bigelow) Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*polyacantha* var. *juniperina*	(Britton & Rose) Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*polyacantha* var. *spirocentra*	Purp		0	1	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*polyacantha* var. *schweriniana*	(Schum.) Backeb. 1958		0	0	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Opuntia	*polyacantha* var. *trichophora*	(Engelm. & Bigelow) Coulter 1896		0	1		1
Opuntia	*polyacantha* var. *watsonii*	Coul		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*polycarpa*	Small 1933	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. austrina*
Opuntia	***pottsii***	**Salm-Dyck 1850**		**1**	**1**	***Opuntia***	***macrorhiza var. pottsii***
Opuntia	*procumbens*	Engelm. & Bigelow 1856	*Opuntia*	*engelmannii*	1	*Opuntia*	*phaeacantha var. discata*
Opuntia	*prostrata*	Monv & Lema		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*pyrocarpa*	Grif		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*pulchella*	Engelm. 1863	*Corynopuntia*	*pulchella*	0		1
Opuntia	***pusilla***	**(Haw) Haw 1812**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*rafinesquei*	Engelm. 1856	*Opuntia*	*humifusa*	humifusa	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*rafinesquei* var. *microsperma*	Eng & Big		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*rafinesquei* var. *minor*	Engelm. 1856		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*rafinesquei* var. *arkansana*	Eng		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*ramosissima*	Engelm. 1852	*Cylindropuntia*	*ramosissima*	0		1
Opuntia	*ramosissima* f. *cristata*	Schelle		0	0	*Opuntia*	*ramosissima*
Opuntia	*rastrera*	Weber 1898	*Opuntia*	*engelmannii*	1		0
Opuntia	*recurvospina*	Griff		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*reflexa*	Mack		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*rhodantha*	Schum. 1896		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. utahensis*
Opuntia	*rhodantha* var. *pallida*	?		0	1		0
Opuntia	*rhodantha* var. *pisciformis*	?		0	1		0
Opuntia	*rhodantha* var. *rosea*	?		0	1		0
Opuntia	*rhodantha* var. *rubra*	?		0	1		0
Opuntia	*rhodantha* var. *salmonea*	?		0	1		0
Opuntia	*rhodantha* var. *schumanniana*	?		0	1		0
Opuntia	*rhodantha* var. *spinosior*	Boissev. & Davids. 1940		0	1	*Opuntia*	*erinacea var. utahensis*
Opuntia	*riparia*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. discata*
Opuntia	*rooneyi*	?	*Opuntia*	*aureispina x macrocentra*	0		0
Opuntia	*roseana*	Mack		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*rubiflora*	Griff. 1916	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*littoralis var. vaseyi*
Opuntia	*rubrifolia*	Eng		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. ursina*
Opuntia	***rufida***	**Eng 1856**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*rufida* var. *tortiflora*	Anth		0	0	*Opuntia*	*rufida*
Opuntia	*rutila*	Nuttall ex Torrey & A.Gray 1840	*Opuntia*	*polyacantha*	1	*Opuntia*	*polyacantha var. rufispina*
Opuntia	*sabinii*	Pfei		0	0	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Opuntia	*sanguinocula*	Grif		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*santa-rita*	(Griff. & Hare) Rose 1908		0	gosseliana var. santa-rita		0
Opuntia	*scheerii*	Weber 1898		0	1		0
Opuntia	*schweriniana*	Schum. 1899		0	polyac. var. schweriniana	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*
Opuntia	*seguina*	Nels		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*semispinosa*	Griff. 1916		0	0	*Opuntia*	*littoralis var. littoralis*
Opuntia	*setispina*	Engelm. 1850	*Opuntia*	*macrorhiza*	1	*Opuntia*	*macrorhiza var. pottsii*
Opuntia	*shreveana*	Nelson 1915		0	0	*Opuntia*	*violacea var. santa-rita*
Opuntia	*sinclairii*	Grif		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*sphaerocarpa*	Engelm. & Bigelow 1856	*Opuntia*	*macrorhiza*	1	*Opuntia*	*polyacantha var. juniperina*
Opuntia	*sphaerocarpa* var. *utahensis*	Eng		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. utahensis*
Opuntia	*spinosibacca*	?	*Opuntia*	*aureispina x phaeac.*	1		0
Opuntia	*spinosior*	(Engelm.) Toumey 1898	*Cylindropuntia*	*spinosior*	0		1

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*spinosior* var. *neomexicana*	Toum		0	0	*Opuntia*	*spinosior*
Opuntia	*splendens*	Pfeiff. 1837		0	0	*Opuntia*	*polyacantha var. polyacantha*
Opuntia	*stenochila*	Engelm. 1856		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	***stricta***	**(Haw) Haw 1812**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*stricta* var. *stricta*	(Haw) Haw 1812		0	0		1
Opuntia	*stricta* var. *dillenii*	(Ker-Gawl) Bens		1	0		1
Opuntia	***strigil***	**Engelm. 1856**		**1**	**1**		**1**
Opuntia	*strigil* var. *flexospina*	(Griffiths) Benson 1974		0	0		1
Opuntia	*subarmata*	Griff. 1909	*Opuntia*	*engelmannii*	0		0
Opuntia	*subsphaerocarpa*	Speg. 1925	*Opuntia*	*stricta*	1		0
Opuntia	***sulphurea***	**S-D 1834**		**1**	**1**		**0**
Opuntia	*sulphurea brachyacantha*	(Ritter) Braun & Esteves 1995	*Opuntia*	*sulphurea*	0		0
Opuntia	*sulphurea spinibarbis*	(Ritter) Braun & Esteves 1995	*Opuntia*	*sulphurea*	0		0
Opuntia	*sulphurea* var. *hildmannii*	(Fric) Backeb. 1958		0	1		0
Opuntia	*sulphurea* var. *pampana*	(Speg.) Backeb. 1958		0	1		0
Opuntia	*superbospina*	Griff. 1916	*Opuntia*	*phaeacantha*	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. superbospina*
Opuntia	*tardospina*	Griff. 1911	*Opuntia*	*engelmannii*	1	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*tenuiflora*	Small 1933	*Opuntia*	*stricta*	1		0
Opuntia	*tenuispina*	Engelm. 1857	*Opuntia*	*macrorhiza*	1	*Opuntia*	*macrorhiza var. pottsii*
Opuntia	*tessellata* var. *cristata*	Schum		0	0	*Opuntia*	*ramosissima*
Opuntia	*texana*	Grif		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*tortispina*	Engelm. 1856		?	1	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*tortispina* var. *cymochila*	(Engelm.) Backeb. 1958		0	1		0
Opuntia	*toumeyi*	Rose		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*tracyi*	Britton 1911	*Opuntia*	*pusilla*	1	*Opuntia*	*pusilla*
Opuntia	*treleasei*	Coult. 1896	*Opuntia*	*basilaris*	1	*Opuntia*	*basilaris var. treleasei*
Opuntia	*treleasei* var. *kernii*	Griff. & Hare 1906		0	0	*Opuntia*	*basilaris var. treleasei*
Opuntia	*trichophora*	(Engelm. & Bigelow) Britt. & Rose 1908	*Opuntia*	*polyacantha*	0		0
Opuntia	*tricolor*	Griff. 1909	*Opuntia*	*engelmannii*	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. tricolor*
Opuntia	*tunicata* var. *dawisii*	(Eng & Big) Bens		0	0		1
Opuntia	*tunoidea*	Gibb		0	0	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*turgida*	Small ex Britton & Rose 1923	*Opuntia*	*humifusa*	1	*Opuntia*	*humifusa var. ammophila*
Opuntia	*xanthoglochia*	Griff		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*xanthostemma*	Schum		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. utahensis*
Opuntia	*xerocarpa*	Grif		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. erinacea*
Opuntia	*youngii*	Nels		0	0	*Opuntia*	*humifusa var. humifusa*
Opuntia	*ursina*	Weber 1897		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. ursina*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Opuntia	*utahensis*	Purp		0	0	*Opuntia*	*macrorhiza var. macrorhiza*
Opuntia	*vaginata*	Engelm. 1848	*Cylindropuntia*	*leptocaulis*	0	*Opuntia*	*leptocaulis*
Opuntia	*valida*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. discata*
Opuntia	*vaseyi*	?	*Opuntia*	*littoralis x phaeacantha*	1		0
Opuntia	*versicolor*	Engelm. ex Coulter 1896	*Cylindropuntia*	*versicolor*	0		1
Opuntia	*vexans*	Grif		0	0	*Opuntia*	*imbricata*
Opuntia	*violacea*	Engelm. 1848	*Opuntia*	*macrocentra*	0		1
Opuntia	*violacea* var. *violacea*	Engelm. 1848		0	0		1
Opuntia	*violacea* var. *gosseliniana*	(Webe) Bens		0	0		1
Opuntia	*violacea* var. *santa-rita*	(Griff. & Hare) L.D.Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*violacea* var. *macrocentra*	Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*violacea* var. *castetteri*	Benson 1969		0	0		1
Opuntia	*vivipara*	Rose 1909		0	0	*Opuntia*	*arbuscula*
Opuntia	*vulgaris*	Mill. 1768	*Opuntia*	*humifusa*	1		1
Opuntia	*vulgaris* var. *lemaireana*	(Console) Backeb. 1958		0	1		0
Opuntia	*vulpina*	Weber 1898	*Opuntia*	*sulphurea*	1		0
Opuntia	*whipplei*	Engelm. & Bigelow 1856		0	0		1
Opuntia	*whipplei* var. *whipplei*	Engelm. & Bigelow 1856		0	0		1
Opuntia	*whipplei* var. *spinosior*	Engelm. 1856		0	0	*Opuntia*	*spinosior*
Opuntia	*whitneyana*	Baxter 1935	*Opuntia*	*basilaris*	1	*Opuntia*	*basilaris var. basilaris*
Opuntia	*whitneyana* var. *albiflora*	Baxter 1935		0	1	*Opuntia*	*basilaris var. basilaris*
Opuntia	*wigginsii*	Benson 1969	*Cylindropuntia*	*echinocarpa*	0		1
Opuntia	*winteriana*	Berg		0	0	*Opuntia*	*lindheimeri var. lindheimeri*
Opuntia	*woodsii*	Backeb. 1957	*Opuntia*	*phaeacantha*	1	*Opuntia*	*phaeacantha var. major*
Opuntia	*wrightii*	Engelm. 1857		0	0	*Opuntia*	*kleiniae var. kleiniae*
Opuntia	*wrightiana*	(Baxter) Peebles 1937	*Corynopuntia*	*kunzei*	0		0
Opuntia	*zebrina*	Small 1919	*Opuntia*	*stricta*	1	*Opuntia*	*stricta var. dillenii*
Opuntia	*zuniensis*	Grif		0	0	*Opuntia*	*phaeacantha var. phaeacantha*
Opuntia	*rhodantha*	Schum. 1896	*Opuntia*	*polyacantha*	1		0
Opuntiae	*ursus-horribilis*	Walt. 1899		0	0	*Opuntia*	*erinacea var. ursina*
Platiopuntia	*brachyacantha*	Ritter 1980	*Opuntia*	*sulphurea*	0		0
Platiopuntia	*spinibarbis*	Ritter 1980	*Opuntia*	*sulphurea*	0		0
Platiopuntia	*sulphurea*	?	*Opuntia*	*sulphurea*	0		0
Tunas	*fragilis*	Nieu & Lune		0	0	*Opuntia*	*fragilis var. fragilis*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970		Benson 1982	
Cactus	*hemisphaericus*	Small		0		0	*M.*	*heyderi* var. *hemisphaerica*
Cactus	*mammillaris*	Eng		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*
Cactus	*meiacanthus*	Kunt		0		0	*M.*	*heyderi* var. *meiacantha*
Cactus	*notesteinii*	(Orcutt) Britton & Rose 1900		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*
Cactus	*phellospermus*	Kunt		0		0	*M.*	*tetrancistra*
Cactus	*robustior*	Small		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *robustior*
Cactus	*tetrancistrus*	Coul		0		0	*M*	*tetrancistra*
Cactus	*vivipara*	Nutt. 1813	*E.*	*vivipara*		0	*C.*	*vivipara* var. *vivipara*
Cactus	*wrightii*	Kunt		0		0	*M.*	*wrightii*
Chilita	*wrightii*	(Engelm.) Orcutt 1926		0		0	*M.*	*wrightii*
Coryphantha	*aggregata*	(Engelm. ex B.D.Jackson) Br & R 192	*E.*	*vivipara*	*C.*	*v.* var. *aggregata*		0
Coryphantha	*albicolumnaria*	(Hester) A.D.Zimmerman 1972	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		0		0
Coryphantha	*alversonii* var. *exaltissima*	Wiegand & Backeb. 1961		0		0	*C.*	*vivipara* var. *rosea*
Coryphantha	*arizonica*	(Engelm.) Britton & Rose 1923	*E.*	*vivipara*	*C.*	*vi.* var. *arizonica*	*C.*	*vivipara* var. *arizonica*
Coryphantha	*asperispina*	Boed. 1929	*E.*	*missouriensis* ssp. *asperispina*		0		0
Coryphantha	*bisbeeana*	Orcutt 1926		0		0	*C.*	*vivipara* var. *bisbeeana*
Coryphantha	*chlorantha*	(Engelm.) Britton & Rose 1923	*E.*	*vivipara*		1		0
Coryphantha	*chlorantha* var. *deserti*	(Engelm.) Backeb. 1961		0		1		0
Coryphantha	*columnaris*	Lahman 1934	*E.*	*vivipara*		1	*C.*	*vivipara* var. *radiosa*
Coryphantha	*dasyacantha*	(Engelm.) Orcutt 1922		0		0		1
Coryphantha	*d.* var. *dasyacantha*	(Engelm.) A.Berger 1929		0		0		1
Coryphantha	*d.* var. *varicolor*	(Tiegel) L.D.Benson 1969		0		0		1
Coryphantha	*deserti*	(Engelm.) Britton & Rose 1923	*E.*	*vivipara*	*C.*	*chlorantha* var. *deserti*		0
Coryphantha	*fragrans*	Hester 1941		0		0	*C.*	*vivipara* var. *radiosa*
Coryphantha	*marstonii*	Clover 1938		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *marstonii*
Coryphantha	*missouriensis*	(Sweet) Britton & Rose 1913	*E.*	*missouriensis*		0		1
Coryphantha	*m.* var. *caespitosa*	Brit & Rose		0		0		1
Coryphantha	*m.* var. *marstonii*	(Clover) L.D.Benson 1969		0		0		1
Coryphantha	*m.* var. *missouriensis*	?		0		0		1
Coryphantha	*m.* var. *robustior*	(Eng) Bens		0		0		1
Coryphantha	*oklahomensis*	Lahman 1949		0		0	*C.*	*vivipara* var. *radiosa*
Coryphantha	*orcuttii*	(Rose ex Orcutt) D.A. Zim. 1972	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		0	*C.*	*strobiliformis* var. *orcutti*
Coryphantha	*organensis*	D.A.Zimmerman 1972	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		0	*C.*	*sneedii* var. *sneedii*
Coryphantha	*pygmaea*	Fric 1924		0		0	*C.*	*sneedii* var. *sneedii*
Coryphantha	*rosea*	Clokey 1943		0		0	*C.*	*vivipara* var. *rosea*
Coryphantha	*sneedii*	(Britton & Rose) A.Berger 1929	*E.*	*sneedii*		0		1
Coryphantha	*sneedii* var. *leei*	(Boed.) L.D.Benson 1969		0		0		1

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970		Benson 1982	
Coryphantha	*sneedii* var. *sneedii*	?		0		0		1
Coryphantha	*strobiliformis*	Poselg.) Moran 1953		0		0		1
Coryphantha	*strobiliformis* var. *durispina*	(Quehl) L.D.Benson 1969		0		0		1
Coryphantha	*strobiliformis* var. *orcutti*	(Rose ex Orcutt) L.D.Benson 1969		0		0		1
Coryphantha	*s.* var. *stroboliformis*	?		0		0		1
Coryphantha	*varicolor*	Tiegel 1932	*E.*	*tuberculosa*		0	*C.*	*dasyacantha* var. *varicolor*
Coryphantha	*vivipara*	(Nutt.) Britton & Rose 1913	*E.*	*vivipara*		0		1
Coryphantha	*vivipara* var. *aggregata*	(Engelm.) W.T.Marshall 1956		0		1		0
Coryphantha	*vivipara* var. *alversonii*	(J.M.Coult.) L.D.Benson 1969		0		0		1
Coryphantha	*vivipara* var. *arizonica*	(Engelm.) W.T.Marshall 1950		0		1		1
Coryphantha	*vivipara* var. *bisbeeana*	(Orcutt) L.D.Benson 1969		0		0		1
Coryphantha	*vivipara* var. *desertii*	(Engelm.) W.T.Marshall 1950		0		0		1
Coryphantha	*vivipara* var. *neo-mexicana*	(Engelm.) Backeb. 1961		0		1		0
Coryphantha	*vivipara* var. *radiosa*	(Engelm.) Backeb. 1961		0		1		1
Coryphantha	*vivipara* var. *rosea*	*(Clok) Bens*		0		0		1
Coryphantha	*vivipara* var. *vivipara*	?		0		0		1
Coryphantha	*wissmannii*	(Hildm.) A.Berger 1929		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *robustior*
Echinocactus	*pottsianus*	Poselger		0		0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Echinocactus	*similis*	Poselger		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *caespitosa*
Escobaria	*albicolumnaria*	Hester 1941	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	*E.*	*tuberculosa*		0
Escobaria	*arizonica*	(Engelm.) Buxb. 1951		0	*C.*	*v.* var. *arizonica*	*C.*	*vivipara* var. *arizonica*
Escobaria	*asperispina*	(Boed.) D.R.Hunt 1978	*E.*	*missouriensis* ssp. *asperispina*		0		0
Escobaria	*bella*	Britton & Rose 1923	*E.*	*emskoetteriana*		1	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Escobaria	*bisbeeana*	(Orcutt) Borg 1937	*E.*	*vivipara*		1		0
Escobaria	*chaffeyi*	Britton & Rose 1923	*E.*	*dasyacantha* ssp. *chaffeyi*		1		0
Escobaria	*chlorantha*	(Engelm.) Buxb. 1951		0	*C.*	*chlorantha*	*C.*	*vivipara* var. *desertii*
Escobaria	***dasyacantha*** ssp. ***chaffeyi***	**(Britton & Rose) N.P.Taylor 1998**		**1**		0		**0**
Escobaria	***d.*** ssp. ***dasyacantha***	**(Engelm.) Britton & Rose 1923**		**1**		1		**0**
Escobaria	*deserti*	(Engelm.) Buxb. 1951	*E.*	*vivipara*	*C.*	*c.* var. *deserti*		0
Escobaria	***emskoetteriana***	**(Quehl) Borg 1937**		**1**		1		**0**
Escobaria	*guadalupensis*	S.Brack & K.D.Heil 1986	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		0		0
Escobaria	*intermedia*	Fric		0		0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Escobaria	*leei*	Boed. 1933	*E.*	*sneedii* ssp. *sneedii*		1	*C.*	*sneedii* var. *leei*
Escobaria	***m.*** ssp. ***asperispina***	**(Boed.) N.P.Taylor 1998**		**1**		0		**0**
Escobaria	***m.*** ssp. ***missouriensis***	**(Sweet) D.R.Hunt 1978**		**1**		0		**0**
Escobaria	*m.* ssp. *navajoensis*	Hochstätter 1996	*E.*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*		0		0
Escobaria	*muehlbaueriana*	(Boed.) F.M.Knuth 1936	*E.*	*emskoetteriana*		1		0

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970		Benson 1982	
Escobaria	*neomexicana*	(Engelm.) Buxb. 1951	*E.*	*vivipara*	*C.*	*vivipara* var. *neo-mexicana*	0	
Escobaria	*orcuttii*	Boed. 1933	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		1	*C.*	*strobiliformis* var. *orcutti*
Escobaria	*orcuttii* var. *koenigii*	Castetter, Pierce & K.H.Schwer. 1975		0		0	*C-*	*strobiliformis* var. *orcutti*
Escobaria	*orcuttii* var. *macraxina*	Castetter, Pierce & K.H.Schwer. 1975		0		0	*C-*	*strobiliformis* var. *orcutti*
Escobaria	*organensis*	(D.A.Zimmerman) Castetter, P.Pierce &	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		0		0
Escobaria	*radiosa*	(Engelm.) G.Frank 1960	*E.*	*vivipara*	*C.*	*vivipara* var. *radiosa*		0
Escobaria	*runyonii*	Britton & Rose 1923	*E.*	*emskoetteriana*		1		0
Escobaria	*sandbergii*	Castetter, Pierce & K.H.Schwer. 1975	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		0		0
Escobaria	*sneedii*	Britton & Rose 1923		0		0	*C.*	*sneedii* var. *sneedii*
Escobaria	*sneedii* ssp. *leei*	(Boed.) D.R.Hunt 1997	*E.*	*sneedii* ssp. *sneedii*		0		0
Escobaria	***sneedii*** ssp. ***orcuttii***	**(Boed) Lthy 1999**		**1**		0		**0**
Escobaria	***sneedii*** ssp. ***sneedii***	**Britton & Rose 1923**		**1**		1		**0**
Escobaria	*strobiliformis*	(Poselg.) Boedeker 1933	*E.*	*tuberculosa*	*E.*	*tuberculosa*	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Escobaria	***tuberculosa***	**(Engelm.) Britton & Rose 1923**		**1**		1		**0**
Escobaria	*tuberculosa* ssp. *varicolor*	(Tieg) Lthy 1999	*E.*	*tuberculosa*		0		0
Escobaria	*tuberculosa* var. *durispina*	(Quehl) Borg 1937		0		1		0
Escobaria	*tuberculosa* var. *gracilispina*	Borg		0		1	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Escobaria	*tuberculosa* var. *pubescens*	?		0		1		0
Escobaria	*tuberculosa* var. *rufispina*	?		0		1		0
Escobaria	*tuberculosa* var.*caespititia*	?		0		1		0
Escobaria	*varicolor*	(Tiegel) Backeb. 1976	*E.*	*tuberculosa*		1	*C.*	*dasyacantha* var. *varicolor*
Escobaria	*villardii*	Castetter, Pierce & K.H.Schwer. 1975	*E.*	*sneedii* ssp. *orcuttii*		0		0
Escobaria	***vivipara***	**(Nutt.) Buxb. 1951**		**1**	***C.***	***vivipara***		**0**
Escobessya	*albocolumnaria*	Hest		0		0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Escobessya	*dasyacantha*	(Engelm.) Hester 1945		0		0	*C.*	*dasyacantha* var. *dasyacantha*
Mammillaria	*applanata*	Salm-Dyck 1850	*M.*	*heyderi* ssp. *hemisphaerica*		1	*M.*	*heyderi* var. *heyderi*
Mammillaria	*arizonica*	Engelm. 1876		0		0	*C.*	*vivipara* var. *arizonica*
Mammillaria	***barbata***	**Engelm. 1848**		**1**		**1**		**0**
Mammillaria	*chavezei*	Cowper 1963	*M.*	*barbata*		0		0
Mammillaria	*chlorantha*	Engelm. 1878		0		0	*C.*	*vivipara* var. *desertii*
Mammillaria	*dasyacantha*	Engelm. 1856	*E.*	*dasyacantha*		0	*C.*	*dasyacantha* var. *dasyacantha*
Mammillaria	*declivis*	Diet		0		0	*M.*	*heyderi* var. *heyderi*
Mammillaria	*deserti*	Engelm. 1880	*E.*	*vivipara*		0	*C.*	*vivipara* var. *desertii*
Mammillaria	*emskoetteriana*	Quehl 1910	*E.*	*emskoetteriana*		0		0
Mammillaria	*garessii*	Cowper 1970	*M.*	*barbata*		0		0
Mammillaria	***grahamii*** ssp. ***grahamii***	**Engelm. 1856**		**1**		0		**0**
Mammillaria	*gummifera* var. *applanata*	Bens		0		0	*M.*	*heyderi* var. *heyderi*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006			Backeberg 1970		Benson 1982	
Mammillaria	*hemisphaerica*	Engelm. 1850	*M.*	*heyderi* ssp. *hemisphaerica*		1	*M.*	*heyderi* var. *hemisphaerica*	
Mammillaria	***heyderi***	**Muehlenpf. 1848**		**1**		**1**		**1**	
Mammillaria	***h.*** ssp. ***hemisphaerica***	**Engelm.) D.R.Hunt 1997**		**1**		0		**0**	
Mammillaria	***heyderi*** ssp***. meiacantha***	**(Engelm.) D.R.Hunt 1997**		**1**		0		**0**	
Mammillaria	*heyderi* var*. bullingtoniana*	Cast		0		0	*M.*	*heyderi* var. *heyderi*	
Mammillaria	*heyderi* var. *hemisphaerica*	Engelm		0		0		1	
Mammillaria	*heyderi* var. *heyderi*	Mueh		0		0		1	
Mammillaria	*heyderi* var. *meiacantha*	(Eng) Bens		0		0		1	
Mammillaria	*leei*	Boed 1933	*E.*	*sneedii* ssp. *sneedii*		0	*C.*	*sneedii* var. *leei*	
Mammillaria	*meiacantha*	Engelm. 1856	*M.*	*heyderi* ssp. *meiacantha*		1	*M.*	*heyderi* var. *meiacantha*	
Mammillaria	***melanocentra*** ssp***. melanoce***	**Poselg. 1855**		**1**		1		**0**	
Mammillaria	*microcarpa*	Engelm. 1848	*M.*	*grahamii* ssp. *grahamii*		1		0	
Mammillaria	*microcarpa* ssp. *grahamii*	(Engelm.) Mottram 1991	*M.*	*grahamii*		0		0	
Mammillaria	*microcarpa* var. *auricarpa*	W.T.Marshall 1950		0		1		0	
Mammillaria	*microcarpa* var. *grahamii*	?		0		1		0	
Mammillaria	*microcarpa* var. *milleri*	(Britton & Rose) W.T.Marshall 1950		0		1		0	
Mammillaria	*milleri*	(Britton & Rose) Boed. 1933	*M.*	*grahamii* ssp. *grahamii*		0		0	
Mammillaria	*missouriensis*	Sweet 1826	*E.*	*missouriensis*		0	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*	
Mammillaria	*morricalii*	Cowper 1969	*M.*	*barbata*		0		0	
Mammillaria	*notesteinii*	Britton 1891		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*	
Mammillaria	*nuttallii*	Engelm.		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*	
Mammillaria	*olivae*	Orcutt 1903	*M.*	*grahamii* ssp. *grahamii*		1		0	
Mammillaria	*orestera*	L.D.Benson 1969	*M.*	*barbata*		0		0	
Mammillaria	*papyracantha*	Engelm. 1849		0		0	*P.*	*papyracanthus*	
Mammillaria	*parrasensis*	Repp. 1987	*M.*	*heyderi*		0		0	
Mammillaria	*phellosperma*	Eng		0		0	*M.*	*tetrancistra*	
Mammillaria	*purpusii*	K.Schum.		0		0	*P.*	*simpsonii* var. *simpsonii*	
Mammillaria	*radiosa*	Engelm. 1850	*E.*	*vivipara*		0	*C.*	*vivipara* var. *radiosa*	
Mammillaria	*ramosissima*	Quehl		0		0	*C.*	*vivipara* var. *vivipara*	
Mammillaria	*roseiflora*	Weni		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *caespitosa*	
Mammillaria	*santaclarensis*	Cowper 1969	*M.*	*barbata*		0		0	
Mammillaria	*similis*	Engelm. 1845		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *caespitosa*	
Mammillaria	*similis* var. *robustior*	Engelm. 1850		0		0	*C.*	*missouriensis* var. *robustior*	
Mammillaria	*strobiliformis*	Scheer 1849		0		0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*	
Mammillaria	*strobiliformis* var. *caespiticia*	Quehl		0		0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*	
Mammillaria	*strobiliformis* var. *durispina*	Quehl 1907		0		0	*C.*	*strobiliformis* var. *durispina*	
Mammillaria	*strobiliformis* var. *pubescens*	Quehl		0		0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*	

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Mammillaria	*strobiliformis* var. *rufispina*	Quehl		0	0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Mammillaria	***tetrancistra***	**Engelm. 1852**		**1**	0		**1**
Mammillaria	*texensis*	Labour.		0	0	*M.*	*heyderi* var. *heyderi*
Mammillaria	*tuberculosa*	Engelm. 1856	*E.*	*tuberculosa*	0	*C.*	*strobiliformis* var. *stroboliformis*
Mammillaria	*utahensis*	Hild ex Schum		0	0	*C.*	*vivipara* var. *desertii*
Mammillaria	*varicolor*	Weni		0	0	*C.*	*dasyacantha* var. *varicolor*
Mammillaria	*viridiflora*	(Britton & Rose) Boed. 1933	*M.*	*barbata*	1		0
Mammillaria	*vivipara* var. *neomexicana*	Engelm. 1856	*E.*	*vivipara*	0		0
Mammillaria	*vivipara* var. *radiosa boreali*	Engelm.		0	0	*C.*	*vivipara* var. *vivipara*
Mammillaria	*vivipara* var. *radiosa neomex*	Engelm.		0	0	*C.*	*vivipara* var. *radiosa*
Mammillaria	***wrightii***	**Engelm. 1856**		**1**	1		**1**
Neobesseya	*arizonica*	Hest		0	0	*C.*	*missouriensis* var. *marstonii*
Neobesseya	*asperispina*	(Boed.) Boed. ex Backeb. & F.M.Knut	*E.*	*missouriensis* ssp. *asperispina*	1		0
Neobesseya	*missouriensis*	(Sweet) Britton & Rose 1923	*E.*	*missouriensis*	1	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*
Neobesseya	*notesteinii*	(Britton) Britton & Rose 1923	*E.*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	1	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*
Neobesseya	*nuttallii*	Brit & Rose		0	0	*C.*	*missouriensis* var. *missouriensis*
Neobesseya	*roseiflora*	ahman ex Turner 1937	*E.*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	1	*C.*	*missouriensis* var. *caespitosa*
Neobesseya	*similis*	(Engelm.) Britton & Rose 1923	*E.*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	1	*C.*	*missouriensis* var. *caespitosa*
Neobesseya	*wissmannii*	(Hildm.) Britton & Rose 1923	*E.*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	1	*C.*	*missouriensis* var. *robustior*
Neomammillari	*tetrancistra*	Fosb		0	0	*M.*	*tetrancistra*
Phellosperma	*tetrancistra*	(Engelm.) Britton & Rose 1923	*M.*	*tetrancistra*	1	*M.*	*tetrancistra*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006	Backeberg 1970	Benson 1982
Cereus	*chloranthus*	Engelm. 1856	*viridiflorus* ssp. *chloranthus*	*0*	*0*
Cereus	*engelmannii*	Parry ex Engelm. 1852	*engelmannii*	*0*	*0*
Cereus	*enneacanthus*	Engelm. 1849	*enneacanthus*	*0*	*0*
Cereus	*fendleri*	Engelm. 1849	*fendleri*	*0*	*0*
Cereus	*paucispinus*	Engelm. 1856	*coccineus* ssp.*paucispinus*	*0*	*0*
Cereus	*pectinatus armatus*	Poselg. 1853	*reichenbachii* ssp. *armatus*	*0*	*0*
Echinocactus	*reichenbachii*	Terscheck ex Walpers 1843	*reichenbachii*	*0*	*0*
Echinocereus	*acifer*	(O. ex Salm-Dyck) Haage 1859	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*acifer* var. *durangensis*	(Poselg.) Schum. 1898	*0*	*durangensis*	*0*
Echinocereus	*acifer* var. *trichacanthus*	Hildm. 1891	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*adustus*	Engelm. 1848	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*albispinus*	Lahman 1935	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	*0*	*0*
Echinocereus	*armatus*	(Poselg.) Berger 1929	*reichenbachii* ssp. *armatus*	*1*	*0*
Echinocereus	*baileyi*	Rose 1909	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	*1*	*0*
Echinocereus	*baileyi* var. *albispinus*	(Lahman) Backeb. 1941	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*baileyi* var. *brunispinus*	Backeb. 1941	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*baileyi* var. *caespiticus*	Backeb. 1960	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*baileyi* var. *flavispinus*	Backeb. 1941	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*baileyi* var. *roseispinus*	Backeb. 1941	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*berlandieri*	(Engelm.) F.Haage 1859	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*berlandieri* var. *angusticeps*	(Clover) L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*berlandieri* var. *berlandieri*	(Engelm.) F.Haage 1859	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*berlandieri* var. *papillosus*	(Linke) Benson	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*bonkerae*	Thornb. & Bonker 1932	*0*	*fendleri*	*0*
Echinocereus	*boyce-thompsonii*	Orcutt 1926	*0*	*fendleri*	*0*
Echinocereus	*bristolii*	W.T.Marshall 1938	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*bristolii* var. *pseudopectinatus*	N.P.Taylor 1985	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*caespitosus*	(Engelm.) Engelm. 1848	*reichenbachii*	*1*	*0*
Echinocereus	*caespitosus* var. *castaneus*	?	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*caespitosus* var. *Tamaulipensis*	Fric	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*canyonensis*	Clover & Jotter 1941	*coccineus* ssp.*coccineus*	*roemeri*	*0*
Echinocereus	*carmenensis*	Blum et al. 1998	*viridiflorus* ssp. *cylindricus*	*0*	*0*
Echinocereus	*chisoensis*	Marshall 1940	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*chloranthus*	(Engelm.) F.Haage 1859	*viridiflorus* ssp. *chloranthus*	*viridi.* var. *chloranthus*	*1*
Echinocereus	*chloranthus* var. *chloranthus*	(Engelm.) F.Haage 1859	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*chloranthus cylindricus*	(Engelm.) Blum & Lange 1998	*viridiflorus* ssp. *cylindricus*	*0*	*0*
Echinocereus	*chloranthus neocapillus*	(Weniger) Fürsch 1993	*viridiflorus* ssp. *chloranthus*	*0*	*1*
Echinocereus	*chloranthus rhyolithensis*	Blum & Lange 1998	*viridiflorus* ssp. *chloranthus*	*0*	*0*
Echinocereus	*chloranthus* var. *rusanthus*	?	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*coccineus aggregatus*	(Engelm. ex Jackson) Blum et al. 1998	*coccineus* ssp.*coccineus*	*0*	*0*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006	Backeberg 1970	Benson 1982
Echinocereus	*coccineus mojavensis*	(Engelm. & Bigelow) Taylor 1997	*triglo.* ssp. *mojavensis*	*0*	*0*
Echinocereus	*coccineus roemeri*	(Haage) Blum et al. 1998	*coccineus* ssp.*coccineus*	*0*	*0*
Echinocereus	*coccineus rosei*	(Wooten & Standley) Blum et al. 1998	*coccineus* ssp.*coccineus*	*0*	*0*
Echinocereus	***coccineus* ssp. *coccineus***	**Engelm. 1848**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	***coccineus* ssp. *paucispinus***	**(Engelm.) Blum et al. 1998**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	*coccineus* var. *guerneyi*	(Benson) Heil & Brack 1988	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*coccineus* var. *kunzei*	(Gürke) Backeb. 1960	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*coccineus* var. *paucispinus*	(Engelm.) Ferguson 1989	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*coccineus* var. *toroweapensis*	?	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	***dasyacanthus***	**Engelm. 1848**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	*dasyacanthus* ssp. *rectispinus*	(Trocha & Fethke) Blum et al. 1998	*dasyacanthus*	*0*	*0*
Echinocereus	*dasyacanthus* var. *ctenoides*	(Engelm.) Backeb. 1960	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*dasyacanthus* var. *steereae*	(Clov.) Marsh	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*dasyacanthus* var. *rectispinus*	Trocha & Fethke 1991	*dasyacanthus*	*0*	*0*
Echinocereus	*davisii*	Houghton 1931	*viridiflorus* ssp. *davisii*	*viridiflorus* var. *davisii*	*0*
Echinocereus	*decumbens*	Clover & Jotter 1941	*engelmannii*	*1*	*0*
Echinocereus	*delaetii*	(Gürke) Gürke 1909	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*delaetii* var. *freudenbergeri*	(G.Frank) N.P.Taylor 1985	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*dubius*	(Engelm.) Rümpler 1885	*enneac.* ssp. *enneacanthhus*	*1*	*0*
Echinocereus	*durangensis*	Rümpler ex Förster 1886	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	***engelmannii***	**(Parry ex Engelm.) Lem. 1868**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	*engelmannii*	Parry	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* ssp. *decumbens*	(Clover & Jotter) Blum & Lange 1998	*engelmannii*	*0*	*0*
Echinocereus	*engelmannii* var. *acicularis*	L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *armatus*	L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *bonkerae*	?	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*engelmannii* var. *boyce-thompsonii*	?	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*engelmannii* var. *chrysocentrus*	(Engelm. & Bigelow) Rümpler 1885	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *engelmannii*	?	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *fasciculatus*	?	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*engelmannii* var. *howei*	L.D.Benson 1974	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *munzii*	(Parish) Pierce & Fosberg 1933	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *nicholii*	L.D.Benson 1944	*0*	*1*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *purpureus*	L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*engelmannii* var. *variegatus*	(Engelm. & Bigelow) Rümpler 1885	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*enneacanthus*	Engelm. 1848	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	***enneacanthus* ssp. *brevispinus***	**(W.O.Moore) N.P.Taylor 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***enneacanthus* ssp. *enneacanthhus***	**Engelm. 1848**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	*enneacanthus* var. *enneacanthus*	?	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*enneacanthus* var. *brevispinus*	(W.O.Moore) L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006	Backeberg 1970	Benson 1982
Echinocereus	*enneacanthus* var. *carnosus*	(Rümpler) Quehl 1908	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*enneacanthus* var. *dubius*	(Engelm.) L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*enneacanthus* var. *stramineus*	(Eng) Benson	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*fendleri*	(Engelm.) F.Seitz 1870	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*fendleri hempelii*	(Fobe) Blum 1998	*fendleri* ssp. *fendleri*	*0*	*0*
Echinocereus	***fendleri* ssp. *fendleri***	**(Eng) Seitz 1870**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	***fendleri* ssp. *rectispinus***	**(Peebles) N.P.Taylor 1997**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	*fendleri* var. *albiflorus*	(Weing.) Backeb. 1960	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*fendleri* var. *bonkerae*	(Thornber & Bonker) L.D.Benson 1944	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*fendleri* var. *boyce-thompsonii*	(Orcutt) L.D.Benson 1944	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*fendleri* var. *fendleri*	?	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*fendleri* var. *kuenzleri*	(Castetter et al.) L.D.Benson 1982	*0*	*1*	*1*
Echinocereus	*fendleri* var. *rectispinus*	(Peebles) L.D.Benson 1944	*0*	*1*	*1*
Echinocereus	*fendleri* var. *robustus*	(Peebles) L.D.Benson 1944	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*fitchii*	Britton & Rose 1922	*reichenbachii* ssp. *fitchii*	*1*	*0*
Echinocereus	*fitchii albertii*	(L.D.Benson) Blum & Lange 1998	*reichenbachii* ssp. *fitchii*	*1*	*0*
Echinocereus	*fitchii armatus*	(Poselg.) Blum & al. 1998	*reichenbachii* ssp. *armatus*	*1*	*0*
Echinocereus	*gonacanthus*	(Engelm. & Bigelow) Lemaire 1868	*triglo.* ssp. *triglochidiatus*	*triglo.* var. *gonacanthus*	*0*
Echinocereus	*hempelii*	Fobe 1897	*fendleri* ssp. *fendleri*	*1*	*0*
Echinocereus	*hexaedrus*	(Engelm. & Bigelow) Rümpler 1886	*coccineus* ssp.*coccineus*	*0*	*0*
Echinocereus	*knippelianus*	Liebner 1895	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*knippelianus* var. *kruegeri*	(Glass & Foster) Glass 1998	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*knippelianus* var. *reyesii*	(A.B.Lau) Blum & Lange 1998	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*krausei*	Rümpler 1886	*coccineus* ssp.*coccineus*	*0*	*0*
Echinocereus	*kuenzleri*	Castetter, Pierce & K.H.Schwer. 1976	*fendleri* ssp. *fendleri*	*0*	*0*
Echinocereus	*kunzei*	Gürke 1907	*coccineus* ssp.*coccineus*	*0*	*0*
Echinocereus	*laui*	G.Frank 1978	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*ledingii*	Peebles 1936	*0*	*1*	*1*
Echinocereus	*leonensis*	Mathsson 1891	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*leucanthus*	N.P.Taylor 1985	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*lloydii*	Britton & Rose 1922	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*longisetus*	(Engelm.) Lem. 1868	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*melanocentrus*	Lowry (Nom Inval.) 1936	*reichenbachii* ssp. *fitchii*	*1*	*0*
Echinocereus	*melenacanthus*	?	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*merkeri*	Hildm. ex K.Schum. 1898	*enneac.* ssp. *enneacanthhus*	*1*	*0*
Echinocereus	*milleri*	?	*viridiflorus*	*0*	*0*
Echinocereus	*mojavensis*	(Engelm. & Bigelow) Rümpler 1886	*triglo.* ssp. *mojavensis*	*1*	*0*
Echinocereus	*morricalii*	Riha 1975	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*munzii*	(Parish) L.D.Benson 1941	*engelmannii*	*0*	*0*
Echinocereus	*neocapillus*	Blum & Lange 1998	*viridiflorus* ssp. *chloranthus*	*0*	*0*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006	Backeberg 1970	Benson 1982
Echinocereus	*neomexicanus*	Standl. 1908	*coccineus* ssp.*coccineus*	*1*	*0*
Echinocereus	*pectinatus*	(Scheidw.) Engelm. 1948	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*pectinatus* var. *rigidissimus*	(Engelm.) Rümpler 1886	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*pectinatus* var. *pectinatus*	?	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*pectinatus* var. *wenigeri*	L.D.Benson 1968	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*pectinatus* var. *minor*	(Eng) Benson	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*pectinatus* var. *neomexicanus*	(Coulter) Benson	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*perbellus*	Britton & Rose 1922	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	*1*	*0*
Echinocereus	*purpureus*	Lahman 1935	*reichenbachii*	*1*	*0*
Echinocereus	*rectispinus*	Peebles 1938	*fendleri* ssp. *rectispinus*	*0*	*0*
Echinocereus	*reichenbachii*	(Terscheck ex Walpers) F.Haage 1859	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*reichenbachii caespitosus*	?	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	*0*	*0*
Echinocereus	***reichenbachii* ssp. *armatus***	**(Poselg.) N.P.Taylor 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***reichenbachii* ssp. *baileyi***	**(Rose) Tayl 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***reichenbachii* ssp. *burrensis***	**FnkGR 2000**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***reichenbachii* ssp. *fitchii***	**(Britton & Rose) N.P.Taylor 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***reichenbachii* ssp. *perbellus***	**(Britton & Rose) N.P.Taylor 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***reichenbachii* ssp. *reichenbachii***	**(Walp) Hge 1859**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	*reichenbachii* var. *reichenbachii*	?	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*reichenbachii* var. *perbellus*	(Britton & Rose) Benson	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*reichenbachii* var. *albispinus*	(Lahman) Benson	*0*	*0*	*0*
Echinocereus	*reichenbachii* var. *albertii*	L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*reichenbachii* var. *fitchii*	(Britton & Rose) 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*reichenbachii* var. *chisosensis*	(W.T.Marshall) L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*rigidissimus rubispinus*	(FnkGR+Lau) Tayl 1997	*rigidissimus* ssp. *rubispinus*	*1*	*0*
Echinocereus	***rigidissimus* ssp. *rigidissimus***	**(Engelm.) F.Haage 1897**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	***rigidissimus* ssp. *rubispinus***	**(G.Frank & A.B.Lau) N.P.Taylor 1997**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	*roemeri*	F.Haage 1859	*coccineus* ssp.*coccineus*	*1*	*0*
Echinocereus	*rosei*	Wooton & Standl. 1915	*coccineus* ssp.*coccineus*	*1*	*0*
Echinocereus	***russanthus***	**Weniger 1969**	***1***	***0***	***chloranthus* var. *chloranthus***
Echinocereus	*russanthus fiehnii*	(Trocha) Blum & Lange 1998	*russanthus*	*0*	*0*
Echinocereus	*russanthus weedinii*	Leuck ex Blum & Lange 1998	*russanthus*	*0*	*0*
Echinocereus	*sarissophorus*	Britton & Rose 1922	*enneac.* ssp. *enneacanthhus*	*1*	*0*
Echinocereus	*standleyi*	Britton & Rose 1922	*viridiflorus* ssp. *cylindricus*	*1*	*0*
Echinocereus	*steereae*	Clover 1938	*dasyacanthus*	*dasyacanthus* var. *steere*	*0*
Echinocereus	*toroweapensis*	(P.C.Fischer) Fürsch 1993	*coccineus* ssp. *coccineus*	*0*	*0*
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *arizonicus*	(Rose ex Orcutt) L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *gonacanthus*	(Engelm. & Bigelow) Boissev. 1940	*0*	*1*	*1*
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *guerneyi*	L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *melanacanthus*	(Engelm.) L.D.Benson 1944	*0*	*0*	*1*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006	Backeberg 1970	Benson 1982
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *mojavensis*	(Engelm. & Bigelow) L.D.Benson 1944	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	***triglochidiatus* ssp. *mojavensis***	**(Engelm. & Bigelow) Blum & Lange 1998**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *neomexicanus*	(Standl.) W.T.Marshall 1941	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *paucispinus*	(Engelm.) W.T.Marshall 1941	*0*	*1*	*1*
Echinocereus	***triglochidiatus* ssp. *triglochidiatus***	**Engelm. 1848**	***1***	***1***	***0***
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *hexaedrus*	(Engelm. & Bigelow) Boissev. 1940	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *triglochidiatus*	Engelm. 1848	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*uspenskii*	F.Haage 1897	*enneac.* ssp. *enneacanthhus*	*1*	*0*
Echinocereus	*viridiflorus*	Engelm. 1848	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	***viridiflorus* ssp. *chloranthus***	**(Engelm.) N.P.Taylor 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***viridiflorus* ssp. *corellii***	**(L.D.Benson) Blum & Lange 1998**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***viridiflorus* ssp. *cylindricus***	**(Engelm.) N.P.Taylor 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***viridiflorus* ssp. *davisii***	**(Houghton) N.P.Taylor 1997**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	***viridiflorus* ssp. *viridiflorus***	**Engelm. 1848**	***1***	***0***	***0***
Echinocereus	*viridiflorus* var. *chloranthus*	(Engelm.) Backeb. 1960	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*viridiflorus* var. *corellii*	L.D.Benson 1969	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*viridiflorus* var. *cylindricus*	(Engelm.) Backeb. 1960	*0*	*0*	*1*
Echinocereus	*viridiflorus* var. *davisii*	(Houghton) W.T.Marshall 1941	*0*	*1*	*1*
Echinocereus	*viridiflorus* var. *intermedius*	Backeb. 1960	*0*	*1*	*0*
Echinocereus	*viridiflorus* var. *viridiflorus*	Engelm. 1848	*0*	*1*	*1*

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970		Benson 1982
Austrocactus	***bertinii***	**(Cels ex Herincq) Britton & Rose 1922**		**1**		**1**	**0**
Austrocactus	*coxii*	(K.Schum.) Backeb. 1959		0		1	0
Austrocactus	*dusenii*	(F.A.C.Weber) Speg. 1923	*Austrocactus*	*bertinii*		0	0
Austrocactus	*gracilis*	Backeb. 1942	*Austrocactus*	*bertinii*		1	0
Austrocactus	*hibernus*	F.Ritter 1963	*Austrocactus*	*philippii*		1	0
Austrocactus	*patagonicus*	(F.A.C.Weber ex Spegazzini) Hosseus 1926	*Austrocactus*	*bertinii*		1	0
Austrocactus	***philippii***	**(Regel & Schmidt) Buxb. 1963**		**1**		**0**	0
Austrocactus	***spiniflorus***	**(Phil.) F.Ritter 1963**		**1**		**0**	0
Cereus	*bertinii*	Cels ex Herincq 1863	*Austrocactus*	*bertinii*		0	0
Cereus	*philippii*	Regel & Schmidt 1882	*Austrocactus*	*philippii*		0	0
Corryocactus	*spiniflorus*	(Phil.) Hutchison 1963	*Austrocactus*	*spiniflorus*		0	0
Erdisia	*philippii*	(Regel & Schmidt) Britton & Rose 1920	*Austrocactus*	*philippii*		1	0
Erdisia	*spiniflora*	(Phil.) Britton & Rose 1920	*Austrocactus*	*spiniflorus*		1	0
Frailea	*bruchii*	Speg. 1923	*Gymnocalycium*	*bruchii*		1	0
Gymnocalycium	*albispinum*	Backeb. 1936	*Gymnocalycium*	*bruchii*		1	0
Gymnocalycium	*andreae carolinense*	G.J.A.Neuhuber 1994	*Gymnocalycium*	*bruchii*		0	0
Gymnocalycium	***bruchii***	**(Speg.) Hosseus 1926**		**1**		**1**	0
Gymnocalycium	*papschii*	?	*Gymnocalycium*	*bruchii*		0	0
Maihuenia	*albolanata*	F.Ritter 1980	*Maihuenia*	*patagonica*		0	0
Maihuenia	*brachydelphys*	K.Schum. 1898	*Maihuenia*	*patagonica*		1	0
Maihuenia	*cumulata*	F.Ritter 1980	*Maihuenia*	*patagonica*		0	0
Maihuenia	*latispina*	F.Ritter 1980	*Maihuenia*	*patagonica*		0	0
Maihuenia	***patagonica***	**(Phil.) Speg. 1919**		**1**		**1**	0
Maihuenia	*philippii*	(F.A.C.Weber) K.Schum. 1898	*Maihuenia*	*poeppigii*		1	0
Maihuenia	***poeppigii***	**(Otto ex Pfeiffer) Phil. ex K.Schum. 1898**		**1**		**1**	0
Maihuenia	*tehuelches*	Speg. 1902		0	*Maihuenia*	*patagonica*	0
Maihuenia	*valentinii*	Speg. 1902	*Maihuenia*	*patagonica*		1	0
Opuntia	*patagonica*	Phil. 1863	*Maihuenia*	*patagonica*		0	0
Opuntia	*poeppigii*	Otto ex Pfeiff. 1837	*Maihuenia*	*poeppigii*		0	0
Opuntia	*spiniflora*	Phil. 1859	*Austrocactus*	*spiniflorus*		0	0

Fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970		Benson 1982	
Coloradoa	*mesae-verdae*	Boissevin & Davidson ex Marshall & Bock 19	*S.*	*mesae-verdae*		1	*S.*	*mesae-verdae*
Echinocactus	*glaucus*	K.Schum. 1898	*S.*	*glaucus*	S.	glaucus	*S.*	*glaucus*
Echinocactus	*polyancistrus*	Engelm. & Bigelow 1857	*S.*	*polyancistrus*		0	*S.*	*polyancistrus*
Echinocactus	*pubispinus*	Engelm. 1863	*S.*	*pubispinus*		0	*S.*	*pubispinus*
Echinocactus	*sileri*	Engelm. 1896	*P.*	*sileri*		0	*P.*	*sileri*
Echinocactus	*simpsonii*	Engelm. 1863	*P.*	*simpsonii*		0	*P.*	*simpsonii* var. *simpsonii*
Echinocactus	*simpsonii* var. *minor*	Engelm. 1863		0		0	*P.*	*simpsonii* var. *minor*
Echinocactus	*simpsonii* var. *robustior*	J.M.Coult. 1896		0		0	*P.*	*simpsonii* var. *robustior*
Echinocactus	*whipplei*	Engelm. & Bigelow 1857	*S.*	*whipplei*		0	*S.*	*whipplei*
Ferocactus	*glaucus*	(K.Schum.) N.P.Taylor 1979	*S.*	*glaucus*		0		0
Ferocactus	*mesae-verdae*	(Boissevin & Davidson ex Marshall & Bock) N	*S.*	*mesae-verdae*		0		0
Ferocactus	*parviflorus*	(Clover & Jotter) N.P.Taylor 1979	*S.*	*parviflorus*		0		0
Ferocactus	*polyancistrus*	(Engelm. & Bigelow) N.P.Taylor 1979	*S.*	*polyancistrus*		0		0
Ferocactus	*pubispinus*	(Engelm.) N.P.Taylor 1979	*S.*	*pubispinus*		0		0
Ferocactus	*spinosior*	(Engelm.) N.P.Taylor 1979	*S.*	*spinosior*		0		0
Ferocactus	*whipplei*	(Engelm. & Bigelow) N.P.Taylor 1979	*S.*	*whipplei*		0		0
Ferocactus	*wrightiae*	(L.D.Benson) N.P.Taylor 1979	*S.*	*wrightiae*		0		0
Navajoa	*fickeisenii*	Backeb. 1960	*P.*	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*		1	*P.*	*peeblesianus* var. *fickeiseniae*
Navajoa	*peeblesiana*	Croizat 1943	*P.*	*peeblesianus*		1	*P.*	*peeblesianus* var. *peeblesianus*
Navajoa	*peeblesiana* var. *fickeisenii*	(Backeb.) Hochstätter 1995	*P.*	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*		0		0
Pediocactus	***bradyi*** ssp. ***bradyi***	**L.D.Benson 1962**		**1**		**1**		**1**
Pediocactus	***bradyi*** ssp. ***despainii***	**(S.L.Welsh & S.Goodrich) Hochstätter 1995**		**1**		**0**		**0**
Pediocactus	***bradyi*** ssp. ***winkleri***	**(K.D.Heil) Hochstätter 1995**		**1**		**0**		**0**
Pediocactus	*bradyi* var. *knowltonii*	(L.D.Benson) Backeb. 1963		0		1		0
Pediocactus	*cloverae*	(K.D.Heil & J.M.Porter) Halda 1998	*S.*	*whipplei* ssp. *heilii*		0		0
Pediocactus	*cloverae brackii*	(K.D.Heil & J.M.Porter) Halda 1998	*S.*	*whipplei* ssp. *whipplei*		0		0
Pediocactus	*despainii*	S.L.Welsh & Goodrich 1980	*P.*	*bradyi* ssp. *despainii*		0		0
Pediocactus	*glaucus*	(K.Schum.) Arp 1972	*S.*	*glaucus*		0		0
Pediocactus	*hermannii*	W.T.Marshall 1954	*P.*	*simpsonii*		0	*P.*	*simpsonii* var. *simpsonii*
Pediocactus	***knowltonii***	**L.D.Benson 1960**		**1**		**0**		**1**
Pediocactus	*mesae-verdae*	(Boissevin & Davidson ex Marshall & Bock) A	*S.*	*mesae-verdae*		0		0
Pediocactus	***nigrispinus***	**(Hoch) Hoch 1991**		**1**		**0**		**0**
Pediocactus	*nigrispinus* ssp. *beastonii*	?	*P.*	*nigrispinus*		0		0
Pediocactus	*nigrispinus* ssp. *nigrispinus*	(Boissevin & Davidson ex Marshall & Bock) Arp 1		0		0		0
Pediocactus	*nigrispinus* ssp. *puebloensis*	?	*P.*	*nigrispinus*		0		0
Pediocactus	*nyensis*	(Hochstatter) Halda 1998	*S.*	*nyensis*		0		0
Pediocactus	*papyracanthus*	(Engelm.) L.D.Benson 1962		0		0		1

Fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970	Benson 1982	
Pediocactus	***paradinei***	**B.W.Benson 1957**		**1**	**0**		**1**
Pediocactus	*parviflorus*	(Clover & Jotter) Halda 1998	*S.*	*parviflorus*	0		0
Pediocactus	*parviflorus havasupaiensis*	(Clover) Halda 1998	*S.*	*parviflorus*	0		0
Pediocactus	*parviflorus intermedius*	(Peebles) Halda 1998	*S.*	*parviflorus*	0		0
Pediocactus	*parviflorus terrae-canyonae*	?	*S.*	*parviflorus*	0		0
Pediocactus	*peeblesiana* var. *fickeisenii*	(Backeb.) L.D.Benson 1962	*P.*	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*	0		0
Pediocactus	*peeblesianus* var. *fickeiseniae*	(Backeb.) L.D.Benson 1962		0	0		1
Pediocactus	*peeblesianus* var. *maianus*	L.D.Benson 1969		0	0		1
Pediocactus	***peeblesianus*** ssp. ***fickeiseniorum***	**(Bens) Lthy 1999**		**1**	**0**		**0**
Pediocactus	***peeblesianus*** ssp. ***peeblesianus***	**(Croizat) L.D.Benson 1962**		**1**	**0**		**1**
Pediocactus	*polyancistrus*	(Engelm. & Bigelow) Arp 1972	*S.*	*polyancistrus*	0		0
Pediocactus	*pubispinus*	(Engelm.) Arp 1972	*S.*	*pubispinus*	0	*S.*	*pubispinus*
Pediocactus	*robustior*	(J.M.Coult.) Arp 1972	*P.*	*simpsonii*	0		0
Pediocactus	***sileri***	**(Engelm.) L.D.Benson 1961**		**1**	**0**		**1**
Pediocactus	***simpsonii***	**(Engelm.) Britton & Rose 1913**		**1**	**1**		**1**
Pediocactus	*simpsonii* f. *acklinii*	?		0	0		0
Pediocactus	*simpsonii* ssp. *bensonii*	Hochstätter 1995	*P.*	*simpsonii*	0		0
Pediocactus	*simpsonii* ssp. *bradyi*	(L.D.Benson) Halda 1998	*P.*	*bradyi*	0		0
Pediocactus	*simpsonii* ssp. *idahoensis*	Hochstätter 1997	*P.*	*simpsonii*	0		0
Pediocactus	*simpsonii* ssp. *indranus*	Hochstätter 1995	*P.*	*simpsonii*	0		0
Pediocactus	*simpsonii* ssp. *robustior*	Hochstätter 1995	*P.*	*simpsonii*	0		0
Pediocactus	*simpsonii* ssp. *simpsonii*	(Engelm.) Britton & Rose 1913		0	0		0
Pediocactus	*simpsonii* var. *caespiticus*	Backeb. 1961		0	1	*P.*	*simpsonii* var. *simpsonii*
Pediocactus	*simpsonii* var. *hermannii*	(W.T.Marshall) W.T.Marshall 1957		0	1	*P.*	*simpsonii* var. *simpsonii*
Pediocactus	*simpsonii* var. *minor*	(Engelm.) L.D.Benson 1961		0	1		1
Pediocactus	*simpsonii* var. *robustior*	(J.M.Coult.) L.D.Benson 1962		0	0		1
Pediocactus	*simpsonii* var. *nigrispina*	Mars & Bock		0	0	*P.*	*simpsonii* var. *robustior*
Pediocactus	*simpsonii* var. *nigrispinus*	Hochstätter 1990	*P.*	*nigrispinus*	0		0
Pediocactus	*simpsonii* var. *simpsonii*	?		0	0		1
Pediocactus	*spinosior*	(Engelm.) Halda 1998	*S.*	*spinosior*	0		0
Pediocactus	*spinosior* ssp. *blainei*	?	*S.*	*spinosior* ssp. *blainei*	0		0
Pediocactus	*wetlandicus*	(Hochstatter) Halda 1998	*S.*	*glaucus*	0		0
Pediocactus	*whipplei*	(Engelm. & Bigelow) Arp 1972	*S.*	*whipplei*	0		0
Pediocactus	*winkleri*	K.D.Heil 1979	*P.*	*bradyi* ssp. *winkleri*	0		0
Pediocactus	*wrightiae*	(L.D.Benson) Arp 1972	*S.*	*wrightiae*	0	*S.*	*wrightiae*
Sclerocactus	*"gradyi"*	?		0	0		0
Sclerocactus	*blainei*	S.L.Welsh & K.Thorne 1985	*S.*	*spinosior* ssp. *blainei*	0		0

Fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970		Benson 1982	
Sclerocactus	*brevispinus*	K.D.Heil & J.M.Porter 1994	*S.*	*glaucus*		0		0
Sclerocactus	*cloveriae*	K.D.Heil & J.M.Porter 1994	*S.*	*whipplei* ssp. *heilii*		0		0
Sclerocactus	*cloveriae* ssp. *brackii*	K.D.Heil & J.M.Porter 1994	*S.*	*whipplei* ssp. *whipplei*		0		0
Sclerocactus	*contortus*	K.D.Heil 1979	*S.*	*parviflorus*		0		0
Sclerocactus	*franklinii*	J.W.Evans 1939		0		1	*S.*	*glaucus*
Sclerocactus	*franklinii* var. *roseus*	?		0		0		0
Sclerocactus	***glaucus***	**(K.Schum.) L.D.Benson 1972**		**1**		**0**		**1**
Sclerocactus	*havasupaiensis*	Clover 1942	*S.*	*parviflorus*		1	*S.*	*parviflorus* var. *parviflorus*
Sclerocactus	*havasupaiensis* var. *roseus*	Clover 1942		0		1	*S.*	*parviflorus* var. *parviflorus*
Sclerocactus	*intermedius*	Peebles 1949	*S.*	*parviflorus*		1	*S.*	*parviflorus* var. *intermedius*
Sclerocactus	***mesae-verdae***	**L.D.Benson 1966**		**1**		**0**		**1**
Sclerocactus	*mesae-verdae* ssp. *minor*	?		0		0		0
Sclerocactus	***nyensis***	**Hochstätter 1992**		**1**		**0**		**0**
Sclerocactus	***parviflorus***	**Clover & Jotter 1941**		**1**		**1**		**1**
Sclerocactus	*parviflorus* var. *parviflorus*	?		0		0		1
Sclerocactus	*parviflorus* ssp. *havasupaiensis*	(Clover) Hochstatter 1995	*S.*	*parviflorus*		0		0
Sclerocactus	*parviflorus* ssp. *intermedius*	(Peeb) Heil+Port 1994	*S.*	*parviflorus*		0		0
Sclerocactus	*parviflorus* var. *intermedius*	(Peebles) K.D.Heil & J.M.Porter 1994		?				1
Sclerocactus	*parviflorus terrae-canyonae*	(K.D.Heil) K.D.Heil & J.M.Porter 1994	*S.*	*parviflorus*		0		0
Sclerocactus	***polyancistrus***	**(Engelm. & Bigelow) Britton & Rose 1922**		**1**		**1**		**1**
Sclerocactus	***pubispinus***	**(Engelm.) L.D.Benson 1966**		**1**		**0**		**1**
Sclerocactus	*pygmaeus*	?		0		0		0
Sclerocactus	*schlesseri*	K.D.Heil & S.L.Welsh 1986	*S.*	*spinosior* ssp. *blainei*		0		0
Sclerocactus	***spinosior***	**(Engelm.) Woddruff & L.D.Benson 1976**		**1**		**0**		**1**
Sclerocactus	***spinosior*** ssp. ***blainei***	**(S.L.Welsh & K.Thorne) Hochstatter 1995**		**1**		**0**		**0**
Sclerocactus	*spinosior* ssp. *schleseri*	?		0		0		0
Sclerocactus	***spinosior*** ssp. ***spinosior***	**(Engelm.) Woddruff & L.D.Benson 1976**		**1**		**0**		**0**
Sclerocactus	*pubispinus* var. *sileri*	Bens		?			*S.*	*spinosior*
Sclerocactus	*terrae-canyonae*	K.D.Heil 1979	*S.*	*parviflorus*		0		0
Sclerocactus	*thompsonii*	Mrsh					*S.*	*whipplei*
Sclerocactus	*wetlandicus*	Hochstätter 1989	*S.*	*glaucus*		0		0
Sclerocactus	*wetlandicus* ssp. *ilseae*	Hochstätter 1993	*S.*	*glaucus*		0		0
Sclerocactus	***whipplei***	**(Engelm. & Bigelow) Britton & Rose 1922**		**1**		**1**		**1**
Sclerocactus	*whipplei* ssp. *busekii*	Hochstätter 1995		0		0		0
Sclerocactus	***whipplei*** ssp. ***heilii***	**(Cstr+) Hunt 2005**		**1**		**0**		**0**
Sclerocactus	***whipplei*** ssp. ***whipplei***	**(Eng+Big) B+R 1922**		**1**		**0**		**0**
Sclerocactus	*whipplei* var. *pygmaeus*	Peebles 1949		0		1	*S.*	*whipplei*

Fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

Fajok		Leíró	TNCL 2006		Backeberg 1970		Benson 1982	
Sclerocactus	whipplei var. spinosior	Engelm. ex Boissev. & Davidson 1940		0		1		0
Sclerocactus	***wrightiae***	**L.D.Benson 1966**		**1**		**0**		**1**
Toumeya	*bradyi*	(L.D.Benson) W.H.Earle 1963	*P.*	*bradyi*		0	*P.*	*bradyi*
Toumeya	*fickeisenii*	(Backeb.) H.W.Earle 1963	*P.*	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*		0		0
Utahia	*peeblesiana*	(Croizat) Kladiwa 1969	*P.*	*peeblesianus*		0		0
Utahia	*sileri*	(Engelm.) Britton & Rose 1922	*P.*	*sileri*		1	*P.*	*sileri*

II. MELLÉKLET

AZ *OPUNTIA* GYŰJTEMÉNY MEGFIGYELÉSEINEK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATA

JELÖLÉSEK:

Szu név - Szutorisz listában szereplő nevek
TNCL The New Cactus Lexikon-ban szereplő nevek
tncln – A TNCL alapján számozott *Opuntia* taxonok
Szu – Szutorisz számai
Sor – Azonosító szám
kl98 – kladódiumok száma 1998-ban
kl99 - kladódiumok száma 1999-ben
kl00 - kladódiumok száma 2000-ben
kl01 – kladódiumok száma 2001-ben
t98 – termésszám 1998-ban
t99 – termésszám 1999-ben
t00 – termésszám 2000-ben
t01 – termésszám 2001-ben
k98 - kondíció 1998-ban
k99– kondíció 1999-ben
k00– kondíció 2000-ben
k01 - kondíció 2001-ben
r98 –ráncosság 1998-ban
r99 – ráncosság 1999-ben
r00 – ráncosság 2000-ben
r01 – ráncosság 2001-ben

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. oplocarpa	?		34	**4**	16	38	30	50	6	3	29	104	5	4	3	5	0	3	3	0
O. polyacantha-fragilis natúr hibrid D.	?		89	**16**	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. sp. (O. smithwick?)	?		164	**19**	16	32	35	30	5	0	0	0	5	5	4	4	0	2	2	1
O. tortispina v. cymochila	?		360	**21**	6	14	10	25	0	0	0	17	3	5	4	5	1	3	3	2
O. fragilis-rhodantha natúr hibrid	?		548	**22**	15	5	5	0	0	0	0	0	5	5	4	0	0	2	2	0
O. armata Jardin N^0 940, Dél-Am. , pirosvirágú!	?		100	**26**	19	20	9	22	0	0	0	0	5	5	4	5	0	0	0	0
O. pachyclada v. rosea Späth	?		20	**39**	2	9	0	0	0	0	0	0	4	5	0	0	0	1	0	0
O. rubrifolia lilásbőrű, hosszú,vörös tövisű! Utah D.	?		406	**47**	3	5	7	20	0	0	0	0	2	3	4	5	0	0	0	0
O. engelmannii-phaeacantha átmeneti forma Belen, HK-kert 4/a	?		402	**48**	7	11	7	45	0	0	0	35	3	3	4	5	0	0	0	0
O. macrocarpa Arizona DW.	?		299	**49**	3	5	5	9	2	1	4	0	5	4	4	5	0	0	0	0
O. spinosicentra D. nincs leírva	?		131	**51**	16	17	12	7	2	1	0	0	4	3	5	5	0	0	0	0
O. arkansana	?		114	**54**	30	74	58	67	1	3	0	1	4	4	4	5	0	1	0	0
O. tortispina v. luteo-straminea	?		447	**62**	12	25	17	25	0	13	7	2	5	5	4	4	0	2	2	2
O. tortispina	?		87	**64**	17	22	44	35	5	15	14	9	5	5	4	5	0	2	2	2
O. arkansana	?		79	**66**	20	47	36	50	6	6	7	49	5	5	3	4	1	1	1	2
O. sp. leiratlan, NDK hibrid (O. arkansana ?)	?		70	**69**	10	14	16	19	9	0	0	4	5	5	4	4	1	3	2	3
O. schweriniana nagy, sötétlila virágú!	?		143	**75**	16	26	32	27	0	0	0	2	5	4	4	4	0	2	2	2
O. tortispina typ. DW.	?		306	**76**	5	6	6	7	0	3	0	1	5	5	3	4	0	2	2	2
O. arkansana	?		425	**80**	12	25	23	26	0	5	8	66	4	5	4	5	0	1	1	1
O. arkansana	?		376	**83**	7	11	22	26	1	0	4	14	5	5	4	5	0	1	1	1
O. oplocarpa (humifusa f.)	?		489	**94**	13	30	35	36	4	4	16	9	5	5	4	5	0	1	1	1
O. panellana délamerikai D.	?		243	**99**	50	55	60	63	0	0	0	9	5	5	4	5	0	1	1	1
O. rutila-rhodantha átmeneti f., zöldesrózsaszín virágú!	?		64	**108**	15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. sp. H.12. herb.-fotó 723/6. D.	?		450	**113**	8	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. polyacantha-fragilis szerű D.	?		224	**114**	16	26	21	24	0	0	0	0	5	5	4	5	0	1	2	2
O. sp. Colorado (még leiratlan)	?		265	**120**	18	5	17	15	0	1	0	0	4	5	3	4	0	2	3	3
O. arkansana	?		165	**123**	14	14	22	21	9	0	0	0	4	3	3	4	2	2	2	2
O. sp. ismeretlen törpe faj	?		43	**124**	90	103	35	23	0	0	0	0	5	5	2	3	0	2	3	3
O. sp. Colorado (még leiratlan)	?		157	**125**	11	47	20	11	0	0	0	0	4	5	2	3	1	2	1	1
O. sp. Abeline/4 D. magról	?		125	**128**	4	7	3	4	0	0	0	0	4	5	4	4	0	2	3	3
O. sp.	?		251	**130**	19	16	17	19	0	0	0	0	2	5	4	5	1	2	2	2
O. armata	?		193	**134**	5	3	6	6	0	0	0	0	5	5	3	4	0	2	2	2
O. sp. NDK hibrid	?		134	**145**	12	19	19	18	0	0	2	7	3	4	3	4	2	3	3	3
O. sp. D. N^0 259	?		246	**151**	7	6	5	3	0	0	0	0	4	3	2	3	0	1	1	1
O. tortispina	?		82	**153**	21	41	36	39	4	1	9	0	5	5	4	5	0	3	3	3
O. tortispina v. cymophila csavart tövisű!	?		96	**154**	7	16	15	16	0	1	3	6	5	5	4	5	1	3	3	3
O. sp.	?		393	**160**	4	7	8	9	0	0	0	0	4	5	4	5	2	2	3	3
O. sp. H.	?		380	**163**	20	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. arkansana	?		444	**164**	13	39	48	53	4	2	7	3	5	5	4	5	1	1	1	1
O. schweriniana rücskös hajtások, lila virág!	?		188	**167**	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0
O. arkansana	?		12	**168**	19	37	38	41	20	7	0	43	5	5	4	5	0	1	1	1
O. tortispina	?		287	**172**	6	7	8	4	0	0	0	0	5	5	4	5	1	2	2	3
O. sp. Dr. Tolnai Páltól	?		582	**174**	3	8	11	6	0	0	0	2	5	5	4	5	0	1	1	1
O. tortispina É.-Dakota !!! hosszú, fehér tövisekkel Dw	?		304	**180**	7	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. sp. Laromie et Brokenh Wheel = Horstooth fajjal H.	?		281	**181**	10	12	13	22	0	1	0	13	4	5	4	4	3	1	1	1
O. spinosicentra Papago Desert Bot.Gard. A D.	?		385	**182**	9	19	16	35	0	0	10	40	5	5	4	5	1	1	1	1
O. tortispina D.8182	?		439	**186**	11	17	16	22	0	0	9	32	4	5	4	5	1	2	2	2

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. xanthostemma v. elegans NDK.	?		248	**189**	8	18	17	19	2	0	10	8	5	5	4	5	0	2	2	2
O. sp. Charcas, Matehuala magról	?		445	**209**	9	9	10	16	0	0	3	23	3	4	4	5	1	1	1	1
O. sp. sárgavirágú H.	?		236	**212**	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
O. macrorhiza-tortispina f. Manzanos, New-Mexico D.	?		338	**213**	8	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. sp. TK.3751	?		127	**214**	16	19	15	10	0	1	0	7	4	4	3	4	1	2	2	2
O. pachyclada v. rosea-rutila f. D. N^0 335.	?		543	**216**	9	15	14	15	0	0	0	0	5	5	4	4	1	1	1	1
O. sp. herb. Fotó 723/28 D.	?		451	**217**	4	7	6	9	0	0	0	0	5	5	5	5	1	0	0	0
O. sp. Cortez, Colorado D.	?		90	**218**	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0
O. sp.	?		84	**222**	10	1	1	0	0	0	0	0	5	4	5	0	0	0	0	0
O. arkansana	?		78	**229**	15	25	27	41	8	0	0	44	4	5	4	5	1	0	1	1
O. arkansana	?		443	**232**	8	11	14	35	4	3	8	3	5	5	4	5	2	2	2	2
O. polyacantha-rhodantha átmeneti f. Gunnison, mini! H.	?		278	**235**	14	23	23	10	0	0	0	0	3	5	4	4	1	1	1	1
O. sp. Elko Camping közelében, Nevada D.	?		353	**237**	8	15	12	16	0	0	0	0	5	5	4	5	0	2	2	2
O. sleriniana??	?		476	**238**	10	17	11	8	0	0	0	0	5	5	4	4	0	1	1	1
O. tortispina v. cymochila	?		343	**256**	10	18	18	26	1	3	0	2	5	5	4	5	1	2	3	3
O. schweriniana Trout Creek Pass, típustermőhely, hosszútöv.	?		394	**258**	8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	2	0	0
O. tortispina Foothills of Denver DW.	?		310	**259**	3	3	3	0	2	0	0	0	5	5	4	0	0	2	1	2
azonosítatlan ELTE Bot. Kertből	?		463	**260**	7	16	22	7	1	2	11	0	5	5	4	4	2	2	2	2
O. rhodantha-fragilis átmeneti forma H.	?		160	**266**	26	7	6	0	0	0	0	0	4	5	4	0	2	1	2	0
O. rhodantha-polyacantha natúr hibrid Utah-Col. Határán	?		469	**267**	17	22	19	35	0	0	0	0	5	5	3	4	2	1	1	1

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. atrispina Trauheit NDK	atrispina	1	472	**179**	5	6	7	8	0	0	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0
O. basilaris v. aurea f. roseiflora	basilaris	2	537 X	**84**	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
O. basilaris v. ramosa nagy lila virágú	basilaris	2	56	**88**	9	23	29	34	0	0	0	0	4	5	5	5	0	1	1	1
O. basilaris DW. Nem a typ.	basilaris	2	311	**89**	3	9	9	12	0	0	0	0	5	5	5	5	0	1	1	1
O. basilaris v. woodberryi	basilaris	2	403	**176**	10	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	1	0
O. engelmannii v. discata Trauheit NDK.	engelmanni	3	466	**68**	3	11	8	18	1	1	3	41	5	5	5	5	0	0	0	0
O. engelmanni v. discata	engelmanni	3	536 X	**81**	4	7	7	8	0	0	0	5	5	5	4	5	0	0	0	0
O. engelmannii typ. Chisos Nat. Park, nagynövésű kékes! D.	engelmanni	3	332	**156**	16	15	12	11	4	0	0	9	4	5	3	4	0	0	0	0
O. engelmannii hosszú tövisekkel Belen HK. Kert	engelmanni	3	432	**166**	6	12	11	14	1	0	0	16	5	5	5	5	0	0	0	0
O. engelmannii Nevada hosszú, vékony tövisek	engelmanni	3	453	**245**	8	9	9	11	0	0	0	24	4	4	4	4	0	0	0	0
O. fragilis	fragilis	4	547	**7**	7	12	12	14	0	0	0	0	5	5	4	5	0	3	3	0
O. fragilis	fragilis	4	550	**28**	5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
O. fragilis v. parviconspicua kiálló, fehér Gl. D.	fragilis	4	231	**29**	48	2	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0
O. fragilis v. denudata White Water H.	fragilis	4	272	**35**	11	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
O. fragilis zöldessárga virágú, elnyílva rózsaszín!	fragilis	4	47	**38**	109	37	65	27	0	0	0	0	5	5	4	5	0	1	1	0
O. fragilis igen hosszú tövises forma	fragilis	4	38	**45**	15	22	21	35	0	0	0	0	5	5	4	5	1	1	1	0
O. fragilis USA. 1032 (brachyarthra ?) D.	fragilis	4	99	**100**	45	5	8	9	0	0	0	0	5	5	4	5	0	2	2	2
O. fragilis v. brachyarthra	fragilis	4	44	**106**	45	55	47	41	0	0	0	0	5	5	3	4	0	2	2	2
O. fragilis v. brachyarthra	fragilis	4	260	**107**	27	6	7	9	0	0	0	0	5	4	4	5	0	2	2	2
O. fragilis f.	fragilis	4	483	**116**	10	43	41	35	0	0	0	0	5	5	3	4	0	2	2	3

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. fragilis v. denudata Cactus Pass, Co H.	fragilis	4	166	**118**	37	18	14	13	0	1	0	0	5	5	3	4	1	1	1	1
O. fragilis Norwood, Redwale, Ny.-Colorado, fehértövisű! H.	fragilis	4	157	**125**	100	47	20	11	0	0	0	0	5	5	2	3	0	1	1	1
O. fragilis H.	fragilis	4	228	**126**	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. fragilis v. wiegandii	fragilis	4	19	**127**	16	12	9	10	0	0	0	0	5	5	4	5	0	1	2	2
O. fragilis v. brachyarthra NDK.	fragilis	4	446	**129**	8	11	15	19	0	0	6	44	4	5	4	5	1	2	3	3
O. fragilis v. denudata	fragilis	4	171	**131**	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0
O. fragilis Glenwood Springs, Colorado H.	fragilis	4	245	**147**	60	75	90	105	0	0	0	0	3	5	3	4	2	2	3	3
O. fragilis hosszú, vörös tövisű!	fragilis	4	83	**157**	40	41	33	36	0	0	0	0	5	5	4	5	1	1	2	2
O. fragilis	fragilis	4	488	**159**	11	0	0	0	0	0	0	29	5	0	0	0	0	0	0	0
O. fragilis v. parviconspicua LM.11.	fragilis	4	162	**165**	20	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. fragilis v. brachyarthra	fragilis	4	129	**187**	13	19	19	22	0	0	24	0	5	5	4	5	1	2	1	1
O. fragilis v. caespitosa	fragilis	4	192	**223**	26	29	23	20	0	0	0	0	5	5	4	4	2	1	1	1
O. fragilis v. columbiana	fragilis	4	161	**224**	25	1	21	26	0	0	0	0	5	5	4	5	2	1	1	1
O. fragilis v. caespitosa	fragilis	4	269	**225**	55	55	55	40	0	0	0	0	5	5	4	5	1	1	1	1
O. fragilis Gilette, Wyoiming, V-alakban elágazik DW.	fragilis	4	320	**230**	25	20	23	0	0	0	0	0	5	5	4	0	1	1	1	0
O. fragilis v. brachyarthra	fragilis	4	544	**234**	26	9	11	3	0	0	0	0	5	5	4	3	1	2	2	2
O. fragilis v. brachyarthra Arizona H.	fragilis	4	218	**262**	47	22	21	23	0	0	0	0	4	5	4	5	2	2	2	2
O. fragilis Kansas Sydow, miniforma, vörös tövisekkel	fragilis	4	169	**263**	21	27	20	12	0	0	0	0	4	4	4	4	1	2	2	2
O. fragilis v. brachyarthra	fragilis	4	9	**265**	2	5	4	0	0	0	0	0	5	5	3	0	1	2	2	0
O. fragilis H.	fragilis	4	268	**270**	21	10	15	8	0	0	0	0	4	5	4	4	2	2	2	2
O. fragilis f.	fragilis	4	542	**272**	4	11	12	27	0	0	0	9	5	5	4	5	1	2	2	2
O. compressa duplavirágú! D.	humifusa	5	115	**3**	23	36	58	70	1	6	28	92	3	3	3	5	2	3	3	3
O. lata bíbor tövisek a csúcson, kis hajtások	humifusa	5	527	**13**	4	12	8	18	0	0	4	25	3	3	3	5	0	1	1	1

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. compressa v. microsperma Flagstaff, Arizona, óriásvir.!	humifusa	5	121	**71**	14	26	24	50	17	10	7	71	5	5	3	5	1	2	1	1
O. humifusa	humifusa	5	208	**98**	22	36	33	29	0	0	0	0	4	5	3	4	0	0	1	0
O. compressa typ. Claude Barr Col.	humifusa	5	363	**101**	4	9	10	6	0	0	0	0	4	4	3	4	0	1	2	2
O. humifusa H.	humifusa	5	379	**109**	6	19	27	31	0	0	0	0	4	5	4	5	0	1	1	1
O. humifusa Unaweep Canyon, near East Creek H.	humifusa	5	244	**155**	19	32	56	63	0	0	13	10	3	5	4	5	0	1	2	1
O. compressa typ.	humifusa	5	61	**192**	21	38	32	29	3	0	6	0	4	5	4	5	1	1	1	1
O. humifusa D.	humifusa	5	209	**193**	26	33	37	19	1	8	0	0	5	5	2	3	1	2	3	2
O. compressa v. microsperma D.	humifusa	5	386	**231**	11	20	22	55	6	2	0	34	5	5	4	5	2	2	2	2
O. humifusa Sydow, virága sárga, vörös középpel	humifusa	5	158	**264**	33	17	24	0	0	0	0	0	5	5	3	0	1	2	2	0
O. macrocentra	macrocentra	6	498	**92**	5	6	6	7	0	0	1	0	5	3	5	5	0	0	0	0
O. macrocentra v. martiniana	macrocentra	6	475	**220**	10	7	8	7	1	0	3	0	5	5	5	5	0	0	0	0
O. macrorhiza	macrorhiza	7	147a	**2**	10	8	6	0	0	0	0	0	2	3	3	0	1	2	2	0
O. macrorhiza Grand Canyon, South Rim 2400m D.	macrorhiza	7	349	**20**	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O. macrorhiza HK.	macrorhiza	7	215	**52**	5	1	10	17	0	0	0	2	5	0	3	4	0	1	1	1
O. macrorhiza	macrorhiza	7	139	**58**	8	24	27	7	12	0	10	10	5	5	3	5	0	0	0	1
O. macrorhiza NDK. New Mexico-ból, sárga Gl.	macrorhiza	7	389	**61**	6	10	10	0	5	0	0	0	5	2	4	0	0	2	2	0
O. juniperina Vernal és Gusher között, Utah , typ.	macrorhiza	7	395	**96**	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
O. macrorhiza	macrorhiza	7	540 X	**144**	6	11	16	11	0	0	0	32	2	4	3	4	0	1	2	1
O. sphaerocarpa v. denudata	macrorhiza	7	11	**161**	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. macrorhiza D. Op. 1.	macrorhiza	7	438	**177**	7	14	14	27	2	2	1	8	5	5	4	5	0	2	2	2
O. machrorhiza kékesbőrű, ovális hajt., fehér tövis D.	macrorhiza	7	339	**191**	8	19	21	20	6	2	14	15	5	5	4	5	0	2	2	2
O. macrorhiza	macrorhiza	7	331	**194**	16	16	16	19	0	1	10	23	4	5	3	3	1	2	2	1

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. sphaerocarpa Taos Canyon D.	macrorhiza	7	75	**200**	34	9	11	12	0	0	0	1	5	5	4	5	1	1	1	1
O. macrorhiza DW.	macrorhiza	7	324	**211**	8	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0
O. macrorhiza Summit mellett, Iron, Utah hosszú, fehér tövisek	macrorhiza	7	510	**251**	9	11	10	0	0	0	0	0	3	3	4	0	2	2	2	0
O. macrorhiza Penrose és Colorado Springs között, Col.	macrorhiza	7	128	**255**	13	14	18	5	7	0	0	0	5	3	3	3	1	2	2	2
O. phaeacantha v. albispina	phaeacantha	8	119	**6**	13	30	19	31	9	5	12	17	4	5	4	5	0	1	1	0
O. phaeacantha v. piercei Trauheit NDK.	phaeacantha	8	474	**8**	5	13	12	19	1	0	13	12	5	5	4	5	0	1	1	0
O. phaeacantha v. albispina Sydow	phaeacantha	8	54	**9**	15	26	9	17	0	1	12	10	3	3	3	4	0	1	1	1
O. phaeacantha f. Grant előtt, lávaföldeken D.	phaeacantha	8	118	**10**	17	35	21	23	0	0	3	3	4	4	3	5	0	1	1	1
O. phaeacantha v. longispina	phaeacantha	8	123	**11**	6	16	12	23	6	4	11	47	5	5	4	4	0	0	0	0
O. phaeacantha v. major Salt River Canyon Arizona D.	phaeacantha	8	346	**14**	7	17	13	35	0	0	0	61	3	3	4	5	0	0	0	0
O. phaeacantha kékbőrű, csak felül hosszú tövisek	phaeacantha	8	373	**15**	4	7	3	8	0	0	0	0	2	2	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. camanchica nem élőhelyi	phaeacantha	8	223	**17**	12	22	17	29	0	3	3	25	4	3	3	5	0	0	0	0
O. phaeacantha f.	phaeacantha	8	330	**36**	7	18	12	32	0	0	1	17	4	3	4	5	0	1	1	0
O. camanchica v. rubra vörös virágú	phaeacantha	8	30	**41**	11	7	6	12	0	0	0	5	3	2	3	5	0	0	0	0
O. camanchica v. luteo-straminea	phaeacantha	8	469	**46**	6	15	16	42	0	0	2	56	2	3	4	5	0	1	1	2
O. phaeacantha erős, felálló termetű, szürke bőrű	phaeacantha	8	187	**50**	11	16	18	44	2	2	0	66	5	5	5	4	0	0	1	1
O. phaeacantha v. pallida D.	phaeacantha	8	384	**57**	13	28	33	80	2	4	0	146	5	5	4	4	0	0	0	1
O. camanchica f. rubra	phaeacantha	8	199	**65**	12	19	21	35	0	4	14	46	5	5	5	5	0	0	0	0
O. camanchica	phaeacantha	8	535 X	**67**	13	29	22	40	4	3	15	76	5	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha Gl . barna D.	phaeacantha	8	336	**72**	5	7	9	20	0	0	1	13	4	5	5	4	0	0	0	0
O. phaeacantha v. longispina Sydow	phaeacantha	8	37	**73**	14	26	26	30	8	2	0	103	5	5	4	5	0	0	0	0

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. phaeacantha v. minor Arizona D.	phaeacantha	8	345	**74**	10	20	24	40	1	6	9	81	5	5	4	5	0	0	1	1
O. phaeacantha Peach Springs, Mojave-Desert, Arizona	phaeacantha	8	499	**78**	8	16	19	30	0	0	18	8	5	4	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. major felálló növésű, aranybarna hosszú tövis	phaeacantha	8	29	**79**	16	11	13	17	6	5	7	5	5	4	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. major	phaeacantha	8	126	**85**	11	24	38	42	6	4	4	10	5	5	5	5	0	0	0	0
O. phaecantha kék hajtásokkal D.	phaeacantha	8	337	**86**	5	10	11	13	4	0	0	47	5	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. minor Lime Kiln Canyon, Col.	phaeacantha	8	292	**90**	2	4	5	7	0	0	0	9	5	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. superbospina Benson	phaeacantha	8	262	**91**	7	10	10	11	1	1	4	7	5	5	4	5	0	0	0	0
O. phaeacantha var. major	phaeacantha	8	191	**97**	4	7	8	13	0	0	0	20	3	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. charlestonensis felül sárgás tövisek	phaeacantha	8	120	**140**	12	13	14	16	0	0	0	65	5	4	4	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. albispina	phaeacantha	8	8	**149**	12	18	22	26	2	12	32	39	5	5	4	5	0	1	2	1
O. camanchica NDK.	phaeacantha	8	55	**170**	16	18	15	23	7	2	2	26	5	5	4	5	0	0	1	0
O. phaeacantha v. minor	phaeacantha	8	529	**171**	4	6	6	10	0	0	0	0	5	5	5	5	0	1	1	1
O. camanchica	phaeacantha	8	190	**173**	6	9	13	21	0	0	4	29	5	5	5	5	0	1	2	2
O. phaeacantha v. flavispina Benson D.	phaeacantha	8	348	**175**	1	3	5	4	0	0	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. pallida NDK	phaeacantha	8	252	**196**	22	25	26	30	8	9	0	0	4	4	4	4	1	3	3	3
O. phaeacantha v. longispina	phaeacantha	8	7	**201**	13	17	16	26	7	6	0	52	5	5	5	5	0	0	0	0
O. camanchica	phaeacantha	8	239	**206**	18	18	21	31	0	0	1	26	4	3	5	5	0	1	0	0
O. phaeacantha Kaibab Lake, Arizona, szalmabarna tövisek	phaeacantha	8	500	**207**	7	4	4	8	0	0	0	4	3	5	4	5	0	0	0	0
O. phaeacantha f. rosea	phaeacantha	8	297	**210**	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. phaeacantha v. pallida Sydow krémsárga virágú!	phaeacantha	8	116	**215**	13	17	15	23	5	4	13	21	4	5	3	4	1	1	2	2
O. phaeacantha v. albispina	phaeacantha	8	477	**228**	12	17	17	29	1	2	9	4	5	5	5	5	0	0	0	0

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. phaeacantha v. camanchica typ. Flagstaff, Elden-cs.3000m D	phaeacantha	8	347	**236**	9	13	13	21	2	3	8	46	4	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha Pinya de Rosa magról	phaeacantha	8	494	**240**	8	13	12	24	0	0	0	32	4	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. trichophora Utah rózsaszín virágú DW.	phaeacantha	8	318	**241**	10	11	8	22	0	0	0	4	3	5	4	5	0	1	1	1
O. phaeacantha v. pallida	phaeacantha	8	356	**244**	8	12	13	26	2	7	8	41	4	5	4	5	0	0	0	0
O. phaeacantha Alamos, Puebla bőre lilás, tövise vörös DW.	phaeacantha	8	301	**248**	8	9	12	34	0	0	0	14	5	5	5	5	0	0	0	0
O. phaeacantha v. longispina	phaeacantha	8	546	**252**	8	10	9	3	0	0	0	0	5	4	4	3	0	1	1	1
O. phaeacantha v. longispina	phaeacantha	8	441	**254**	7	4	5	12	1	0	0	6	5	5	5	5	0	0	0	0
O. camanchica	phaeacantha	8	66	**257**	15	14	15	17	12	0	0	2	5	3	3	4	0	0	0	0
O. phaeacantha v. albispina TK.3734 D.	phaeacantha	8	77	**269**	19	1	3	0	0	0	0	0	3	5	4	0	1	0	0	0
O. rhodantha USA. 1018 Cocora D.	polyacantha	9	147	**1**	19	20	55	0	0	0	0	0	4	5	4	0	1	2	2	0
O. polyacantha v. schweriniana rózsaszín vir. D.	polyacantha	9	85	**5**	15	18	19	6	0	0	0	0	4	5	3	3	0	2	2	1
O. rhodantha Grand Junction DW.	polyacantha	9	298	**12**	5	16	12	28	0	0	0	0	5	4	4	5	0	1	1	1
O. polyacantha ? nincs leírva	polyacantha	9	149	**18**	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O. rhodantha v. albispina	polyacantha	9	452	**23**	5	18	10	28	0	0	0	0	5	5	4	5	0	0	1	0
O. rhodantha v. utahensis TK. 3716 D.	polyacantha	9	95	**24**	14	3	1	2	0	0	0	0	5	2	4	5	0	0	0	0
O. polyacantha N^0 61 H.	polyacantha	9	266	**25**	13	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. polyacantha f.	polyacantha	9	549	**27**	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
O. rhodantha f. pisciformis H.	polyacantha	9	366	**30**	3	9	7	6	1	0	1	0	5	5	4	3	0	1	2	2
O. hystricina v. ursina D.	polyacantha	9	81	**31**	9	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
O. hystricina San Rafael Swell, Emery-megye Utah	polyacantha	9	503	**32**	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. polyacantha D-Dakota, kultúrában C. Barr-nál	polyacantha	9	308	**33**	11	4	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	1	0	0
O. erinacea Montgomery-hágó, Mineral Nevada 23	polyacantha	9	514	**34**	4	3	1	0	0	0	0	0	5	3	3	0	0	1	0	0
O. rutila	polyacantha	9	271	**40**	9	8	6	17	0	0	0	0	3	3	4	5	0	1	1	1
O. rutila	polyacantha	9	172	**42**	24	22	32	64	0	0	0	0	4	4	4	5	0	1	1	1
O. rutila f. hosszú glochidacsomók, lila vir. LM.8	polyacantha	9	144	**43**	29	37	80	47	0	0	0	0	5	4	4	5	1	1	1	1
O. rutila bunkó alakú hajt., nagy rózsaszín vir.!	polyacantha	9	110	**44**	48	73	80	50	0	0	0	0	5	5	4	5	1	1	1	2
O. rhodantha Sydow N^0 35	polyacantha	9	132	**53**	12	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. rhodantha v. brevispina	polyacantha	9	250	**55**	10	5	6	14	0	0	0	0	5	4	2	5	0	1	1	0
O. rhodantha Col.-Utah határá, erős tövisekkel DW.	polyacantha	9	326	**56**	11	29	25	55	0	0	0	0	4	5	4	5	0	1	1	0
O. rhodantha f. Jardin N^0 23	polyacantha	9	170	**59**	9	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. polyacantha f. hengeres hajt., felálló D.	polyacantha	9	168	**60**	6	5	2	3	0	0	0	2	3	5	4	5	0	1	1	2
O. polyacantha	polyacantha	9	534 X	**63**	9	19	23	26	0	3	0	9	5	5	4	5	0	1	1	1
O. polyacantha gyűjt.: Sterling Colorado H.	polyacantha	9	263	**70**	10	6	6	5	0	0	0	0	4	5	3	5	0	2	1	0
O. polyacantha v. schweriniana Backeberg , rózsaszín virágú!	polyacantha	9	138	**77**	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O. rhodantha f . H.50	polyacantha	9	142	**82**	7	16	14	15	0	0	0	0	5	5	4	5	0	2	2	2
O. rhodantha typ. syn. var. spinosior	polyacantha	9	280	**87**	6	13	13	14	1	0	14	37	5	5	4	5	0	1	2	2
O. polyacantha v. schweriniana Old Sapinero, Col. D.	polyacantha	9	401	**93**	3	7	11	14	0	0	0	0	5	5	5	5	0	2	2	2
O. polyacantha v. miniforma	polyacantha	9	316	**95**	4	3	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	1	0	0

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. polyacantha 'White Flower' Claude Barr, Col., fehér vir. !	polyacantha	9	362	**102**	1	4	1	1	0	0	0	0	5	5	3	3	0	1	2	2
O. polyacantha miniforma D.	polyacantha	9	152	**103**	16	29	17	19	0	0	0	0	5	5	4	5	0	1	2	2
O. rhodantha v. schumaniana D.	polyacantha	9	154	**104**	13	17	14	11	0	0	0	0	5	5	3	4	0	2	2	3
O. rutila rózsaszín virágú	polyacantha	9	10	**105**	25	27	22	17	0	0	0	0	3	4	3	4	0	1	1	1
O. rhodantha v. columbiana	polyacantha	9	282	**110**	9	23	13	15	0	0	0	0	5	5	4	5	0	1	1	1
O. rhodantha typ. Mesa Verde, Cortez Colorado H.	polyacantha	9	159	**111**	7	7	7	8	0	0	0	0	5	5	4	5	0	1	1	1
O. polyacantha rövid, barna tövisű Utah	polyacantha	9	457	**112**	1	20	23	26	0	0	0	0	5	5	4	5	0	1	1	1
O. polyacantha v. miniforma	polyacantha	9	113	**115**	25	40	14	11	0	0	0	0	4	5	3	4	0	2	2	2
O. rhodantha f. NDK.	polyacantha	9	253	**117**	10	16	18	21	0	0	0	0	5	5	4	5	0	2	2	2
O. polyacantha	polyacantha	9	210	**121**	19	15	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	2	0	0
O. rhodantha typ. H.	polyacantha	9	270	**122**	16	26	27	23	3	0	0	14	5	5	4	4	2	2	2	2
O. polyacantha	polyacantha	9	249	**132**	60	2	3	5	0	0	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0
O. rhodantha typ.	polyacantha	9	36	**133**	14	8	6	6	0	0	0	0	5	3	3	4	0	1	1	1
O. hystricina	polyacantha	9	327	**136**	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	2	0	0
O. rhodantha Canyon City, Col. DW.	polyacantha	9	293	**137**	4	7	6	6	0	0	0	0	4	5	4	5	2	2	2	2
O. rhodantha typ. Schumann Nevada	polyacantha	9	86	**138**	31	17	3	5	2	0	0	0	5	5	3	4	2	2	2	2
O. erinaceae v. ursina Pahroc Range, Lincoln, Nev., szőrtövises	polyacantha	9	511	**139**	5	8	5	7	0	0	1	0	2	4	4	5	0	1	1	1
O. rhodantha f.	polyacantha	9	92	**141**	23	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0
O. hystricina vörös tövisekkel! DW.	polyacantha	9	303	**142**	6	9	10	12	0	0	0	13	5	5	4	5	0	1	1	1
O. polyacantha v. rufispina	polyacantha	9	72	**143**	8	12	16	9	0	0	0	0	2	4	3	4	0	1	2	2
O. polyacantha v. rufispina vörös tövisű! D.	polyacantha	9	216	**146**	20	18	19	17	0	0	0	0	4	5	4	4	0	2	1	2
O. polyacantha	polyacantha	9	258	**148**	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
O. polyacantha v. schweriniana Trout Creek Pass H.	polyacantha	9	167	**150**	25	11	11	12	0	0	0	0	3	5	4	5	2	2	3	3

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. polyacantha v. schweriniana	polyacantha	9	538 X	**152**	6	10	5	9	0	0	0	0	5	4	4	5	1	2	3	2
O. rhodantha v. orbicularis nagy, gömbölyű hajtások	polyacantha	9	5	**158**	7	6	8	10	0	0	0	0	5	5	4	5	1	2	2	2
O. polyacantha	polyacantha	9	186	**162**	11	5	4	5	0	0	0	0	5	5	4	5	2	2	1	2
O. polyacantha f. minor hengeres hajt. Colorado Springs D.	polyacantha	9	191	**169**	3	5	5	6	0	2	0	0	5	5	4	5	0	1	2	2
O. polyacantha	polyacantha	9	350	**178**	7	12	12	19	0	0	2	15	5	5	5	5	0	0	0	1
O. rhodantha f. nagy telepet alkot, bíborlila vir.	polyacantha	9	4	**183**	17	33	31	61	0	0	0	4	4	5	4	5	0	1	1	1
O. rhodantha v. pisciformis hal alakú hajtások	polyacantha	9	15	**184**	18	25	24	29	0	0	0	1	5	5	4	5	0	2	2	2
O. rhodantha sötétzöld hajt., erős tövisek	polyacantha	9	93	**185**	16	17	18	0	0	0	0	0	5	5	3	0	0	1	1	0
O. rhodantha typ. Nevada	polyacantha	9	382	**188**	5	12	12	21	1	0	15	13	5	5	4	5	1	2	2	2
O. rutila hosszú, hengeres hajt., rózsaszín vir.	polyacantha	9	153	**190**	32	55	47	73	0	0	0	6	5	5	4	5	0	2	2	2
O. rutila zömökebb, felül tövises, bíbor virágú	polyacantha	9	111	**195**	29	8	8	10	0	0	0	0	5	5	4	4	2	0	1	1
O. polyacantha	polyacantha	9	480	**197**	7	3	3	0	0	0	0	0	5	4	2	0	1	2	2	0
O. polyacantha lila virágú Arizona	polyacantha	9	76	**198**	20	4	3	0	0	0	0	0	5	5	4	0	1	2	2	0
O. polyacantha	polyacantha	9	207	**199**	10	7	7	4	1	0	0	1	3	5	4	4	0	1	1	1
O. polyacantha Belen keskeny hajtások D.	polyacantha	9	341	**202**	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. polyacantha Denver	polyacantha	9	32	**203**	6	2	0	0	0	0	0	0	4	5	0	0	1	1	0	0
O. polyacantha Penrose és Colorado Springs között D.	polyacantha	9	226	**204**	24	3	6	7	0	0	0	3	5	5	5	5	1	1	1	1
O. rhodantha	polyacantha	9	97	**205**	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0
O. erinacea rózsaszín virágú	polyacantha	9	3	**219**	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. polyacantha Pueblo H.	polyacantha	9	283	**221**	8	2	3	0	0	0	0	0	4	4	2	0	0	1	2	0

26. táblázat A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

Szu név	TNCL	tncln	Szu	Sor	kl98	kl99	kl00	kl01	t98	t99	t00	t01	k98	k99	k00	k01	r98	r99	r00	r01
O. polyacantha Glenwood Springs, Col. Hosszútövises f. H.	polyacantha	9	145	**226**	10	13	12	1	0	0	0	0	5	5	4	3	1	1	1	1
O. polyacantha v. trichophora D.	polyacantha	9	189	**227**	11	5	5	0	0	0	0	0	3	5	4	0	0	1	1	0
O. polyacantha gyűjt.: Sterling Coloradóban H.	polyacantha	9	203	**233**	22	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. polyacantha v. rufispina	polyacantha	9	545	**239**	6	6	6	11	0	0	0	7	5	5	4	5	0	2	2	2
O. polyacantha v. trichophora	polyacantha	9	277	**242**	6	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
O. erinaceae v. rhodantha 2505/Backeb. Hosszú, fekete tövis!	polyacantha	9	141	**243**	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0
O. polyacantha f. DW.	polyacantha	9	383	**246**	7	10	6	2	0	0	0	0	5	5	4	3	0	0	1	1
O. polyacantha v. trichophora sűrű, világító fehér tövisű	polyacantha	9	23	**247**	2	3	3	6	0	0	0	2	5	5	5	5	1	0	0	0
O. rhodantha typ.	polyacantha	9	455	**249**	6	4	4	0	0	0	0	0	5	4	3	0	2	3	3	0
O. rhodantha f.	polyacantha	9	285	**250**	4	7	9	5	0	0	0	0	4	5	4	4	0	1	1	1
O. erinaceae	polyacantha	9	351	**253**	5	5	5	0	0	0	0	0	3	4	3	0	1	2	2	2
O. rutila tövisnélküli D.	polyacantha	9	479	**261**	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
O. rhodantha v. xanthostemma Späth	polyacantha	9	176	**268**	12	2	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	2	2	0	0
O. rhodantha v. pisciformis kisebb növésű	polyacantha	9	16	**271**	14	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0

III. MELLÉKLET

VIZSGÁLT TÉLÁLLÓ *OPUNTIA* TAXONOK
SZÁRTAG- ÉS TÖVISMÉRETEINEK STATISZTIKAI ELEMZÉSE

Példa a szártag méretbeli változásainak statisztikai értékelésére a vizsgált években
Csoportindex: 1. Csoportnév: **'taxon=1'**

Beolvasott esetek száma. 190
Feltételes csoport elemszáma 6
Érvényes esetek száma. 6
Jelölés: +: p < 0.10 *: p < 0.05 **: p < 0.01
Függő változó: szartag (3)

Csoportosító változó: ev

Csoport Index	Név	Érvényes esetek	átlag	szórás	Minimum	Maximum
1.	ev=1999	3	9.000	1.500	7.500	10.50
2.	ev=2000	3	9.667	0.764	9	10.50

Elméleti szórások egyenlőségének tesztelése
- O'Brien-próba: F(1; 4) = 0.914
- Levene-próba: F(1; 4) = 0.681

Elméleti átlagok egyenlőségének tesztelése
Hagyományos eljárás, amely feltételezi a szóráshomogenitást:
- Kétmintás t-próba: t(4) = -0.686

Robusztus eljárás, amelynél nem szükséges a szóráshomogenitás:
- Welch-féle d-próba: d(3) = -0.686

95%-os konfidencia-intervallum a két elméleti átlag m1-m2 különbségére
- a kétmintás t-próba alapján: C(0.95) = (-3.365, 2.032)
- a Welch-féle d-próba alapján: C(0.95) = (-3.755, 2.422)

Csoportindex: 2. Csoportnév: **'taxon=2'**

Beolvasott esetek száma. 190
Feltételes csoport elemszáma 6
Érvényes esetek száma. 6

Jelölés: +: p < 0.10 *: p < 0.05 **: p < 0.01
Függő változó: szartag (3)

Csoportosító változó: ev

Csoport Index	Név	Érvényes esetek	átlag	szórás	Minimum	Maximum
1.	ev=1999	3	10.83	0.289	10.50	11
2.	ev=2000	3	13.50	0.500	13	14

Elméleti szórások egyenlőségének tesztelése
- O'Brien-próba: F(1; 4) = 0.711
- Levene-próba: F(1; 4) = 0.400

Elméleti átlagok egyenlőségének tesztelése
Hagyományos eljárás, amely feltételezi a szóráshomogenitást:
- Kétmintás t-próba: t(4) = -8.000**

Robusztus eljárás, amelynél nem szükséges a szóráshomogenitás:
- Welch-féle d-próba: d(3) = -8.000**

95%-os konfidencia-intervallum a két elméleti átlag m1-m2 különbségére
- a kétmintás t-próba alapján: C(0.95) = (-3.592, -1.741)
- a Welch-féle d-próba alapján: C(0.95) = (-3.726, -1.607)

Csoportindex: 1. Csoportnév: **'taxon=1'**
Beolvasott esetek száma. 320
Feltételes csoport elemszáma 10
Érvényes esetek száma. 10
Jelölés: +: p < 0.10 *: p < 0.05 **: p < 0.01

Függő változó: tövis (3)

Csoportosító változó: Úv

Index	Csoport Név	Érvényes esetek	átlag	szórás	Minimum	Maximum
1.	Úv=1999	5	46.80	3.114	43	50
2.	Úv=2000	5	52.00	3.162	48	56

Elméleti szórások egyenlőségének tesztelése
- O'Brien-próba: F(1; 8) = 0.003
- Levene-próba: F(1; 8) = 0.076

Elméleti átlagok egyenlőségének tesztelése
Hagyományos eljárás, amely feltételezi a szóráshomogenitást:
- Kétmintás t-próba: t(8) = -2.620*

Robusztus eljárás, amelynél nem szükséges a szóráshomogenitás:
- Welch-féle d-próba: d(8) = -2.620*

95%-os konfidencia-intervallum a két elméleti átlag m1-m2 különbségére
- a kétmintás t-próba alapján: C(0.95) = (-9.778, -0.622)
- a Welch-féle d-próba alapján: C(0.95) = (-9.778, -0.622)

Csoportindex: 2. Csoportnév: **'taxon=2'**
Beolvasott esetek száma. 320
Feltételes csoport elemszáma 10
Érvényes esetek száma. 10
Jelölés: +: p < 0.10 *: p < 0.05 **: p < 0.01
Függő változó: tövis (3)

Csoportosító változó: Úv

Index	Csoport Név	Érvényes esetek	átlag	szórás	Minimum	Maximum
1.	Úv=1999	5	36.20	1.304	35	38
2.	Úv=2000	5	45.20	0.837	44	46

Elméleti szórások egyenlőségének tesztelése
- O'Brien-próba: F(1; 8) = 1.318
- Levene-próba: F(1; 8) = 1.493

Elméleti átlagok egyenlőségének tesztelése
Hagyományos eljárás, amely feltételezi a szóráshomogenitást:
- Kétmintás t-próba: t(8) = -12.990**

Robusztus eljárás, amelynél nem szükséges a szóráshomogenitás:
- Welch-féle d-próba: d(7) = -12.990**

95%-os konfidencia-intervallum a két elméleti átlag m1-m2 különbségére
- a kétmintás t-próba alapján: C(0.95) = (-10.60, -7.40)
- a Welch-féle d-próba alapján: C(0.95) = (-10.64, -7.36)

IV. MELLÉKLET

A HAZAI TÉLÁLLÓ KAKTUSZGYŰJTEMÉNYEK FELMÉRÉSE

A TÁBLÁZATBAN SZERPLŐ SZÁMOK ÉRTELMEZÉSE

	Gyűjtők	**Gyűjtemények helye**
1	Kurilla	Szigetszentmiklós
2	Ujréti	Budapest
3	Gonda	Mezőtúr
4	Balogh	Tiszasas
5	Mestercsiki	Balatonfüred
6	Fitzere	Debrecen
7	Barna	Szeged
8	Mohácsi	Érd
9	Mohácsi	Kecskemét
10	Fodor	Budapest
11	Elhart	Székesfehérvár
12	ZOO	Budapest
13	Jáger	Veszprém
14	Novák	Szigetszentmiklós

27. táblázat A téléálló kaktuszgyűjtemények felméréseinek összefoglaló táblázata

Genus	*Species*	TNCL		Megfigyelés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SZUM
Austrocactus	*hibernus*	*Austroc.*	*philippii*	A	1							1					1		**3**
Austrocactus	*patagonicus*	*Austroc.*	*bertinii*	A					1								1	1	**3**
Austrocactus	*philippii*	*Austroc.*	*philippii*	A						1									**1**
Austrocactus	*coxii*		*?*	A														1	**1**
Corynopuntia	*clavata*	*Corynop.*	*clavata*	A	1		1	1		1						1	1	1	**7**
Coryphantha	*arizonica*	*Escobaria*	*vivipara*	A	1							1				1			**3**
Coryphantha	*vivipara* var. *neomexicana*	*Escobaria*	*vivipara*	A	1		1									1		1	**4**
Coryphantha	*vivipara* var. *Arizonica*	*Escobaria*	*vivipara*	A	1				1							1			**3**
Coryphantha	*vivipara* var. *radiosa*	*Escobaria*	*vivipara*	A	1											1		1	**3**
Cylindropuntia.	*dawisii*	*Cylindrop.*	*davisii*	A	1				1	1		1	1			1	1	1	**8**
Cylindropuntia.	*imbricata*	*Cylindrop.*	*imbricata*	M, A	1		1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	**12**
Cylindropuntia.	*kleiniae*	*Cylindrop.*	*kleiniae*	A					1							1	1	1	**4**
Cylindropuntia.	*leptocaulis*	*Cylindrop.*	*leptocaulis*	A				1			1	1					1		**4**
Cylindropuntia.	*spinosior*	*Cylindrop.*	*spinosior*	A				1	1			1				1	1	1	**6**
Cylindropuntia.	*viridiflora*	*Cylindrop.*	*imbricata x whipplei*	A															**0**
Cylindropuntia.	*whipplei*	*Cylindrop.*	*whipplei*	A	1			1	1	1		1		1		1	1	1	**9**
Echinocereus	*arizonicus*		*?*	A	1				1										**2**
Echinocereus	*baileyi*	*Echinoc.*	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	A	1							1				1	1	1	**5**
Echinocereus	*bonkerae*	*Echinoc.*	*fendleri*	A						1						1			**2**
Echinocereus	*chloranthus*	*Echinoc.*	*viridiflorus* ssp. *chloranthus*	A	1							1					1	1	**4**
Echinocereus	*coccineus*	*Echinoc.*	*coccineus* ssp.*coccineus*	A	1		1		1	1	1	1					1	1	**8**
Echinocereus	*coccineus* var. *guerneyi*	*Echinoc.*	*?*	A								1						1	**2**
Echinocereus	*coccineus* var. *paucispinus*	*Echinoc.*	*coccineus* ssp. *paucispinus*	A			1											1	**2**
Echinocereus	*dasyacanthus*	*Echinoc.*	*dasyacanthus*	A						1								1	**2**
Echinocereus	*engelmannii*	*Echinoc.*	*engelmannii*	A	1							1						1	**3**
Echinocereus	*engelmannii* var. *bonkerae*		*?*	A			1												**1**
Echinocereus	*enneacanthus*	*Echinoc.*	*enneacanthus ssp. enneacanthhus*	A														1	**1**
Echinocereus	*fendleri*	*Echinoc.*	*fendleri* ssp. *fendleri*	A	1		1				1	1					1	1	**6**
Echinocereus	*fendleri* var. *kunzleri*		*?*	A								1					1	1	**3**
Echinocereus	*fitchii*	*Echinoc.*	*reichenbachii* ssp. *fitchii*	A			1					1					1	1	**4**
Echinocereus	*hempelii*	*Echinoc.*	*fendleri* ssp. *fendleri*	A			1											1	**2**
Echinocereus	*neomexicanus*	*Echinoc.*	*coccineus* ssp.*coccineus*	A	1													1	**2**
Echinocereus	*oklahomensis*		*?*	A															**0**
Echinocereus	*pectinatus*		*?*	A			1			1								1	**3**
Echinocereus	*perbellus*	*Echinoc.*	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	A			1					1					1	1	**4**
Echinocereus	*rectispinus*	*Echinoc.*	*fendleri* ssp. *rectispinus*	A								1						1	**2**
Echinocereus	*reichenbachii*	*Echinoc.*	*reichenbachii* ssp. *reichenbachii*	A			1			1	1	1					1	1	**6**

27. táblázat A téléálló kaktuszgyűjtemények felméréseinek összefoglaló táblázata

Genus	*Species*	TNCL		Megfigyelés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SZUM
Echinocereus	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	*Echinoc.*	*reichenbachii* ssp. *baileyi*	A, B						1		1		1			1	1	**5**
Echinocereus	*reichenbachii* var. *caespitosus*	*Echinoc.*	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	A			1		1	1								1	**4**
Echinocereus	*reichenbachii* var. *oklahomensis*		*?*	A						1									**1**
Echinocereus	*reichenbachii* var. *perbellus*	*Echinoc.*	*reichenbachii* ssp. *perbellus*	A								1							**1**
Echinocereus	*reichenbachii* var. *purpureus*		*?*	A						1		1						1	**3**
Echinocereus	*rigidissimus* var. *pailanus*		*?*	A														1	**1**
Echinocereus	*russanthus*	*Echinoc.*	*russanthus*	A								1						1	**2**
Echinocereus	*subinermis*		*?*	A														1	**1**
Echinocereus	*triglochidiatus*	*Echinoc.*	*triglochidiatus* ssp. *triglochidiatus*	A	1		1		1	1		1		1			1	1	**8**
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *mojavensis*	*Echinoc.*	*triglochidiatus* ssp. *mojavensis*	A	1							1					1	1	**4**
Echinocereus	*triglo.* var. *mojavensis f. inermis*	*Echinoc.*	*triglochidiatus* ssp. *mojavensis*	A			1											1	**2**
Echinocereus	*triglo.* var. *subnudus*		*?*	A								1						1	**2**
Echinocereus	*triglo.* var. *gonacanthus*		*?*	A						1							1	1	**3**
Echinocereus	*triglochidiatus* var. *roseiflorus*		*?*	A						1									**1**
Echinocereus	*viridiflorus*	*Echinoc.*	*viridiflorus* ssp. *viridiflorus*	A	1		1		1	1							1	1	**6**
Echinocereus	*viridiflorus* subsp. *cylindricus*	*Echinoc.*	*viridiflorus* ssp. *cylindricus*	A						1							1	1	**3**
Escobaria	*albicolumnaria*	*Escobaria*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A		1													**1**
Escobaria	*dasyacantha*	*Escobaria*	*dasyacantha* ssp. *dasyacantha*	A								1						1	**2**
Escobaria	*guadalupensis*	*Escobaria*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A		1													**1**
Escobaria	*leei*	*Escobaria*	*sneedii* ssp. *sneedii*	A	1		1					1			1		1	1	**6**
Escobaria	*minima*		*?*	A						1								1	**2**
Escobaria	*missouriensis*	*Escobaria*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	SZ, A		1	1			1		1			1	1	1	1	**8**
Escobaria	*missouriensis* var. *similis*		*?*	A								1			1		1		**3**
Escobaria	*orcutti* var. *orcutti*	*Escobaria*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A		1									1		1	1	**4**
Escobaria	*orcutti* var. *organensis*		*?*	A		1						1			1	1	1		**5**
Escobaria	*orcutti* var. *sandbergii*		*?*	A		1									1				**2**
Escobaria	*orcutti* var. *villardii*		*?*	A		1									1			1	**3**
Escobaria	*organensis*	*Escobaria*	*sneedii* ssp. *orcuttii*	A								1			1		1	1	**4**
Escobaria	*sneedii*	*Escobaria*	*sneedii* ssp. *sneedii*	A	1	1						1			1		1	1	**6**
Escobaria	*sneedii* var. *leei*	*Escobaria*	*sneedii* ssp. *sneedii*	A		1				1		1			1		1	1	**6**
Escobaria	*tuberculosa* var. *durispina*		*?*	A					1									1	**2**
Escobaria	*tuberculosa* var. *caespititia*		*?*	A		1						1					1		**3**
Escobaria	*vivipara*	*Escobaria*	*vivipara*	SZ, A, B		1	1			1	1			1	1	1	1	1	**9**
Escobaria	*vivipara* var. *aggregata*	*Escobaria*	*vivipara*	SZ, A								1			1	1	1		**4**
Escobaria	*vivipara* var. *arizonica*	*Escobaria*	*vivipara*	SZ, A		1			1	1		1			1	1	1	1	**8**
Escobaria	*vivipara* var. *bisbeeana*	*Escobaria*	*vivipara*	SZ, A		1						1			1	1	1	1	**6**
Escobaria	*vivipara* var. *missouriensis*	*Escobaria*	*vivipara*	SZ, A		1				1		1			1	1	1	1	**7**

27. táblázat A téléálló kaktuszgyűjtemények felméréseinek összefoglaló táblázata

Genus	*Species*	TNCL		Megfigyelés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SZUM
Escobaria	*vivipara* var. *neomexicana*	*Escobaria*	*vivipara*	A, B, SZ		1						1			1	1	1	1	**6**
Escobaria	*vivipara* var. *radiosa*	*Escobaria*	*vivipara*	A						1		1			1	1	1		**5**
Escobaria	*vivipara* var. *rosea*		*?*	A								1			1		1		**3**
Gymnocalycium	*bruchii*	*Gymnocal.*	*bruchii*	A, B					1								1	1	**3**
Hamatocactus	*setispinus*	*H*	*s*	A															**0**
Maihuenia	*patagonica*	*Maihuenia*	*patagonica*	A													1	1	**2**
Maihuenia	*poeppigii*	*Maihuenia*	*poeppigii*	A					1	1		1					1	1	**5**
Mammillaria	*applanata*	*Mamm.*	*heyderi* ssp.*hemisphaerica*	A								1					1		**2**
Mammillaria	*dasyacantha*	*Mamm.*	*dasyacantha*	A															**0**
Mammillaria	*heyderi* var. *hemisphaerica*	*Mamm.*	*heyderi* ssp. *hemisphaerica*	A								1					1		**2**
Mammillaria	*heyderi* var. *meiacantha*	*Mamm.*	*heyderi* ssp. *meiacantha*	A															**0**
Mammillaria	*tuberculosa*	*Escobaria*	*tubercolosa*	A															**0**
Mammillaria	*wrightii*	*Mamm.*	*wrightii*	A								1					1	1	**3**
Neobesseya	*similis*	*Escobaria*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	A	1	1			1	1		1					1		**6**
Neobesseya	*wissmannii*	*Escobaria*	*missouriensis* ssp. *missouriensis*	A						1		1					1		**3**
Opuntia	*arenaria*	*Opuntia*	*polyacantha*	A					1	1	1		1	1		1	1		**7**
Opuntia	*arkansana*		*?*	M, Mt, A					1				1	1					**3**
Opuntia	*armata*		*?*	M, A					1	1		1	1	1		1			**6**
Opuntia	*atrispina*	*Opuntia*	*atrispina*	M, A	1								1	1					**3**
Opuntia	*basilaris*	*Opuntia*	*basilaris*	M, A	1		1	1	1			1	1	1		1	1	1	**10**
Opuntia	*basilaris* var. *aurea*	*Opuntia*	*basilaris*	A				1				1		1		1	1	1	**6**
Opuntia	*basilaris* var. *brachyclada*	*Opuntia*	*basilaris*	M, A				1	1			1		1			1	1	**6**
Opuntia	*basilaris* var. *longiareolata*	*Opuntia*	*basilaris*	M, A				1	1					1		1	1		**5**
Opuntia	*basilaris* var. *ramosa*	*Opuntia*	*basilaris*	M, A					1					1			1		**3**
Opuntia	*basilaris* var. *woodberryi*	*Opuntia*	*basilaris*	A										1			1		**2**
Opuntia	*basilaris* var. *cordata*	*Opuntia*	*basilaris*	A						1				1			1	1	**4**
Opuntia	*basilaris* var. *canada*	*Opuntia*	*basilaris*	A															**0**
Opuntia	*calcicola*	*Opuntia*	*humifusa*	A									1	1					**2**
Opuntia	*camanchica*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M, Mt, A					1				1	1		1		1	**5**
Opuntia	*camanchica* f. *rubra*	*Opuntia*	*phaeacantha*	A, M, Mt										1				1	**2**
Opuntia	*camanchica* var. *luteo-straminea*	*Opuntia*	*phaeacantha*	A, M										1					**1**
Opuntia	*compressa*	*Opuntia*	*humifusa*	M, A					1	1		1	1	1		1	1	1	**8**
Opuntia	*compressa* var. *microsperma*	*Opuntia*	*humifusa*	M															**0**
Opuntia	*curvispina*	*Opuntia*	*chlorotica x phaeacantha*	A					1			1	1	1		1		1	**6**
Opuntia	*debreczyi*		*?*	A						1		1		1		1	1	1	**6**
Opuntia	*drummondii*	*Opuntia*	*pusilla*	A				1											**1**
Opuntia	*engelmanni* var. *discata*	*Opuntia*	*engelmanni*	M, Mt, A				1	1	1						1			**4**

27. táblázat A téléálló kaktuszgyűjtemények felméréseinek összefoglaló táblázata

Genus	*Species*	TNCL		Megfigyelés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SZUM
Opuntia	*engelmannii*	*Opuntia*	*engelmanni*	M, Mt, A	1			1			1		1	1		1		1	**7**
Opuntia	*engelmannii-phaeacantha*		*?*	M, Mt															**0**
Opuntia	*erinacea*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A				1	1	1	1	1						1	**6**
Opuntia	*erinacea* var. *hystricina*		*?*	A						1							1	1	**3**
Opuntia	*erinacea* var. *rhodantha*	*Opuntia*	*polyacantha*	A, M														1	**1**
Opuntia	*erinacea* var. *ursina*	*Opuntia*	*polyacantha*	A, M						1									**1**
Opuntia	*fragilis*	*Opuntia*	*fragilis*	M, Mt, A			1	1		1	1	1		1		1	1	1	**9**
Opuntia	*fragilis* f.	*Opuntia*	*fragilis*	M, A															**0**
Opuntia	*fragilis* var. *brachyarthra*	*Opuntia*	*fragilis*	M, A				1					1	1		1	1		**5**
Opuntia	*fragilis* var. *caespitosa*	*Opuntia*	*fragilis*	M															**0**
Opuntia	*fragilis* var. *columbiana*	*Opuntia*	*fragilis*	M															**0**
Opuntia	*fragilis* var. *denudata*	*Opuntia*	*fragilis*	M, A				1	1	1		1	1	1		1	1	1	**9**
Opuntia	*fragilis* var. *parviconspicua*	*Opuntia*	*fragilis*	A, M								1							**1**
Opuntia	*fragilis* var. *wiegandii*	*Opuntia*	*fragilis*	M, A					1										**1**
Opuntia	*fragilis* var. *sidowiana*	*Opuntia*	*fragilis*	A						1									**1**
Opuntia	*fragilis-rhodantha*		*?*	M															**0**
Opuntia	*humifusa*	*Opuntia*	*humifusa*	M, A				1	1		1		1	1		1	1	1	**8**
Opuntia	*hystricina*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A	1			1	1			1	1	1			1	1	**8**
Opuntia	*hystricina* var. *ursina*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A	1			1	1			1	1	1			1	1	**8**
Opuntia	*juniperina*	*Opuntia*	*macrorhiza*	M, Mt, A				1	1				1	1					**4**
Opuntia	*lata*	*Opuntia*	*humifusa*	M															**0**
Opuntia	*lubrica* var. *aurea*	*Opuntia*	*basilaris*	A					1										**1**
Opuntia	*macrocarpa*		*?*	A, M									1	1				1	**3**
Opuntia	*macrocentra*	*Opuntia*	*macrocentra*	M, Mt, A	1			1	1				1	1			1	1	**7**
Opuntia	*macrocentra* var. *martiniana*	*Opuntia*	*macrocentra*	M, A				1	1									1	**3**
Opuntia	*macrocentra* var. *phaeacantha*		*?*	A	1														**1**
Opuntia	*macrorhiza*	*Opuntia*	*macrorhiza*	M, Mt, A				1	1			1	1	1		1	1	1	**8**
Opuntia	*macrorhiza-tortispina*		*?*	A, M														1	**1**
Opuntia	*nicholii*	*Opuntia*	*polyacantha*	A	1				1			1		1				1	**5**
Opuntia	*oplocarpa*		*?*	A, M					1										**1**
Opuntia	*oplocarpa (humifusa* f. *)*		*?*	M															**0**
Opuntia	*pachyclada* var. *rosea*		*?*	A, M									1	1					**2**
Opuntia	*pachyclada* var. *rosea-rutila*		*?*	M															**0**
Opuntia	*panellana*		*?*	M															**0**
Opuntia	*phaeacantha*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M, Mt, A					1	1		1	1	1		1		1	**7**
Opuntia	*phaeacantha* f.	*Opuntia*	*phaeacantha*	M, Mt															**0**
Opuntia	*phaeacantha* f. *rosea*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M															**0**

27. táblázat A télálló kaktuszgyűjtemények felméréseinek összefoglaló táblázata

Genus	*Species*	TNCL		Megfigyelés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SZUM
Opuntia	*phaeacantha* var. *albispina*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M, A				1		1		1	1	1		1			**6**
Opuntia	*phaeacantha* var. *camanchica*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M, Mt, A				1		1			1	1					**4**
Opuntia	*phaeacantha* var. *charlestonensis*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M															**0**
Opuntia	*phaeacantha* var. *flavispina*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M															**0**
Opuntia	*phaeacantha* var. *longispina*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M, Mt, A				1	1				1	1		1			**5**
Opuntia	*phaeacantha* var. *major*	*Opuntia*	*phaeacantha*	A, M, Mt												1			**1**
Opuntia	*phaeacantha* var. *minor*	*Opuntia*	*phaeacantha*	A, M, Mt								1	1	1		1			**4**
Opuntia	*phaeacantha* var. *pallida*	*Opuntia*	*phaeacantha*	A, M								1	1	1					**3**
Opuntia	*phaeacantha* var. *piercei*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M, Mt, A															**0**
Opuntia	*phaeacantha* var. *superbospina*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M															**0**
Opuntia	*phaeacantha* var. *trichophora*	*Opuntia*	*phaeacantha*	M															**0**
Opuntia	*polyacantha*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, Mt, A	1			1	1	1	1	1	1	1		1		1	**10**
Opuntia	*polyacantha* *'White Flower'*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*polyacantha* *miniforma*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*polyacantha* f.	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*polyacantha* f. *minor*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*polyacantha* var. *miniforma*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*polyacantha* var. *rufispina*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A				1											**1**
Opuntia	*polyacantha* var. *schweriniana*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*polyacantha* var. *trichophora*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A					1			1	1	1					**4**
Opuntia	*polyacantha-fragilis*		*?*	M, A					1										**1**
Opuntia	*polyacantha-rhodantha*		*?*	M															**0**
Opuntia	*rhodantha*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, Mt, A			1	1	1			1	1	1		1	1	1	**9**
Opuntia	*rhodantha* f.	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A									1	1					**2**
Opuntia	*rhodantha* f. *pisciformis*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A				1	1				1	1					**4**
Opuntia	*rhodantha* var. *albispina*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*rhodantha* var. *brevispina*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*rhodantha* var. *columbiana*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*rhodantha* var. *orbicularis*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A					1										**1**
Opuntia	*rhodantha* var. *pisciformis*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A						1									**1**
Opuntia	*rhodantha* var. *schumaniana*	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*rhodantha* var. *utahensis*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A	1			1	1	1			1	1					**6**
Opuntia	*rhodantha* var. *xanthostemma*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A				1											**1**
Opuntia	*rhodantha-fragilis*		*?*	M															**0**
Opuntia	*rhodantha-polyacantha*		*?*	M, A															**0**
Opuntia	*rubrifolia*		*?*	M, Mt															**0**
Opuntia	*rutila*	*Opuntia*	*polyacantha*	M, A				1	1	1			1	1		1		1	**7**

27. táblázat A téléálló kaktuszgyűjtemények felméréseinek összefoglaló táblázata

Genus	*Species*	TNCL		Megfigyelés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SZUM
Opuntia	*rutila* f.	*Opuntia*	*polyacantha*	M															**0**
Opuntia	*rutila-rhodantha*		*?*	M															**0**
Opuntia	*schweriniana*		*?*	M, Mt, A					1	1		1	1	1		1	1	1	**8**
Opuntia	*sp.*		*?*	M															**0**
Opuntia	*sp. (O. smithwick?)*		*?*	M															**0**
Opuntia	*sphaerocarpa*	*Opuntia*	*macrorhiza*	M															**0**
Opuntia	*sphaerocarpa* var. *denudata*	*Opuntia*	*macrorhiza*	M															**0**
Opuntia	*spinosicentra*		*?*	M															**0**
Opuntia	*sulphurea*	*Opuntia*	*sulphurea*	A					1			1							**2**
Opuntia	*tortispina*	*Opuntia*	*macrorhiza*	M, Mt, A								1	1	1		1		1	**5**
Opuntia	*tortispina* var. *cymochila*		*?*	A, M, Mt												1			**1**
Opuntia	*tortispina* var. *luteo-straminea*		*?*	M, Mt															**0**
Opuntia	*tortispina* var. *stenochila*		*?*	Mt															**0**
Opuntia	*utahensis*	*Opuntia*	*macrorhiza*	A							1								**1**
Opuntia	*vaseyi*	*Opuntia*	*littoralis x phaeacantha*	A					1										**1**
Opuntia	*virginiana*			A									1	1					**2**
Opuntia	*xanthostemma* var. *elegans*		*?*	M															**0**
Pediocactus	*knolwtonii*	*Pedio.*	*knolwtonii*	A		1						1			1		1	1	**5**
Pediocactus	*simpsonii* var. *minor*		*?*	A		1						1			1		1	1	**5**
Pediocactus	*bradyi* ssp. *bradyi*	*Pedio.*	*bradyi* ssp. *bradyi*	A											1		1		**2**
Pediocactus	*bradyi* ssp. *despainii*	*Pedio.*	*bradyi* ssp. *despainii*	A											1		1		**2**
Pediocactus	*bradyi* ssp. *winkleri*	*Pedio.*	*bradyi* ssp. *winkleri*	A											1		1		**2**
Pediocactus	*nigrispinus*	*Pedio.*	*nigrispinus*	A											1		1		**2**
Pediocactus	*paradinei*	*Pedio.*	*paradinei*	A											1		1	1	**3**
Pediocactus	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*	*Pedio.*	*peeblesianus* ssp. *fickeiseniorum*	A											1		1		**2**
Pediocactus	*peeblesianus* ssp. *peeblesianus*	*Pedio.*	*peeblesianus* ssp. *peeblesianus*	A											1		1		**2**
Pediocactus	*sileri*	*Pedio.*	*sileri*	A											1		1		**2**
Pediocactus	*simpsonii*	*Pedio.*	*simpsonii*	A					1						1		1		**3**
					37	**28**	**37**	**53**	**80**	**79**	**48**	**114**	**83**	**102**	**84**	**108**	**145**	**162**	**635**

V. MELLÉKLET

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Összefüggések a csapadék, a talaj víztartalma, az éjszakai sztómanyílás, és a hajtás víztartalma között a *Ferocactus acanthodes* fajnál (34 cm magas) a Sonora sivatagban NOBEL (1977) nyomán…….9

2. ábra A kaktuszok hajtáscsúcsának mediális hosszirányú metszete, ahol az „d" a dermatogén, „cmz" a központi anyasejt, „pz" a perifériális, és „prmz" a bél-borda merisztematikus zónákat jelöli BOKE (1941, 1944) nyomán……11

3. ábra A kaktuszok hajtáscsúcs zónáinak háromdimenziós rajza, ahol d, cmz, pz, prmz jelölések megegyeznek a 2. ábrában használtakkal MAUSETH és NIKLAS (1979) nyomán…….....11

4. ábra A télálló kaktuszok alakjának sokszínűsége a *Maihuenia* (a), *Cylindropuntia* (b), *Opuntia* (c), *Echinocereus* (d) és az *Escobaria* (e) nemzetségeken keresztül bemutatva (KÜMMEL és KLÜGLING, 1987)…….19

5. ábra A kaktuszok areolái és tövisformái (KÜMMEL, KLÜGLING, 1987)……...21

6. ábra Az *Opuntioideae* alcsaládra jellemző nettó CO_2 felvétel (A), párolgás (B) és a vízfelszívás (C) alakulása 24 óra alatt az *Opuntia ficus-indica* példáján bemutatva (NOBEL és HARTSOCK, 1984)…….32

7. ábra A *Cactoideae* (*Ferocactus acanthodes*) alcsalád képviselőinél a nettó CO_2 felvétel (A), a párolgás (B) és a vízfelszívás (C) alakulása 24 óra alatt (NOBEL, 1977)……..33

8. ábra Kedvező területek télálló kaktuszkertek létesítésére Európában (O) DEBRECZY (1976) nyomán……...…..40

9. ábra. *Opuntia phaeacantha* lehullott termései a Fővárosi Állat és Növénykert sziklakertjében, 2005-ben.....…….....……..45

10. ábra Az *Opuntia phaeacantha* magoncai a Fővárosi Állat és Növénykert sziklakertjében, 2005-ben...……...…….45

11. ábra. *0* fokozatú ráncosodás egy *Opuntia phaeacantha* szártagon, Érd 2004...……....….56

12. ábra. *1* fokozatú ráncosodás egy *Opuntia phaeacantha* szártagon, Érd, 2004..…….56

13. ábra. *2* fokozatú ráncosodás egy *Opuntia tortispina* szártagon, Érd 2004...……..56

14. ábra. *3* fokozatú ráncosodás egy *Opuntia polyacantha* szártagon, Érd 2004...……..56

15. ábra Az *Escobaria missouriensis* feltűnő termései 9 hónappal az érést követően……63

16. ábra Etiolált, termésében kikelt *Escobaria vivipara* magoncok…….63

17. ábra 271 *Opuntia* taxon hajtásszám változásában felállított sorrend első néhány egyede a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között, ahol a ■ jelölés a maximális kladódiumszámot, a ■ a 4 év alatt bekövetkezett hajtásszám változást, növekedést jelenti. ……..……...……71

18. ábra Az elpusztult (kondíció *0*), és az éppen túlélt (kondíció *2*) növények számának alakulása a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között……71

19. ábra A *4*-es és *5*-ös kondícióval jelzett és a *4+5* kondíciójú, azaz a dekoratív

növények száma a Budai Arborétum Tetőkertjében 1998 és 2001 között……..……...73
20. ábra A ráncosság (*0-3* fokozat) %-os megoszlása *Opuntia* taxonoknál a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között…….....……73
21. ábra A termések számának alakulása *Opuntia* taxonoknál a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között……...……....…….74
22. ábra A termést fejlesztő *Opuntia* taxonok száma a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között…….……..……....74
23. ábra A Törzskönyvezés (1998) előtti évben gyűjtött változatos *Opuntia* termések I……75
24. ábra A Törzskönyvezés (1998) előtti évben gyűjtött változatos *Opuntia* termések II……...75
25. ábra Extenzív zöldtető a virágzási időszak kezdetén (Hámori Zoltán felvétele, 2001)…….76
26. ábra A fásodó, nagytermetű *Cylindropuntia imbricata* (háttérben a *Cylindropuntia kleiniae*) virágzása az extenzív zöldtetőn 2001-ben (Hámori Zoltán felvétele)……..76
27. ábra A maximum, minimum hőmérséklet és a csapadékviszonyok alakulása 1999-ben az OMSZ Budapest belváros adatai alapján……....77
28. ábra A maximum, minimum hőmérséklet és a csapadékviszonyok alakulása 2000-ben az OMSZ Budapest belváros adatai alapján……78
29. ábra A vizsgált télálló kaktuszok hajtáshossz átlaga az extenzív zöldtetőn a Budai Arborétumban 1999-ben ■ és 2000-ben ■……...79
30. ábra: A vizsgált kaktuszok tövishossz átlaga az extenzív zöldtetőn a Budai Arborétumban 1999-ben ■ és 2000-ben ■……...79
31. ábra Az egyik legnagyobb *Opuntia* gyűjtemény Soroksáron 1997-ben…….83
32. ábra Télálló kaktuszgyűjtemény Veszprémben 2004. júniusában……..84
33. ábra Télálló kaktuszgyűjtemény szukkulens és más évelő növényekkel Érden 2005. nyarán...84
34. ábra A maximum, minimum hőmérséklet és a csapadékviszonyok alakulása a biokémiai vizsgálatok során, 2005. novemberétől 2006 márciusig, az OMSZ Budapest belváros adatai alapján…….86
35. ábra. Peroxidáz enzim akivitás (U/ml) változása a vizsgált növényekben (B, N, V, A) fagystressz hatására, Titavittal kezelt (*) és kontroll növényekben, a **kiindulás** (2005. 11. 28.) ■, a **kihelyezés** (2006. 01. 20.) ■, **-10 ºC** (2006. 01. 29.) □, és az **akklimatizáció** (2006. 02. 13.) □ időpontokban, ahol a B – *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi,* N – *Escobaria vivipara* var. *neomexicana,* V – *Escobaria vivipara,* A – *Agave* parryi.....86
36. ábra. Az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* (B), *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* (N), *Escobaria vivipara* (V), és az *Agave parryi* (A) Titavittal kezelt és kontroll egyedei, melyek túlélték a 2005/2006 telet (túlélése %)……...87
37. ábra Az 1. mintavétel az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* fajból……..88
38. ábra 2 éves *Agave parryi* a mintavételezés előtt…….88

39. ábra Az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* az 1. mintavételezés után…….88
40. ábra A mintavételezések miatt elpusztult *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi*……..88
41. ábra A vágási felület a szemölcsök eltávolítása után az *Escobaria vivipara* növényen…….88
42. ábra Az 1. és a 2. mintavételezés nyomai az *Escobaria vivipara* növényen……...88
43. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása az *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi* fajnál fagystressz hatására, Titavittal kezelt (B4, B10, B12) és kontroll (B13, B14, B17) növényekben az adott vizsgálati időpontokban……...…….89
44. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása az *Escobaria vivipara* var. *neomexicana* (N) és az *Escobaria vivipara* (V) fajoknál fagystressz hatására, Titavittal kezelt (N1, V1, V2, V11) és kontroll (N22, V14, V20, V23) növényekben az adott vizsgálati időpontokban……..…90
45. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása az *Agave parryi* fajnál fagystressz hatására, Titavittal kezelt (A2, A7, A10) és kontroll (A12, A13, A18) növényekben az adott vizsgálati időpontokban……..…….92
46. ábra. Peroxidáz enzim aktivitás (U/ml) változása a vizsgált növényekben (B, N, V, A) fagystressz hatására, Titavittal kezelt és kontroll növényekben, ahol a B – *Echinocereus reichenbachii* ssp. *baileyi,* N – *Escobaria vivipara* var. *neomexicana,* V – *Escobaria vivipara,* A – *Agave parryi* fajokra utal……...92
47. ábra Titavittal kezelt *Gymnocalycium bruchii* kisebb fagyási sérülésekkel és az egészséges areolákból megjelenő virágbimbókkal 2006 májusában……...……94
48. ábra A kezeletlen *Gymnocalycium bruchii* elpusztult példánya 2006. májusában…….94
49. ábra. A *Mammillaria prolifera, Escobaria vivipara* kontroll és a Titavittal kezelt növények vízoldható és alkoholos fenoltartalma mg/g friss tömegre vonatkoztatva……..95
50. ábra *Opuntia tortispina* közeg nélkül tartott kladódiumának visszaszáradt és ép gyökere a gyökeresedés 4. hetében……...……...98
51. ábra A darabolt *Opuntia tortispina* beszáradt vágásfelülete 1 héttel a metszést követően……..……...……98
52. ábra A télálló *Opuntia tortispina* szártagok gyökeresedése különböző közegekben a Fővárosi Állat és Növénykertben 2006. júliusában……99
53. ábra A szártagok gyökérfejlődésének alakulása különböző közegekben a Fővárosi Állat és Növénykertben a vizsgált időpontokban……...……...……..……99
54. ábra *Opuntia tortispina* ép kladódiumának gyökérfejlődése föld/homok keverékben a gyökeresedés 3. hetében a Fővárosi Állat és Növénykertben ……...…….100
55. ábra *Opuntia tortispina* ép kladódiumának gyökérfejlődése perlitben a gyökeresedés 3. hetében a Fővárosi Állat és Növénykertben ……...……..100
56. ábra Az *E. vivipara* var. *neomexicana* magok áztatása Hypos fertőtlenítő oldatban……...101
57. ábra Az *E. vivipara* var. *bisbeeana* egészséges magoncai táptalajon a vetést követő

3. héten……..……..101
58. ábra Az *E. vivipara* var. *neomexicana* normális és vitrifikált hajtásnövekedése steril táptalajon 2006 szeptemberében..……...……...105
59. ábra A kontrollvetésből származó, 3 hónapos *E. vivipara* var. neomexicana 2006 szeptemberében ……..…..…105
60. ábra A nemcsírázott magok számának alkulása a steril S1, S2 és a kontroll magvetés esetén, ahol az A - *Escobaria. missouriensis,* B - *E. vivipara* var. *arizonica,* C - *E. vivipara* var. *bisbeeana,* D - *E. vivipara* var. *neomexicana,* E - E. *vivipara* var. *missouriensis,* F - E. *vivipara (vegyes)* taxonokat, az S1 a Hypo, S2 a klórmésszel történt fertőtlenítést jelöli…….....106
61. ábra Az egészséges csíranövények száma a steril S1, S2 és a kontroll magvetés esetén, ahol az *Escobaria. missouriensis,* B - *E. vivipara* var. *arizonica,* C - *E. vivipara* var. *bisbeeana,* D - *E. vivipara* var. *neomexicana,* E - E. *vivipara* var. *missouriensis,* F - E. *vivipara (vegyes)* taxonokat, az S1 a Hypo, S2 a klórmésszel történt fertőtlenítést jelöli……..…….....106
62. ábra A magvetés eredményének összesítése a vizsgált változók alapján, ahol az A a hypos, a B a klórmésszel történt fertőtlenítést, a C pedig a kontrollként alkalmazott hagyományos magvetést jelenti……..…107
63. ábra Az adott táptalajok hatására bekövetkezett, a kísérlet során kialakult jellemző állapotok mag/magonc száma az *Escobaria vivipara* változatainál a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben……..112

VI. MELLÉKLET

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat A télálló kaktusznemzetségekben található taxonok (fajok, alfajok és az összes) száma összehasonlítva a CITES Cactaceae Cheklist (1999) listában szereplő nemzetségenkénti teljes taxonszámmal, HUNT (2006) alapján……7
2. táblázat Sziklakertben felhasznált kaktuszok télállóságának jellegzetességei…….42
3. táblázat A vizsgálatok, megfigyelések összefoglalása 1997 és 2006 között ……..…..48
4. táblázat A vizsgálatok, megfigyelések növényanyaga 1997 és 2006 között……49
5. táblázat Adatközlési útmutató a télálló kaktuszok országos felméréséhez …….56
6. táblázat A peroxidáz enzim aktivitás vizsgálata során felhasznált növények……..59
7. táblázat A magvetéses vizsgálatok során alkalmazott táptalajok és literenkénti mennyiségük, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 2006……..65
8. táblázat Télálló *Opuntia* taxonok a Budai Arborétumban az extenzív zöldtetőn 1994-1999 között (SCHMIDT et al. kiegészítve)……...……...67
9. táblázat 271 *Opuntia* taxon hajtásszámának változásában felállított sorrend első néhány egyede a Budai Arborétumban az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között……69
10. táblázat A *4*-es és *5*-ös egészségi állapotú növények száma és százalékos megoszlása a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között……...72
11. táblázat 1999-ben, 2000-ben mért hajtás- és tövishossz értékek változása a vizsgált *Opuntia* taxonoknál az extenzív zöldtetőn a Budai Arborétumban…….80
12. táblázat: Egy kitöltött adatlap részlete (Barna János, Szeged 2006)……..82
13. táblázat A gyűjteményekben található télálló nemzetségek a taxonok (faj, alfaj, változat, forma) számával (zárójelben) és ezek összehasonlítása a HUNT és munkatársai (Atlasz) által elfogadott taxonok (faj, alfaj) számával……83
14a. táblázat Tőzegbe helyezett *Opuntia* szártagok (1-10) gyökérképződésének alakulása (0- nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykert-ben, numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban…….…….96
14b. táblázat Föld és sóder 1-1 arányú keverékébe helyezett *Opuntia* szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben, numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban…….96
14c. táblázat Perlitbe helyezett *Opuntia* szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1- van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben, numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban……...97
14d. táblázat Közeg nélkül *Opuntia* szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1- van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben,

numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban……...97

14e. táblázat Föld és sóder 1-1 arányú keverékébe helyezett darabolt *Opuntia* szártagok gyökérképződésének alakulása (0-nincs, 1-van gyökérnövekedés) 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben, numerikus jellemzése egyedenként (Egyedenkénti érték), valamint összesítve közegenként (Összesen) a megfigyelt időpontokban……98

15. táblázat A szártagok által fejlesztett járulékos gyökerek számának (db) és hosszúságának (cm) összesítése közegenként 2006 júliusában a Fővárosi Állat- és Növénykertben , …..……100

16. táblázat A táptalajra vetett magvetés alakulása 2 héttel a vetés után 2006 májusában a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában……102

17. táblázat A táptalajra vetett magvetés alakulása 3 héttel a vetés után 2006 májusában a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában……102

18. táblázat A steril magvetés alakulása 3 és fél hónappal a vetés után, 2006 szeptemberében a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában A *-al jelölt számértékek a befertőződött és nem csírázott magokat jelzik…….....103

19. táblázat A steril, hypo, klórmész és a hagyományos (kontroll) magvetés összevetése 3 és fél hónappal a vetést követően, 2006 szeptemberében a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában. A ******jelölt oszlopban az egészséges magoncok közé számoltak a 17. táblázatban elkülönített vitrifikálódott egyedeket is……104

20. táblázat A magvetés 3. hetében kicsírázott magok száma, a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2006. decemberben……...108

21. táblázat A vizsgált táptalajok összehasonlítása a csírázott magok, a kelési adatok elemzése alapján…….109

22. táblázat Az adott táptalajok hatására bekövetkezett, a kísérlet során kialakult jellemző állapotok mag/magonc száma az *Escobaria vivipara* változatainál a BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben…….110

23. táblázat A taxonoktól független magok/ magoncok gyakorisági táblázata a vizsgált változók alapján BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben……111

24. táblázat Oszlopösszegek szerinti százalékok a vizsgált változók alapján BCE Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszéken, 2007-ben…….111

Táblázatok a MELLÉKLETBEN:

A fagytűrő kaktuszok szinonima táblázatai

A télálló *Opuntia* gyűjtemény megfigyeléseinek táblázatai a Budai Arborétumban, az extenzív zöldtetőn 1998 és 2001 között

A télálló kaktuszgyűjtemény felméréseinek összefoglaló táblázata

VII. MELLÉKLET

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném köszönetemet kifejezni témavezetőimnek Dr. Mészáros Zoltánnak a disszertáció elkészítésében nyújtott irányítását, szakmai és emberi segítségét, és Dr. Schmidt Gábornak a munkám végleges formájának kialakításakor tett észrevételeit, bátorítását.

Meleg köszönetemet fejezem ki Tillyné Dr. Mándy Andreának a szaporítási kísérletekben, biokémiai vizsgálatokban és a dolgozat lektorálásában nyújtott segítségéért, valamint folyamatos bátorításáért és kedvességéért.

Megköszönöm Stefanovitsné Dr Bányai Éva biokémiai kísérletekben nyújtott segítségét, a nekem szánt idejét és energiáját.

A statisztikai vizsgálatok és számítások elvégzésében Dr. Ferenczy Antal támogatott tanácsaival, végtelen türelmét szeretném megköszönni.

Az angol szövegek elkészítésében, lektorálásában Treerné Windisch Mária és Van der Meer Gabriella, a fordításokban kollégáim Benyó Károlyné és Dr. Vincze Zoltán segítségét szeretném megköszönni.

Végül szeretném megköszönni, hogy a 10 év alatt családom, férjem végig biztosított támogatásáról, a dolgozat elkészítése során nyugodt légkört teremtett, Anna és Blanka lányaim számára az anyahiányt pótolta, valamint bíztatását, észrevételeit és a szinonima táblázat elkészítésében, fényképek javítása során nyújtott segítségét.