

Állatorvostudományi Egyetem, Biológiai Intézet,
Ökológia Tanszék

**Két hazai védett növény csírázási tulajdonságai és ex-situ védelmének
helyzete**

Készítette: Sóth Ármin

Témavezetők: Dr. Nagy János, SZIE-MKK, egyetemi docens
Endrédi Anett, MTA ÖK DKI, tudományos segédmunkatárs

Budapest, 2017

Tartalomjegyzék:

1.	Bevezetés, irodalmi áttekintés.....	4
1.1.	Problémafelvetés	4
1.2.	Az ex-situ növényzaporítás és védelem	4
1.3.	A növények védelmét, fennmaradását meghatározó tényezők.....	5
1.4.	Dormancia, élettartam és életképesség.....	6
2.	Célkitűzések	8
3.	Anyag és módszer	9
3.1.	A vizsgált fajok.....	9
3.1.1.	A kunsági bükköny (<i>Vicia biennis</i> L.)	9
3.1.2.	A hólyagos here (<i>Trifolium vesiculosum</i> Savi.)	10
3.2.	A magok eredete	11
3.2.1.	Kunsági bükköny.....	11
3.2.2.	Hólyagos here.....	12
3.3.	A kísérleti beállítás, a magok kiválasztása és mérése.....	12
3.3.1.	Kunsági bükköny.....	13
3.3.2.	Hólyagos here.....	14
3.4.	A magok kezelése és csíráztatása	14
3.5.	A csírázott növények kiültetése és egyedfejlődésük nyomon követése	16
3.5.1.	Kunsági bükköny.....	16
3.5.2.	Hólyagos here.....	17
3.6.	Adatok elemzése.....	17
4.	Eredmények.....	19
4.1.	A kunsági bükköny (<i>Vicia biennis</i> L.).....	19
4.1.1.	Magtömegek.....	19
4.1.2.	Dormancia	22
4.1.3.	Életképesség	22
4.1.4.	Ex-situ populáció.....	26
4.1.5.	In-situ populáció.....	31
4.2.	A hólyagos here (<i>Trifolium vesiculosum</i> Savi.) csíráztatása	31
4.2.1.	Magtömeg.....	31
4.2.2.	Dormancia	32
4.2.3.	Életképesség	33

5.	Következtetések	34
5.1.	A kunsági bükköny (<i>Vicia biennis</i> L.).....	34
5.2.	A hólyagos here (<i>Trifolium vesiculosum</i> Savi.).....	35
5.3.	A két faj csírázásának összevetése	36
5.4.	További feladatok, célok	36
6.	Összefoglaló	37
7.	Summary	38
8.	Irodalomjegyzék.....	39
	Köszönetnyilvánítás	42
9.	Függelék.....	43
9.1.	Statisztikák: magtömegek.....	43
9.1.1.	Normalitás vizsgálatok	43
9.1.2.	Páros összehasonlítások eredményei.....	43
9.2.	Statisztikák: dormancia.....	44
9.2.1.	Logisztikus regresszió a dormanciát befolyásoló tényezőkre	44
9.3.	Statisztikák: csírázás.....	45
9.3.1.	Logisztikus regresszió a csírázást befolyásoló tényezőkre	45
9.4.	Ábrák	47
	Nyilatkozat	48

1. Bevezetés, irodalmi áttekintés

1.1. Problémafelvetés

A földtörténet során a fajok megjelenése és kihalása folyamatos jelenség. Öt nagy kihalási időszakot ismerünk bolygónk történetében, sokan úgy vélik, most zajlik a hatodik. Az évmilliók alatt, amely fajok nem voltak képesek alkalmazkodni a környezet folyamatos változásához, azok eltűntek. Napjainkban a kihalás üteme jelentősen felgyorsult, melyben az ember rendkívül nagy szerepet tölt be, legfőképpen a természetes élőhelyek, területek nagymértékű és gyors átalakításával, pusztításával és a környezet szennyezésével. (Ricketts et al. 2005; Thuiller, 2007, Pimm et al. 2014).

Korunk egyik legfontosabb célkitűzése a biodiverzitás megőrzése. Ennek csökkenésével a jelenlegi ökoszisztémák sérülékennyé válnak, leromlanak, majd elpusztulnak. Emiatt is fontos, hogy mérsékeljük a káros emberi hatásokat (Convention for Biological Diversity - CBD).

Sajnos azonban nem lehet minden fajt megvédeni. Alapos kutatómunkát igényel, hogy megtudjuk az ismert fajok mennyire sérülékenyek vagy rugalmasak, milyen stratégiával, adaptációval rendelkeznek, és milyen esélyük van a túlélésre az adott környezetben (Bartha, 2012).

Lehetőség szerint ezeket a vizsgálatokat a természetes élőhelyen érdemes elvégezni és lehetőleg az egész közösség szintjén. Viszont sok esetben a fajok már túl érzékennyé váltak a kevés populáció, illetve a lecsökkent egyedszám miatt, ilyenkor válik szükségessé a faj ex-situ védelem alá helyezése (Standovár & Primack, 2001).

1.2. Az ex-situ növényzaporítás és védelem

Az ex-situ védelem a fajok természetes élőhelyen kívüli, mesterséges körülmények közötti megőrzése. Legfontosabb feladata a biodiverzitás megőrzése mind genetikai, mind faji, mind pedig ökológiai szinten. Ennek szabályozására született meg a riói egyezmény 1992-ben (Convention for Biological Diversity - CBD).

A gyakorlatban a védelem megvalósulhat a populációk szintjén, fajsinten vagy az élőhelyek szintjén (Rakonczay, 2002). Ahogy minden faj esetében, úgy a növényeknél is egyetlen faj védelme, megőrzése az élőhely és a közösségek védelmével lehetséges. Kiemelten fontosak az endemikus és reliktum fajok, mivel speciálisabb igényekkel rendelkeznek és genetikai variabilitásuk viszonylag alacsony (Standovár & Primack, 2001), lévén kis területen fordulnak elő.

Az ex-situ szaporítás révén nyert egyedek alapanyagot szolgáltatnak a konzervációbiológiai kutatásokhoz, oktatáshoz és bemutatáshoz, valamint a szaporításokkal és visszatelepítésekkel segítheti az in-situ populációk stabilizálását, továbbá csökkenti a vadon élő egyedekre nehezedő gyűjtési nyomást (Botanical Gardens Conservation International - BGCI). Az in-situ védelem a természetes élőhelyen történő megőrzést jelenti. Magyarországon a nemzeti parkok állítanak össze egy listát az ex-situ szaporításra javasolt növényekről. Erre olyan fajok kerülnek, amelyek fennmaradásához a közeljövőben szükséges lesz az élőhelyen kívüli megőrzés.

Az ex-situ védelem legnagyobb előnye a kontrollálható körülmények és a faj könnyebb elérhetősége, viszont több olyan hátránnyal is jár, amelyek a kis populációkat sújtják, mivel közel sincs lehetőség a megfelelő nagyságú populáció létrehozására. Az egyedek nagymértékű koncentráltága egy helyen sokkal sebezhetőbbé teszi a populációt, főleg, hogy az így létrehozott populációk a faj génállományának csupán töredékét reprezentálják. Ennek megfelelően növekszik a genetikai sodródás és a beltenyésztés esélye, ami természetesen az evolúciós flexibilitás csökkenésével jár. Emellett több faj esetében pl. egy botanikus kertben igen nehéz biztosítani a szexuális izolációt a közeli rokon fajoktól, ami hibridizációhoz, végső soron az ex-situ populáció elvesztéséhez vezethet.

Az ex-situ védelem során a fajok olyan fajokkal kerülhetnek kapcsolatba, amelyekkel természetes élőhelyükön nem találkozhatnának, illetve a mesterséges körülmények között megszűnő, vagy lecsökkenő kompetíció és tolerancia a szélsőséges körülményekkel szemben néhány generáció alatt is komolyan megváltoztathatja a fajt, ami miatt a természetes élőhelyen már kisebb valószínűséggel élne túl (Standovár & Primack, 2001).

A fentiek figyelembe vételével, ex-situ szaporítás/védelem csak akkor javasolt, ha az in-situ védelem ellenére kritikus a faj populációinak állapota, több ismeretre lenne szükség, azonban az in-situ adatgyűjtés erősen megnövelné a populációk kihalásának esélyét (Isépy et al. 2013).

1.3. A növények védelmét, fennmaradását meghatározó tényezők

A fajok megőrzését célzó kutatásokhoz nélkülözhetetlen a fajok biológiájának, különösen feno-biológiai sajátosságainak ismerete. A legfontosabb, fajszerű adatok közé tartozik a szaporodási stratégia ismerete, ami a növények esetén magába foglalja például, hogy mennyi és milyen minőségű, magnyugalmi állapotú (dormanciájú) és élettartamú magot termelnek a növények, valamint ezt milyen változatossággal teszik. Emellett, a növények élettartamának és terjedési stratégiájának ismerete, illetve a környezettel való

kölcsönhatása is rendkívül fontos. Ez utóbbi írja le, hogy a hőmérséklet, a csapadékmennyiség, a fényviszonyok, a kitettség és a talaj minősége miként befolyásolja az egyedek túlélését és szaporodását (Kereszty & Galántai 1994).

A fajszintű adatokon túl, a faj és a vele egy közösségben élő más fajok interakcióinak ismerete is hozzájárul a megfelelő védelemi stratégia kidolgozásához: milyen kompetíciós, predációs és parazita-nyomás van az adott fajon, milyen a beporzók, a magot terjesztő élőlények hatása az egyedi stratégiára és változatosságra. Ideális esetben a felsorolt összes adat és összefüggés rendelkezésre állna minél több fajhoz, melyek segítségével megjósolhatóak lennének az adott faj (az emberi behatásra drasztikussá vált) változásokra adott válaszai és kidolgozható lenne védelmének költséghatékony módszere (Ricketts et al. 2005).

1.4. Dormancia, élettartam és életképesség

A fentiekből is látszik, hogy a magok életképessége, ami tulajdonképpen megegyezik csírázóképeségükkel igen fontos ismeret. Ezt rengeteg tényező befolyásolja, függ az adott fajra jellemző életmenet stratégiától, a magnyugalom típusától és sok egyéb genetikai és környezeti tényezőtől is (Allen et al. 2007). A csírázóképeséget tekintve például, elmondható, hogy rossz környezeti viszonyok között kisebb tömegű és csírázó-képességű magok fejlődhetnek ugyanazon a populáción, mint kedvező feltételek esetén (Gáspár, 1980). A csírázóképeség megőrzése szintén összefüggést mutat a magok tömegével. Megfigyelhető, hogy a kisebb magvú fajok magjai gyakran hosszabb élettartammal rendelkeznek, mint a nagyobb magokat létrehozó társaiké (Csontos, 2001). A dormancia, azaz magnyugalom a mag azon állapota, mely során gátolt annak csírázása és fejlődése. Ez az állapot teszi lehetővé a magok túlélését nem megfelelő környezetben (Hilhorst et al. 2007). A nyugalmi állapot bekövetkezése és fennmaradása többféle módon lehetséges, lehet a külső környezettől független, úgynevezett endogén vagy pedig ezektől függő exogén. Három legáltalánosabb fajtája a fizikai dormancia vagyis keménymaghéjúság, a morfológiai dormancia, melyet az embrió fejletlensége okoz és az élettani dormancia, melyet bizonyos anyagok váltanak ki, viszont ezek a típusok kombinálódva is előfordulhatnak (Degen, 1923; Baskin & Baskin, 2004). Az élettani dormanciát a fény, víz és tápanyag mennyiségének változtatásával lehet megtörni. A morfológiai dormancia esetén hormonokkal lehet megszüntetni a nyugalmi állapotot. Esetünkben a fizikai dormancia a fontos, mely a maghéj vízáteresztő-képessége által szabályozott. A dormancia ezen típusa nem egy kizárólag genetikailag meghatározott tulajdonság, ugyanis mértéke

eltérhet egy faj különböző populáció, akár egyedei és még egy egyed különböző évekből származó magjai között is (Milberg, 1997; Cseresnyés-Bózsing, 2010). A fizikai dormanciával rendelkező fajok kisebb arányban képeznek keménymaghjú magokat kedvező körülmények között, mint előnytelen időszakban (Csontos et al. 2006). A fizikai dormancia megtörésére az egyik legalkalmasabb módszer a szkarifikáció, a maghéj fizikai megsértése (Rajjou & Debeaujon, 2008).

Az életképesség a magok csíráképpessége, míg az élettartam azt mondja meg meddig képes megőrizni a csíráképpességét a mag (Murdoch & Ellis 2000).

A mag életképpességét nem csupán genetikai tényezők határozzák meg, hanem a fejlődése alatt az anyanövényt, kifejlődés után a magot ért hatások is (Akhalkatsi & Lössch, 2005). A csírázási százalék meghatározásával vizsgálhatjuk a magok életképpességét, melyet a legelterjedtebb módszer, a csíráztatás segítségével határozhatunk meg (Roberts, 1981).

2. Célkitűzések

Jelen kutatás célja két hazai védett növény, a kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.) és a hólyagos here (*Trifolium vesiculosum* Savi.) csírázásbiológiájának alaposabb megismerése a jelenleg is zajló ex-situ védelem hatékonyabbá tételének céljából.

Emellett, kérdéseink megválaszolása reményeink szerint közelebb visz majd a két faj veszélyeztetettségének, érzékenységének és jövőbeli viselkedésének pontosabb megértéséhez, esetleg olyan összefüggéseket tár fel, melyek később általánosíthatóak lesznek más, hasonló fajokra is.

Vizsgálataink két fő témát járnak körül:

I. A kunsági bükköny és a hólyagos here csírázásbiológiai stratégiájának és fejlődésmenetének vizsgálata

Bár évekkal korábban megkezdődött az ex-situ védelem, még mindig nem rendelkezünk megfelelő ismerettel a fajok biológiájáról. Mind a növények, mind az erőforrások hatékonyabb kihasználása szempontjából fontosak a további kutatások. Kérdéseink:

- Hogyan befolyásolja a magtömeg csírázóképeséget?
- Hogyan befolyásolja a magok kora és származási helye a csírázóképeségüket?
- Különbözik-e az egyedek
 - túlélése,
 - virágzása és magprodukciója

árnyékosabb, kötöttebb talajú, illetve napfényesebb, homokos talajú területen?

II. A kunsági bükköny tiszaderzsi in-situ állományának felmérése és erősítése

A folyamatos visszatelepítések ellenére az in-situ populáció instabil, további kutatásra és erősítésre szorul. Kérdéseink:

- 2016-ban mennyi és milyen állapotú egyed alkotja a tiszaderzsi állományt?
- Milyen növényfajokkal él együtt a faj a területen?
- Hogyan függ a visszatelepített egyedek túlélése a terület adottságaitól?
 - Üdébb – szárazabb területen
 - Árnyékosabb – nyitottabb területen

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgált fajok

3.1.1. A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.)

A kunsági bükköny (*1. ábra*) hazánkban fokozottan védett, eszmei értéke: 100 000 Ft (13/2001 (v. 9.)). Pontusi-pannon elterjedésű faj, Magyarországon található elterjedésének legnyugatibb pontja. Teljes elterjedési területén szigetszerű előfordulás jellemző a fajra. Ártéri szegélytársulásokban, mocsarakban, ligeterdőkben és nedves réteken fordul elő (Jakab, 2012). Magyarországon mindössze néhány, változó egyedszámú populációja él (Jakab, 2012; Lesku & Molnár, 2007).

Életmódját tekintve egyéves, kúszónövény (Endrédi, 2010; Endrédi et al., 2015). Kedvező körülmények között hajtásának hossza a 2 métert is meghaladhatja, levelei 4-6 ritkásan, felváltva álló levélkével párosan összetettek, a levélgerinc 3-5 elágazó kacsban végződik. Halvány lila színű pillangós virágaiban a csónak csúcsa sötét. Virágzata laza, kevés virágú fürt, hüvelyterméseiben 1-6 mag fejlődik (Endrédi, 2012).

1. ábra: A kunsági bükköny



A kunsági bükköny magok csírázási aránya kezelés nélkül rendkívül alacsony, viszont szkarifikálás, vagyis a maghéj fizikai megsértése és áztatás hatására ez nagymértékben növekszik (Endrédi et. al., 2012), tehát bizonyított a fizikai dormancia jelenléte. A hideghatásra vonatkozóan nem mutattak ki hasonlót. A talaj minőségét tekintve kimutatható, hogy fontos a víztartó képesség, különösen a felső 5 cm-t tekintve, de rendszeres öntözés/csapadék mellett rossz víztartó-képességű, homokos talajon is magas magprodukción mutat. 2009-es csíráztatási kísérlet során azt találták, hogy a 2007-es in-situ magok jobban csíráztak, mint a 2008-as, ex-situ gyűjtöttek. Ennek két feltételezett oka a magnyugalom folyamatos megszűnésével, a csírázóképeség idővel való növekedése és hogy az ex-situ magok csírázóképesége általában rosszabb, mint az in-situ magvaké (Endrédi, 2012). A visszatelepítések során azt találták, hogy a visszatelepítés csak rövid távon növeli a populáció egyedszámát. A palánta kori kiültetés sokkal sikeresebbnek bizonyult a magok vetésénél. (Endrédi, 2010; Endrédi, 2012)

3.1.2. A hólyagos here (*Trifolium vesiculosum* Savi.)

A hólyagos herének Magyarországon egyetlen egy populációja található Újszentmargita mellett. A faj pontusi-mediterrán elterjedésű, hazánkban éri el elterjedésének északi határát (Vargáné, 1999; Lesku & Molnár, 2007). Száraz-félnedves, bolygatott, homokos talajú gyepekben fordul elő (Lesku & Molnár, 2007). Áttelelő egyéves növény, mely szerint ősszel csírázik, majd a következő évben hoz virágot és termést (Lesku & Molnár, 2007; Endrédi 2012). Magyarországon védett, eszmei értéke: 2000 Ft (13/2001 (v. 9.)). Védelmét nehezíti, hogy az előfordulási terület hazánkban nem áll hivatalos védelem alatt. 30-70 cm magas, gyakran elterülő pillangósvirágú növény. A levelei lándzsásak rajtuk jellegzetes fehéres V-alakú folt látható (2. ábra).

A hólyagos here magjai kezelés nélkül szintén rendkívül kis arányban csíráztak, azonban szkarifikálással és áztatással ez az arány ennél a fajnál is jelentős mértékben megnövelhető. A szkarifikálás nélküli áztatás nem mutatott hasonló javulást a csírázásban, tehát szintén fizikai dormanciával rendelkezik a faj. Korábban a hólyagos herét egyéves növénynek vélték, azonban a kísérletek során kiderült, hogy áttelelő egyéves. A nyáron keletkező magok csírázóképesége ugyanazon év őszén a legmagasabb, majd egyre csökken és tavasszal már szkarifikálással és áztatással sem lehet 60% feletti csírázást elérni (Endrédi 2012).

2. ábra: A hólyagos here



3.2. *A magok eredete*

A csíráztatási kísérletek során különböző évekből és élőhelyekről származó magok tulajdonságait és csírázását hasonlítottuk össze. Összesen 12 magtételt használtunk kísérleteinkben. Egy magtétel az adott évből és adott populációról származó magokat jelenti.

3.2.1. **Kunsági bükköny**

A kunsági bükköny esetén 2009-es, 2010-es, 2012-es, és 2013-as, ex-situ állományról gyűjtött, valamint 2013-2015 között három különböző in-situ populációból szedett magokat használtunk (*1. táblázat*). Az in-situ populációkról származó magokat Tiszaderzsről (2013, 2014), Lakitelekről (2014) és a Püspökladányhoz tartozó Makkodi-főcsatorna partjáról (2015) gyűjtöttük. Az ex-situ magok a Gödöllői Botanikus Kertben 2009 óta fenntartott, gyomlált és öntözött állományokról származnak. A magok többségéről a gyűjtés helyén és évén kívül nincs több adatunk, azonban a 2013-as, botanikus kerti magoknál, az egyedi nyomkövetésnek köszönhetően van adat az anyanövényről, a gyűjtés pontos idejéről, és a hüvelyben lévő további magok számáról is. Ez utóbbi két adat a 2015-ös, a Makkodi-főcsatorna partjáról származó magokra is igaz.

megtétel rövidítése	gyűjtés éve	forrás-populáció	vizsgált magok (2016)		2017
			kontroll	szkarifikált	szkarifikált
2009EX	2009	ex-situ	3*20 db	3*20 db	3*20 db
2010EX	2010	ex-situ	3*20 db	3*20 db	3*20 db
2012EX	2012	ex-situ	3*20 db	3*20 db	3*20 db
2013EX	2013	ex-situ	3*20 db	3*20 db	3*20 db
2013T	2013	Tiszaderzs	2*20 db	2*20 db	-
2014T	2014	Tiszaderzs	2*20 db	2*20 db	2*20 db
2014L	2014	Lakitelek	1*23 db	1*23 db	-
2015M	2015	Makkodi-főcsatorna	3*20 db	3*20 db	2*20 db

1. táblázat: A kunsági bükköny magok eredete és a kísérleti elrendezés 2016-ban és 2017-ben

3.2.2. Hólyagos here

A másik vizsgált faj, a hólyagos here esetén négy különböző magtételt hasonlítottunk össze (2. táblázat). Ezek közül csak a 2010-es származik az újszentmargitai in-situ populációról, a többi (2011-2013) szintén a Gödöllői Botanikus Kertben fenntartott állományokról.

megtétel rövidítése	gyűjtés éve	forrás-populáció	vizsgált magok (2016)	
			kontroll	szkarifikált
2010Ú	2010	Újszentmargita	3*20 db	3*20 db
2011EX	2011	ex-situ	3*20 db	3*20 db
2012EX	2012	ex-situ	3*20 db	3*20 db
2013EX	2013	ex-situ	3*20 db	3*20 db

2. táblázat: A hólyagos here magok eredete és a kísérleti elrendezés

3.3. A kísérleti beállítás, a magok kiválasztása és mérése

Mindkét faj magjait az egyedi azonosítás és nyomon követés érdekében a szerológiai vizsgálatoknál általánosan használt, 96 lyukú ELISA platekben (4a. ábra) tároltuk, melyekből egy darab 96 mag egyenkénti tárolását teszi lehetővé.

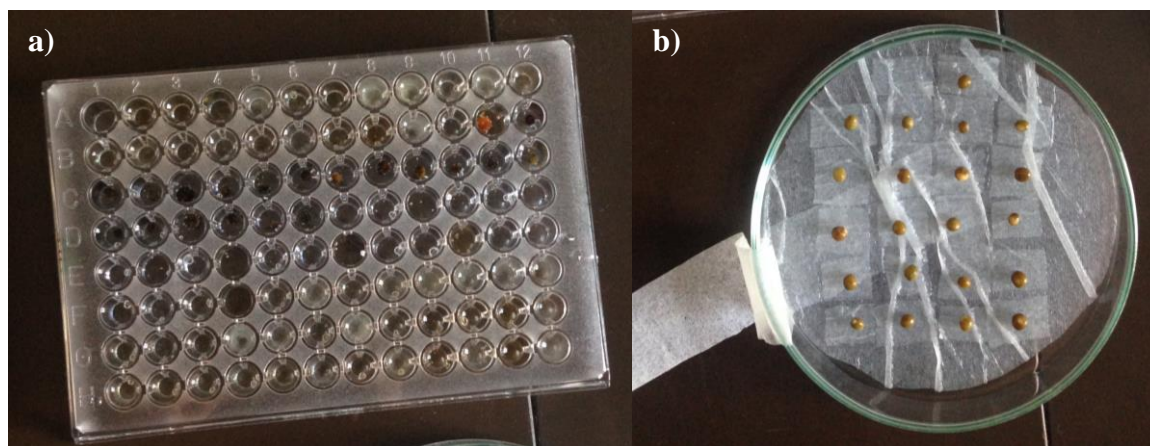
A csíráztatás megkezdése előtt, 2016-ban egy Mettler Toledo AT261 Delta Range, 2017-ben egy Kern ABJ-NM/ABS-N analitikai mérleg segítségével, tizedmilligramm pontossággal megmértük a magok tömegét. Míg a kunsági bükköny esetében minden mag

tömegét egyesével meg tudtuk mérni, a huszad akkora hólyagos here magoknál (3. ábra) csak a 20-as csoportok tömegét mértük le.

3. ábra: A kunsági bükköny (bal) és a hólyagos here (jobb) magjai



4. ábra: ELISA plate (a) és a kunsági bükköny magok elrendezése a Petri-csészében (b)



3.3.1. Kunsági bükköny

2016 és 2017 tavaszán végeztük csíráztatási kísérleteinket **különböző korú** és **különböző helyekről** származó magtétélekkel.

2016 tavaszán összesen 806 darab kunsági bükköny mag dormanciáját és életképességét vizsgáltuk meg. Minden magtételből minimum 20-20 magot tartalmazó csoportokat vizsgáltunk, kezelésenként többnyire három ismétlésben, (1. táblázat), így magtételenként összesen 120 (60 kezeletlen és 60 kezelt) mag tömegéről és csírázásáról gyűjthettünk

adatot. Ez alól kivételt képez három in-situ eredetű magtétel, ahol kevesebb mag állt rendelkezésünkre, mivel védett növények természetes populációiból csak a magok 20%-a gyűjthető be kutatásra (Falk, 1991):

Így a Lakitelekről származó magok esetén csak 23-23 mag került a kezelt és a kontroll csoportba és nem volt lehetőség ismétlésre.

A Tiszaderzsről származó, 2013-ban és 2014-ben gyűjtött magok esetén csak két-két ismétlést tudtunk végezni a 20-20 magot tartalmazó csoportokkal.

Az összes többi magtétel esetében a csíráztatásra, illetve a kezelésre kiválasztott magokat az R statisztikai program (R) segítségével, véletlenszerűen választottuk ki, majd sorsoltuk egy 20-as csoportba, a Petri-csészéknek megfelelően.

2017-ben 320 mag került a csíráztatási kísérletbe húszas csoportokba osztva, míg az ex-situ magtégelekből 3 ismétlést tudtunk végezni, addig a két in-situ magtételből csak kettőt (1. táblázat).

3.3.2. Hólyagos here

A faj különböző korú és különböző helyekről származó magtetelein 2016 őszén végeztük csíráztatási kísérleteinket.

A bükkönnyel ellentétben, a hólyagos herénél minden magtételből megfelelő számú, 3x20 kezelt és 3x20 kezeletlen magot tudtunk használni, így összesen 480 mag került a csíráztatási kísérletekbe (2. táblázat).

Ezek kiválasztása és kezelési 20-as csoportokba történő sorsolása szintén véletlenszerűen történt, a kunsági bükkönynél leírtakhoz hasonló módon az R statisztikai program (R) segítségével.

3.4. A magok kezelése és csíráztatása

A 2016-os kísérleti időszakban, a potenciális fizikai dormancia megszüntetésére mindkét faj magjainak felét kezelésnek vetettük alá. A dormancia megszüntetésére használt módszerek (Long et. al. 2012) közül, kezelésként a szkarifikációt, választottuk, mivel ez a módszer a korábbi vizsgálatokban már bizonyította hatékonyságát ennél a két fajnál (Endrédi 2012, lásd 3.1.1. és 3.1.2. fejezet). A maghéj megsértését a nagy magvú kunsági bükköny esetén dörzspapír segítségével, egyesével végeztük. A hólyagos herénél a jóval kisebb méret miatt szikepengével, ugyancsak egyesével történt az egyes magok szkarifikálása dörzspapír helyett.

Ezután minden mag, a szkarifikáltak és a kontrollok is, beáztatásra kerültek a bükköny esetében az ELISA platekben, míg a here húsz magvú csoportjai a csíráztatásokra is használt Petri-csészékben. Az áztatás ideje valamivel több, mint 24 óra volt, mivel korábbi vizsgálatok alapján legalább 24 órára van szükség a megfelelő vízfelvételhez (Endrédi, 2012). A két faj előkészítése közti különbség oka, hogy míg a bükkönynél minden magot egyedileg azonosítottunk és mértünk korábban, addig a hólyagos herénél csupán a 20-as csoportokat tudtuk nyomon követni, így nem volt szükséges a beáztatás során sem az egyedi elkülönítés.

Az áztatási idő elteltével a kunsági bükköny magok is Petri-csészékbe kerültek csíráztatásra. Minden 20-as csoport külön Petri-csészébe került, így a bükköny magjai 40 db Petri-csészét, míg a hólyagos here magjai 24 db Petri-csészét töltöttek meg a kísérletek alatt. A Petri-csészék nagy tálcákon kerültek a csíráztató helyiségbe, melyeket mindig nedvesen tartottuk. Habár előzőleg rámutattak az ELISA plate-ben történő csíráztatás előnyeire (Tóth, 2015), vagyis az egyedi nyomkövetés egyszerűségére, a csíráztatáshoz azért választottuk a Petri-csészét az ELISA plate-el szemben, mivel utóbbiba rendkívül kis mennyiségű víz fér, emiatt a magok gyorsan kiszáradhatnak, a csírázó növények pedig el is pusztulhatnak. Ezen kívül a Petri-csészében jóval hozzáférhetőbbek mind a magok, mind a kicsírázott növények, így sokkal kisebb az átültetés során bekövetkező károsodás valószínűsége is.

Minden Petri-csésze aljára került egy réteg itatóspapír, majd ezekre még egy-egy kisebb darabka minden egyes mag számára, ezzel is segítve az egyedi azonosítást és a későbbiekben a csíranövény sértetlen kiemelését (*3b. ábra*). Továbbá minden Petri-csészét bejelöltünk szintén az egyedi azonosítás céljából. Minden Petri-csészéből egy vastag csík itatóspapír vezetett a tálcára, melyen keresztül folyamatosan adagolva jutott be a víz a Petri-csészébe a magokhoz az elárasztott tálcáról. Így a magok alatt mindig nedves, de nem túl vizes volt az itatóspapír.

A bükköny magok csíráztatása 2016-ban április 22-től június 2-ig tartott. Ebben az időszakban a csíráztató helyiségben napközben átlagosan 23°C-ot mértünk. A hólyagos here csíráztatását ugyanezen év őszén végeztük.

2017-ben csak kunsági bükköny csíráztatása történt. Kizárólag szkarifikált magokat használtunk, mivel a kontroll magok csupán a dormancia mértékéről adnak információt, ami feltehetően nem változott az évek során, hiszen a magokat száraz helyen, szobahőmérsékleten tartottuk. Így nem kerültek kapcsolatba jelentős degradáló tényezőkkel vagy lebontó erőkkel, amik megtörhették volna a fizikai dormanciát. A 2017-

es csíráztatás fő célja a magok életképességének korral történő változásának vizsgálata, amelyhez szkarifikált magok vizsgálata szükséges. A 2017-es kísérletben 320 db magot szkarifikáltunk és csíráztattunk, a 2016-ossal megegyező módszerekkel. A csíráztatási kísérlet 2017. március 18-tól április 18-ig tartott.

A magok vízfelvételét (=duzzadását) és állapotát lehetőleg napi rendszerességgel ellenőriztük mindkét évben, a csíranövényeket a sziklevek megjelenése után földbe, palántázó ládába ültettük, a penészes, elhalt magokat pedig a regisztrációt követően eltávolítottuk.

3.5. *A csírázott növények kiültetése és egyedfejlődésük nyomon követése*

2016-ban, a kikelt növények a hatékony helykihasználás érdekében, 6x4 rekeszű palántázó ládába kerültek, egy helyről, egy időben vásárolt általános virágföldbe. Azok a növények kerültek elültetésre, melyeken megjelentek a sziklevek.

3.5.1. **Kunsági bükköny**

Összesen 272 kunsági bükkönyt ültettünk el. Minden egyes növény mellé hurkapálcát szúrtunk le (5. ábra). A hurkapálcák földfelszíntől számított magassága 40cm volt, amikor minden elültetett növény elérte ezt a magasságot, akkor kerültek át kiszoktatásra a

5. ábra: A kunsági bükköny csírázó magjai és a kitámasztott palánták



SZIE Gödöllői Botanikus Kertjébe, majd később a még élő egyedek egy részét (94 db) a tiszaderzsi természetes élőhelyre, a többit (103 db) pedig a botanikus kerti parcellákba ültettük. Június 15-én került sor a palánták kihelyezésére Tiszaderzsrre, az in-situ populáció erősítésére. Összesen 94 növény került kiültetésre 4 különböző területre:

23 palántát árnyékos csatornapartra,
36 egyedét napos, nádas csatornapartra,
11 növényt napos, de üde gyepszegélybe,

24 kunsági bükkönyt pedig félárnyékos, üde, fás területre (nemes nyarasba) ültettünk. Mindegyiket egyedileg megjelöltük a későbbi azonosítás céljából. Kizárólag olyan egyedek kerültek vissza a természetes élőhelyre, amelyek eredetileg is onnan származó magokból keltek ki, elkerülve az esetleges génátvitelt az egyes elszigetelt populációk között. A kiültetett példányok állapotát szeptember 7-én ellenőriztük. A területeken cönológiai felmérést és az in-situ populáció számba vételét is elvégeztük.

A botanikus kertbe június 30-án és július 1-jén került sor a növények elültetésére. Két különböző parcellába egy homokos, félárnyékos és egy árnyékosabb, agyagos helyre. A homokos területre 49 palánta került, míg az agyagosra 54. A 104 egyedét úgy választottuk ki, hogy lehetőleg minden magtételből származó egyed kerüljön mindkét parcellába. Minden növényt egyedileg követtünk nyomon és a 3-4 naponkénti ellenőrzés során feljegyeztük az ellenőrzések közti mortalitást, a virágok számát, fejlettségét, a virágzatok számát, a termések számát, érettségét és a bennük fejlődő magok számát. Az ellenőrzések során a növényeket meg is öntöztük. A beérő termések egy részét begyűjtöttük.

A 2017-es csíráztatásokat követően 120 db kunsági bükköny palánta került a fentiekkel megegyező módon elültetésre. Jelenleg az ültető-ládákban várják a kiszoktatási/kiültetési időszakot.

3.5.2. Hólyagos here

A hólyagos herék esetén 216 db került elültetésre az őszi időszakban. Terveink szerint az ősz második felében kerültek volna kiszoktatásra majd kiültetésre a botanikus kertbe, de egyik egyed sem élte meg a kiültetés tervezett idejét.

3.6. Adatok elemzése

A gyűjtött adatokat a Microsoft Office Excel és az R statisztikai program (R) segítségével ábrázoltuk és elemeztük.

A csírázás és a magtömeg összefüggéseit bemutató boxplotok esetén a tömeg a magyarázó változó, de az összefüggés jobb átláthatósága érdekében ezt a változót ábrázoltuk az y-tengelyen.

Az ábrákon és táblázatokban a csírázási és a vízfelvételt jelző duzzadási arányt százalékosan adtuk meg, míg a statisztikai próbáknál (Khi-négyzet, illetve Fisher-féle

egzakt teszt) azokból a gyakorisági adatokból számoltunk, amelyekből a százalékos adatok is származnak, vagyis, hogy hány darab mag csírázott ki/duzzadt meg és mennyi nem egy adott csoportban.

A csírázott, illetve duzzadt magok arányát Khi-négyzet teszttel vagy Fisher-féle egzakt teszttel hasonlítottuk össze, attól függően, hogy az összehasonlított csoportokban a csírázott, illetve nem csírázott magok várható értékei nagyobbak vagy kisebbek voltak-e ötnél. Amennyiben nagyobbak, Khi-négyzet tesztet használtunk, ellenkező esetben, az ilyen esetekben megbízhatóbb Fisher-féle egzakt teszttel hasonlítottuk össze az egyes magtömegekben vagy kezelési csoportokban a csírázott/duzzadt magok arányát, eloszlását.

A magtömegek normális eloszlását vizuálisan, QQ-ábrák segítségével, illetve Shapiro-Wilk teszttel ellenőriztük, a normális eloszlású csoportok közti különbséget pedig ANOVA, illetve Tukey-teszt segítségével vizsgáltuk.

A csírázást, illetve duzzadást befolyásoló tényezők együttes vizsgálatára logisztikus regressziós modelleket és AIC értékeken alapuló modell-szelekciós eljárásokat is használtunk.

A statisztikai elemzések végén, a kapott p-értékeket Bonferroni-Holm módszerrel korigáltuk, hogy kiegyensúlyozzuk az elvégzett próbák számával megnövekedett elsőfajú hibát.

4. Eredmények

4.1. A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.)

4.1.1. Magtömegek

A kunsági bükköny magjainak magtömege átlagosan 10-18 mg közé esett, magtételtől függően. (6. ábra, 3. táblázat). A véletlenszerű beválogatásnak köszönhetően, a magtétéleken belül, az egyes kezelésekhez rendelt magok tömege és szórása nem mutat jelentős eltérést (3. táblázat).

Magtétel	Kezelés	2016		2017	
		Magtömeg (átlag, mg)	sd	Magtömeg (átlag, mg)	sd
2009EX	K	14,60	3,2	-	-
	SZK	15,61	3,1	16,29	1,3
2010EX	K	15,23	3,3	-	-
	SZK	15,31	2,9	14,10	0,3
2012EX	K	18,04	3,9	-	-
	SZK	18,03	3,9	17,96	0,5
2013EX	K	13,91	3,2	-	-
	SZK	13,55	2,8	14,47	1,4
2013T	K	12,36	3,9	-	-
	SZK	12,96	3,3	-	-
2014T	K	14,64	4,3	-	-
	SZK	13,69	4,6	16,60	0,7
2014L	K	9,79	3,0	-	-
	SZK	10,51	3,8	-	-
2015M	K	10,95	2,0	-	-
	SZK	10,24	2,2	10,52	0,05

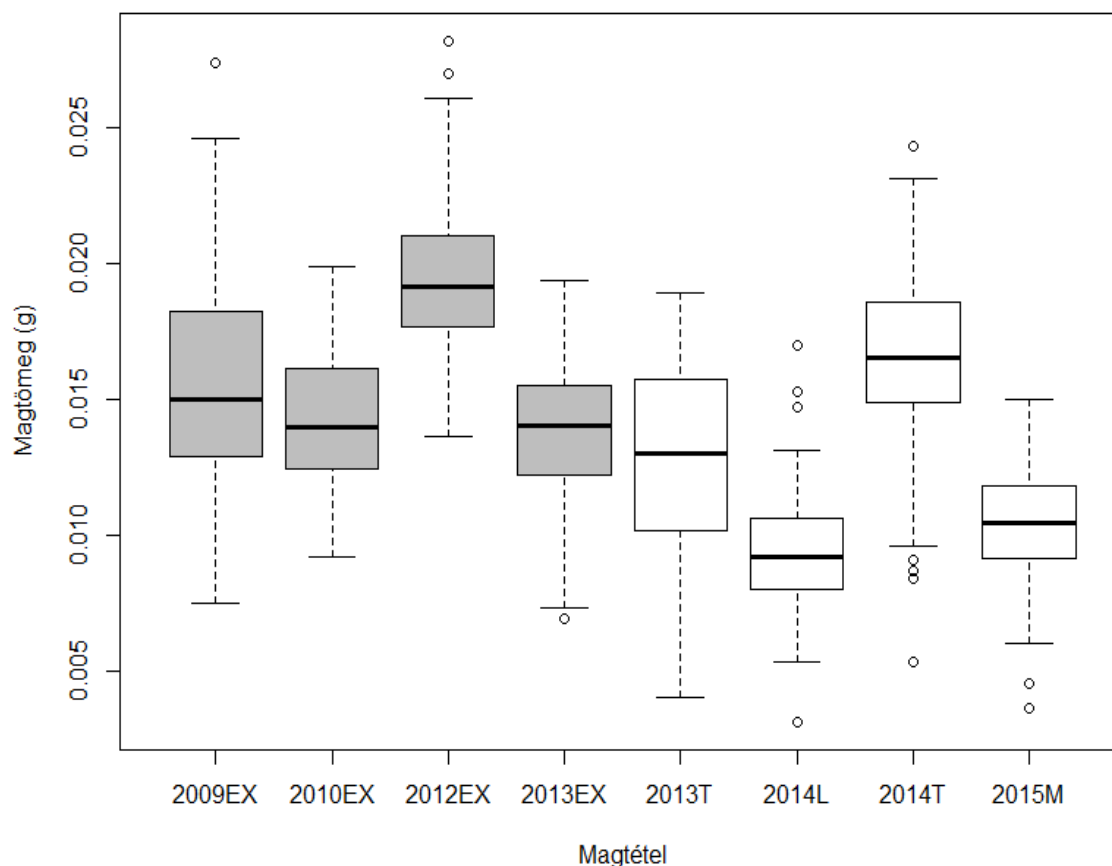
3. táblázat: Magtömegek átlaga és szórása az egyes kezelési csoportokban.

(EX=ex-situ, T=Tiszaderzs, L=Lakitelek, M=Makkodi-főcsatorna; K=kontroll, SZK=szkarifikált)

Összehasonlítva az egyes magtétéleket a 6. ábra alapján, az ex-situ magok közül a 2012-esek nagyobb tömeggel, míg az in-situ magok közül a 2014-es lakiteleki és a 2015-ös Makkodi-főcsatorna partjáról származó tételek kisebb tömeggel rendelkeznek, mint a többiek. Az ugyanabban az évben, 2013-ban gyűjtött ex-situ és in-situ magvak között nem

látszik szignifikáns különbség a magtömeget tekintve, sokkal nagyobb a különbség a két in-situ, 2014-es tétel között.

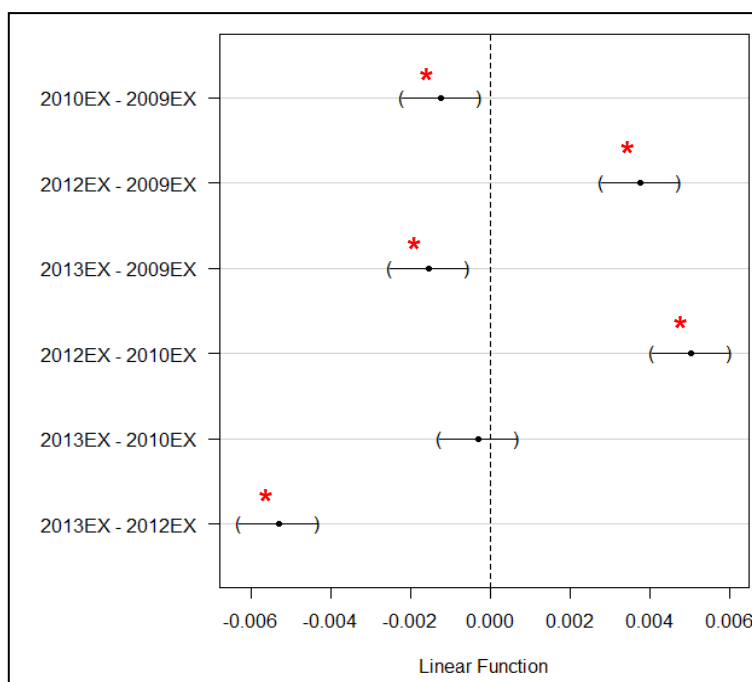
6. ábra: A kunsági bükköny magok tömege magtételenként a 2016-os csíráztatások előtt.
(EX=ex-situ, T=Tiszaderzs, L=Lakitelek, M=Makkodi főcsatorna; fehér: in-situ eredetű; szürke: ex-situ eredetű magtételek)



A normalitás vizsgálatok során azt találtuk, hogy a 2016-ban mért magtömegeknél csak a négy ex-situ, illetve a 2015-ös in-situ magtétel tömegértékei követnek normális eloszlást (Függelék, F/1. táblázat).

Az ex-situ magok tömegeit összehasonlító ANOVA szerint a 2016-ban mért magtömegek szignifikánsan különböznek ($p < 0,001$), a páros összehasonlításokban egyedül csak a 2010-es és a 2013-as megtételek közti eltérés nem lett szignifikáns (Függelék, F/2. táblázat), habár, figyelembe véve a 95%-os konfidencia-intervallumokat is, a 2009-es magtétel sem különbözik nagyon a 2010-estől vagy a 2013-astól (7. ábra). Mindenesetre, a 2012-es magok tömege valóban sokkal nagyobb, mint a többi magtételé (6-7. ábra).

7. ábra: Az ex-situ magtételre alkalmazott, aov(tömeg-eredet) modell páros összehasonlításainak együtthatói és a hozzájuk tartozó, 95%-os konfidencia-intervallumok (*: p<0.01)



Magtétel	Kezelés	2016		2017	
		Duzzadás (%)	sd	Duzzadás (%)	sd
2009EX	K	10,0	0	-	-
	SZK	98,3	2,9	100,0	0
2010EX	K	6,7	5,8	-	-
	SZK	100,0	0	100,0	0
2012EX	K	13,3	7,6	-	-
	SZK	100,0	0	100,0	0
2013EX	K	3,3	5,8	-	-
	SZK	95,0	5,0	100,0	0
2013T	K	5,0	0	-	-
	SZK	100,0	0	-	-
2014T	K	10,0	7,1	-	-
	SZK	100,0	0	100,0	0
2014L	K	0,0	--	-	-
	SZK	95,7	--	-	-
2015M	K	10,0	5,0	-	-
	SZK	100,0	0	100,0	0

4. táblázat: A kunsági bükköny magok vízfelvétele
(K=kontroll, SZK=szkarifikált, L=Lakitelek, T=Tiszaderzs,
EX= ex-situ, M=Makkodi-főcsatorna.)

4.1.2. Dormancia

A kunsági bükköny magtétéleiben a dormans magok arányát a beáztatott, *kontroll* magok vízfelvételével becsültük: amely mag kezelés nélkül is képes volt vizet felvenni, ott nem állt fenn fizikai dormancia. Az egyes magtétélekben a megduzzadt magok átlagos arányát és az ismétlések közti szórást a 4. táblázat foglalja össze.

2016-ban összesen 430 mag duzzadt meg a 806 csíráztatott magból, 398 (97,3%) a szkarifikáltak közül és 32 (8%) a kontroll magok között. Ez utóbbinál 3-13% között alakult a nem dormans magok aránya az egyes csoportokban.

A 2017-es csíráztatási kísérletek során... összesen X db mag vett fel vizet, azonban mivel ebben az évben csak szkarifikált magokat vizsgáltunk, a dormancia mértékének becslésében ez az adatsor nem vett részt.

Fisher-féle egzakt tesztet végeztünk az egyes magtétélek kontroll magjainak összehasonlítására. A teszt lényege a dormans/nem dormans magok arányának, vagyis eloszlásának összehasonlítása az egyes magtétélek között. A teszt szerint, a korrigált p-érték=0,385, ami azt mutatja, hogy nincs szignifikáns különbség az egyes magtétélek dormanciája között.

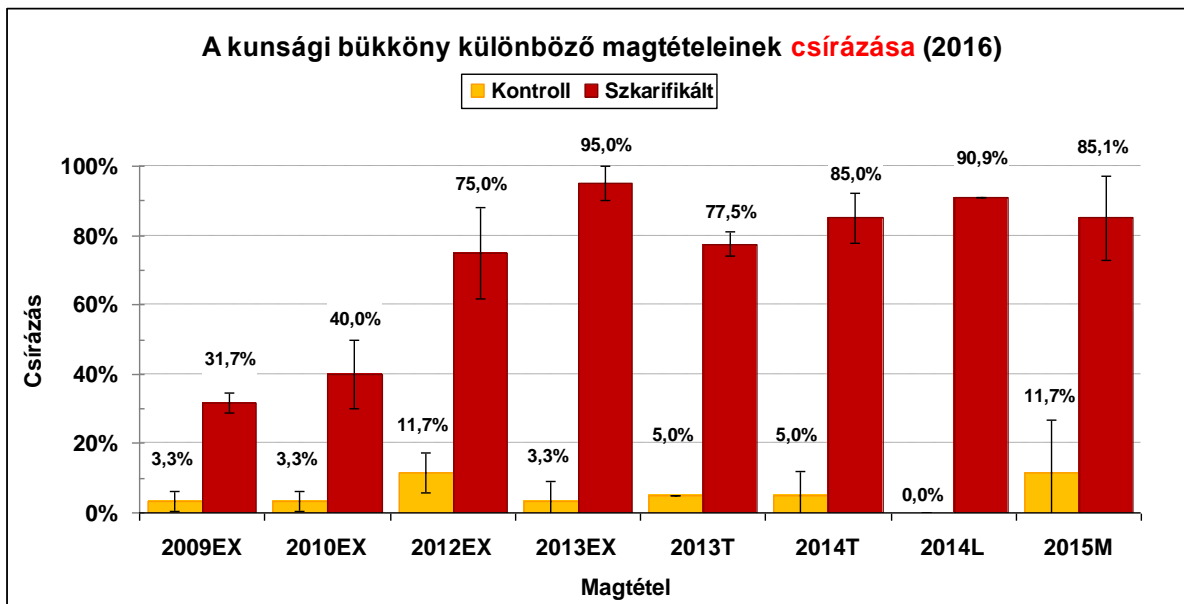
Szintén a kontroll magok duzzadásának, vagyis dormanciájának modellezésére, logisztikus regressziót is használtunk, melyben a duzzadás tömegtől, eredettől és a kettő interakciójától való függését vizsgáltuk. A modell szerint sem a tömeg, sem az eredet nem magyarázza szignifikánsan a dormans magok arányát ($p > 0,25$; *Függelék: 9.2.1-es fejezet*).

4.1.3. Életképesség

A csíráztatási eredményeket az 8. ábra foglalja össze.

A fent említett dormancia itt is jól kimutatható, a szkarifikált magok minden esetben jelentősen jobban csíráztak, mint kontroll társaik.

8. ábra: A különböző magtétel átlagos csírázása és szórása kezelési csoportonként (EX=ex-situ, T=Tiszaderzs, L=Lakitelek, M=Makkodi-főcsatorna, a hibásávok a szórást jelölik)



Amennyiben a szkarifikációs módszer maximálisan feloldja a fizikai dormanciát, a magok életképessége jól becsülhető a szkarifikált magok csírázásával. Így a szkarifikált csoportok duzzadási arányainak (4. táblázat) a várt 100%-tól való eltéréssel ellenőriztük a szkarifikációs módszer hatékonyságát, Fisher-féle egzakt teszttel. Nem kaptunk szignifikáns eltérést a várt 100%-tól (p -érték=0,123), tehát a módszer tökéletesen megfelel a dormancia megtörésére.

Az egyes szkarifikált magtétel életképessége között szignifikáns eltérést találtunk ($p < 0,0001$, Khi-négyzet teszt). A 8. ábrán is látszik, hogy leginkább a 2009-es és 2010-es magok életképessége különbözik a többi csoporttól, de ezek egymástól nem térnek el szignifikánsan (p -érték=0,3412, Khi-négyzet próba).

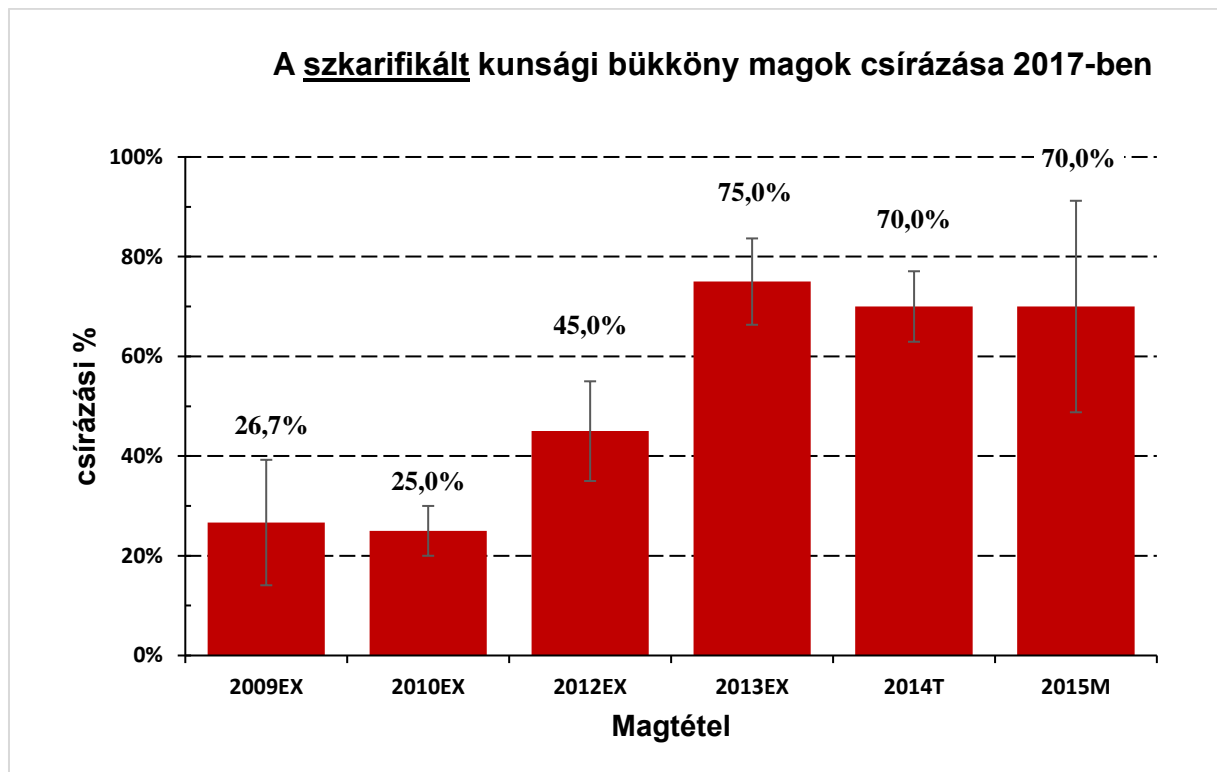
A többi csoportra fókuszálva, azt találtuk, hogy ezek a magtétel sem azonosak életképesség tekintetében (p -érték=0,044, Fisher-féle egzakt teszt).

A két 2013-as magtételt összehasonlítva, egy ex-situ populációból származó, 2013-as mag csírázási esélye 5,42-szer (95%-os konfidencia intervallum: [1,26; 33,41]) nagyobb, mint az azonos évből, Tiszaderzsről, az in-situ populációból származó magnak (p -érték=0,012, Fisher-féle egzakt teszt).

Ezután összehasonlítottuk a 2013-as és 2014-es tiszaderzsi populációból származó magtételket és közöttük nem kaptunk szignifikáns különbséget (p -érték: 0,39, Khi-négyzet próba), mint ahogy a 2014 óta gyűjtött in-situ magok között sem.

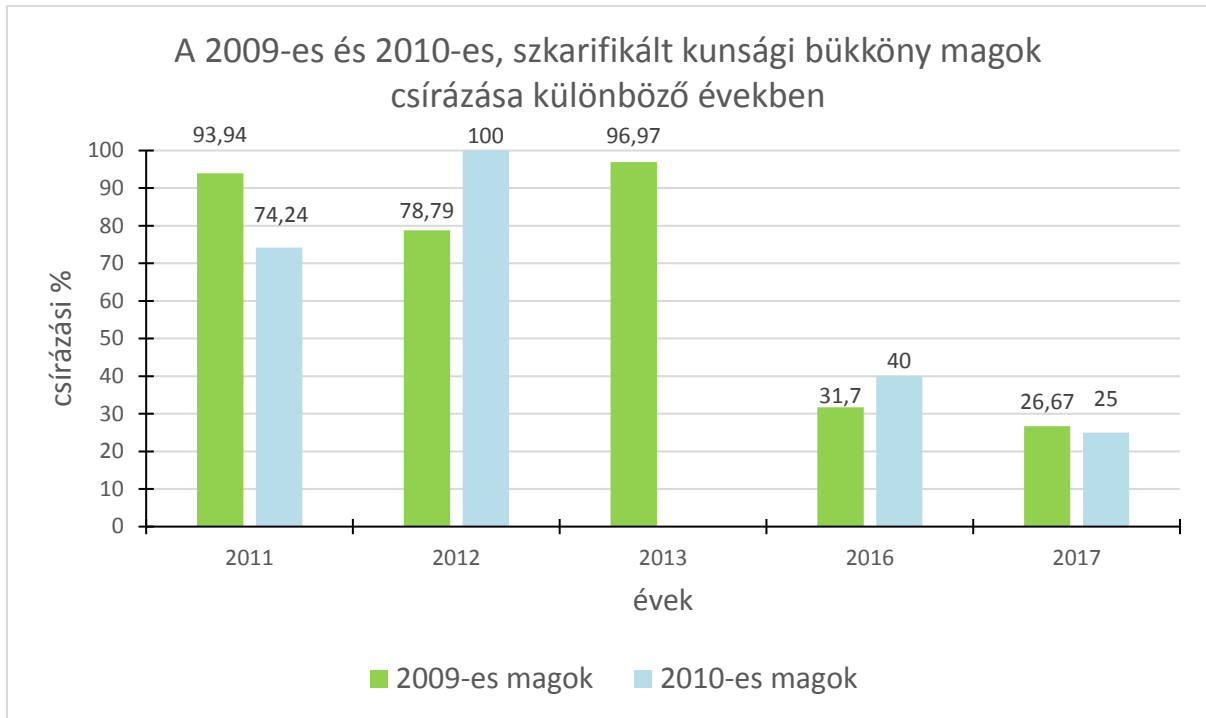
2017-ben megismételtük a csírázási kísérletet, ahol minden csoportban az előző évinél rosszabb csírázási arányt tapasztaltunk (9.ábra).

9.ábra: A különböző magtétel átlagos csírázása és szórása kezelési csoportonként (EX=ex-situ, T=Tiszaderzs, M=Makkodi-főcsatorna, a hibásávok a szórást jelölik)



Ezután a korábbi kísérletek eredményeit összevetettük a mostani eredményekkel, hogy megtudjuk miként változott a magok életképessége az idő előrehaladtával. A két legidősebb, a 2009-es és a 2010-es magtétel csírákéességének változását a 10.ábra szemlélti. Az ábrán is látszik, hogy az első négy évben nincs jelentősebb változás a csírákéességet tekintve, de egy 5-6 éves magtétel csírázókéessége drasztikusan visszaesik. A hiányos adatok (2013-2016-os csíráztatások hiánya) miatt nem egyértelmű a trend, de a frissebb magtételek további vizsgálatával már statisztikailag is elemezhető és ellenőrizhető az ábrán látszó trend a jövőben.

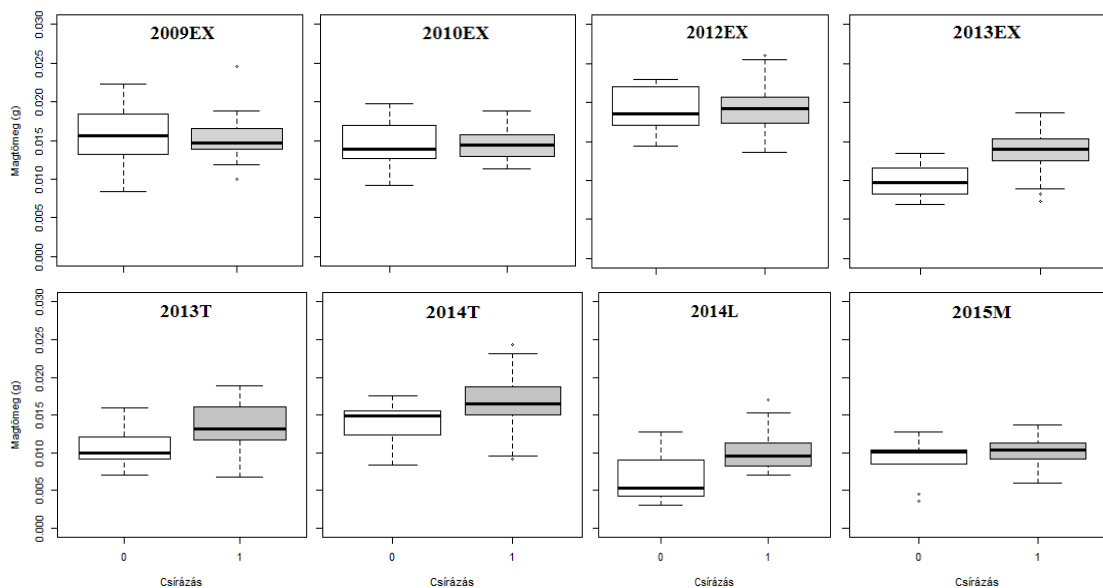
10. ábra: A 2009-es és 2010-es szkarifikált magtétel évenkénti csírázása



A csírázást potenciálisan befolyásoló tényezők közül megvizsgáltuk a magok tömegének szerepét is. Az ex-situ magok esetén nem látszik komolyabb eltérés a csírázó-képes és a nem csírázó-képes magok kezdeti tömegében (11. ábra), habár a 2013-as magoknál nagyobb az eltérés a két csoportban.

11. ábra: A csírázott (szürke) és nem csírázott (fehér), szkarifikált magok kezdeti magtömegei. Az y tengelyen a magtömegek míg az x tengelyen a csírázás eredménye látható, ha 0, akkor nem csírázott, ha 1, akkor csírázott.

A felső sorban az ex-situ (EX) magtételek, az alsó sorban az in-situ (T=Tiszaderzs, L=Lakitelek, M=Makkodi-főcsatorna) gyűjtött magtételek láthatók.



Ezzel szemben, az in-situ eredetű magoknál többnyire az figyelhető meg, hogy a csírázó-képes magok kezdeti magtömege nagyobb, mint a csírázásra képtelen társaiké. Ez alól a 2015-ös magtétel kivételnek tűnik.

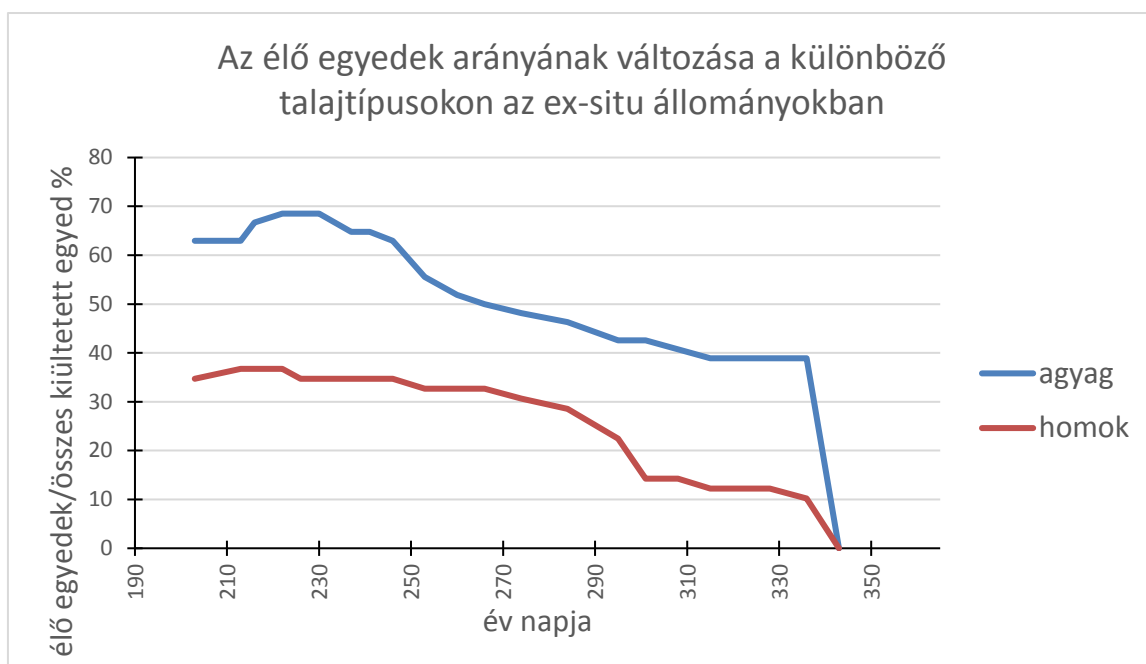
A fentiek figyelembe-vételével logisztikus regresszióval ellenőriztük a magtételek és a magtömeg potenciális hatását a csírázóképesekre (*logmod2, Függelék: 9.3.1. fejezet*). A modell szerint valóban a két 2013-as magtételnél lett szignifikáns a csírázott és nem csírázott magok kezdeti magtömegeinek különbsége ($p < 0,03$), de a többi in-situ csoportnál is marginálisan szignifikáns az interakció. A magtétel és a tömeg önmagában nem befolyásolta jelentősen a csírázás esélyét ebben a modellben.

Ezután összevontuk az ex-situ és in-situ tételeket és ugyancsak logisztikus regresszióval megnéztük, hogy a magtömeg, a megtétel, az ex-situ/in-situ eredet, illetve ez utóbbiak interakciója hogy befolyásolja a magok csírázási esélyét (*logmod3, Függelék: 9.3.1. fejezet*). A modell szerint ugyan az ex-situ magok csírázási esélye valamivel nagyobb (körülbelül 1.3-szorosa az in-situ magokénak), ez a különbség nem szignifikáns. A magtömeg azonban szignifikánsan befolyásolja a csírázást, a nagyobb magok nagyobb eséllyel csíráznak, de a magtömeg hatása valóban nagyobb az in-situ csoportban, mint az ex-situ tételeknél. A modell azt is alátámasztotta, hogy az egyes magtételek csírázási esélye is különbözik.

4.1.4. Ex-situ populáció

Az ex-situ populáció létrehozására a Gödöllői Botanikus Kertben került sor két különböző parcellában 2016. június 30-án és július 1-jén. Összesen 103 egyedét ültettünk ki, ebből 49-t a félárnyékos, homokos talajú parcellába, míg 54-t az árnyékos, agyagos talajú helyre. A növényeket úgy választottuk ki, hogy lehetőség szerint minden magtételből kerüljön mindkét parcellába egyed. 3-4 naponta ellenőriztük, öntöztük őket. **Túlélés:** A homokos területen a 49-ből 17 (34,7%), az agyagoson 54-ből 34 egyed (63%) élte túl a kiültetést. A 12. ábrán is látszik, hogy ez a kezdeti különbség a két terület között jelentős, utána azonban az egyedszám-csökkenés üteme nem igen tér el a két különböző élőhelyen.

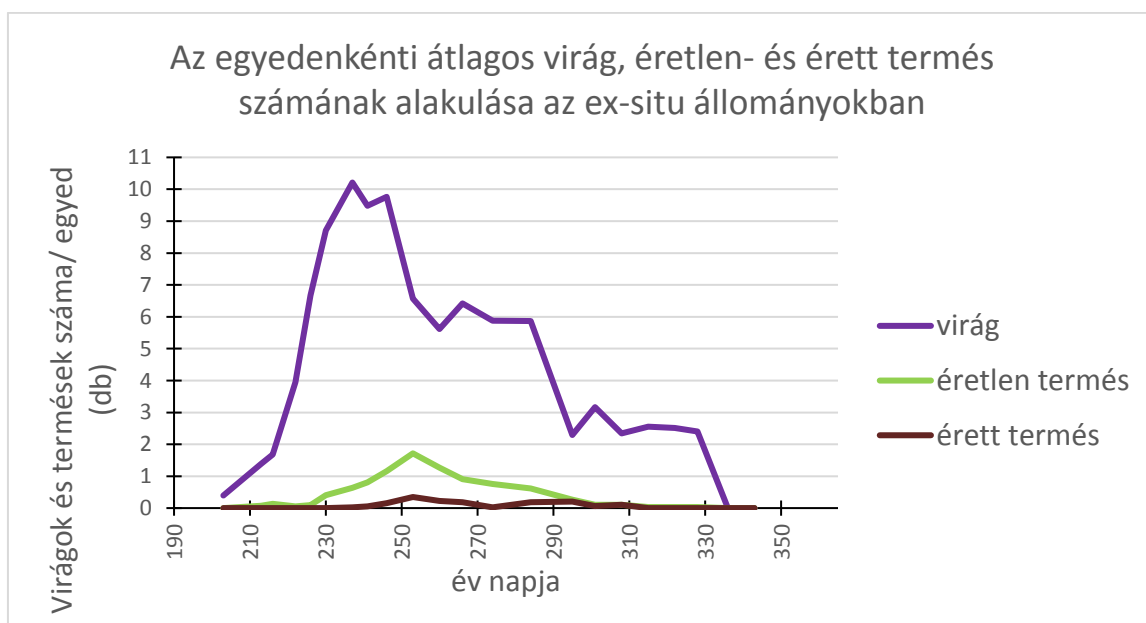
12.ábra



Produkción: A 17, homokon nevelt egyedből 13 (76,5%) hozott virágot és ezek mindegyike termést is érlelt, míg a 34, agyagos területen nevelt egyedből 29 (85,3%) virágzott, de csak 25 (73,5%) termett.

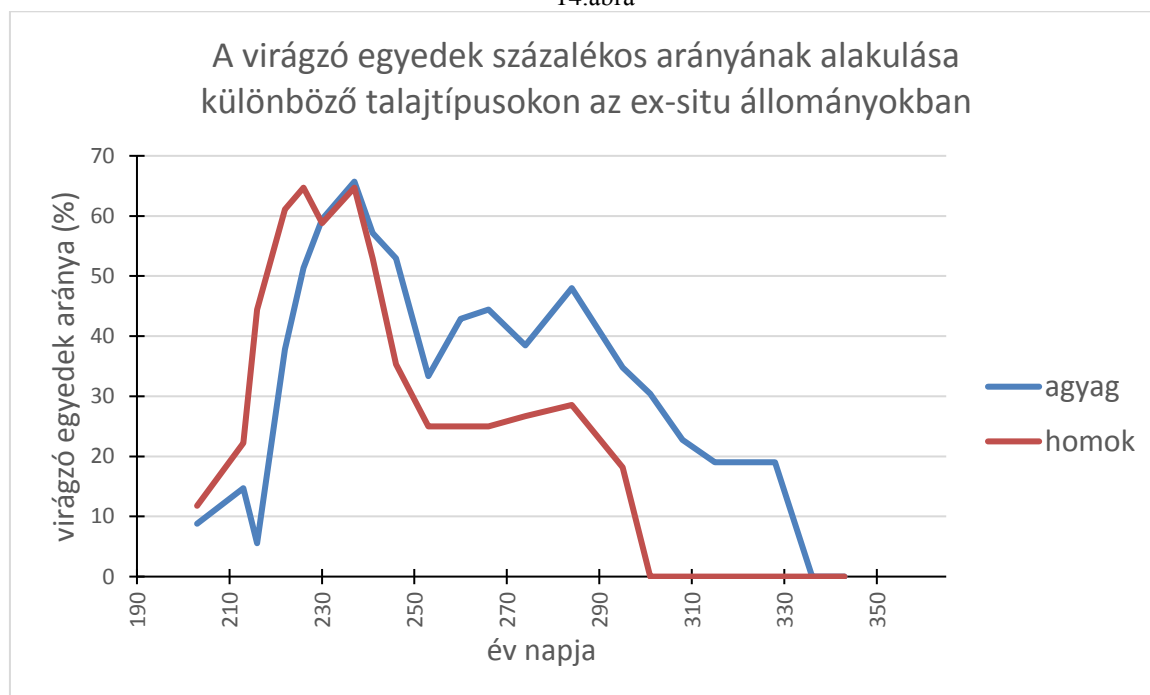
A virágok száma augusztus második felében érte el csúcspontját, míg éretlen termésből szeptember második hetében volt a legtöbb, érett termésből ugyanekkor és október közepén lehetett feljegyezni a legtöbbet (13.ábra). A 13. ábrán az is megfigyelhető, hogy az egy egyedre jutó virágszám és a hasonlóan egyedszámra leosztott éretlen termésszám között igen nagy a különbség, arányaiban nagyon kevés virág termékenyül meg és végül még kevesebb érik be.

13.ábra

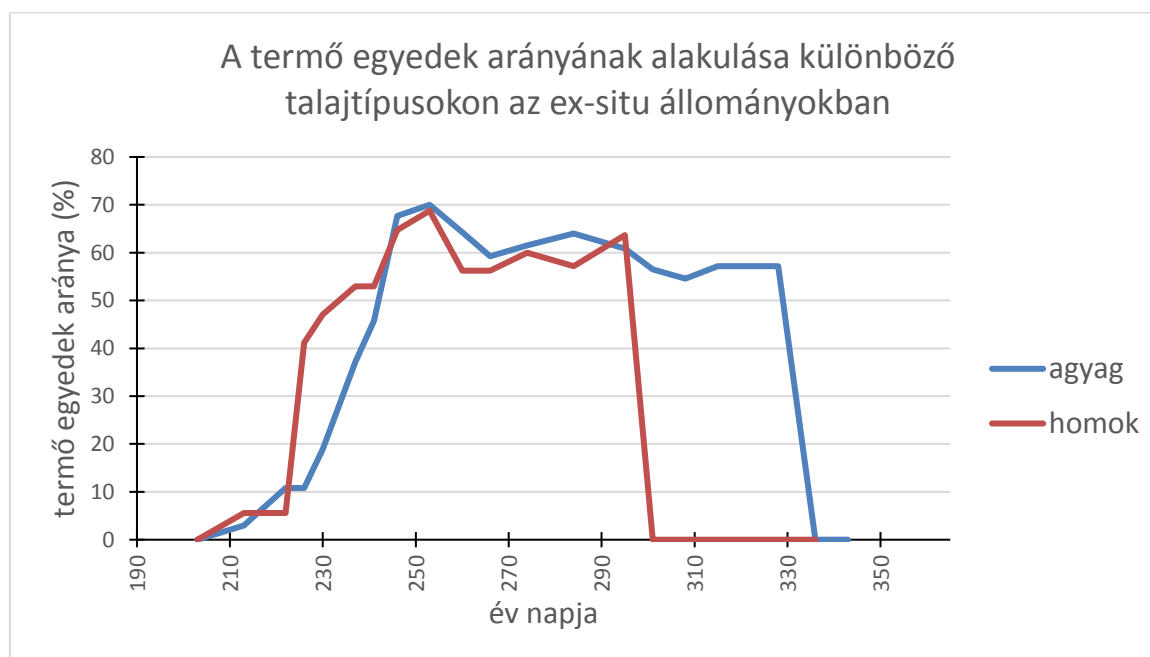


A virágzó és a termő egyedek arányánál egyaránt megfigyelhető, hogy habár a két területen hasonló mértékűnek mondható a virágzás/terméshozás (a 14. és 15. ábrákon látott trendvonalak csúcspontjai hasonló értékeket vesznek fel), a homokos területen élő egyedek kezdtek korábban virágozni és termést hozni, de sokkal hamarabb, meredekebben csengett le náluk a virágzási/terméshozási időszak (14. és 15. ábra).

14. ábra

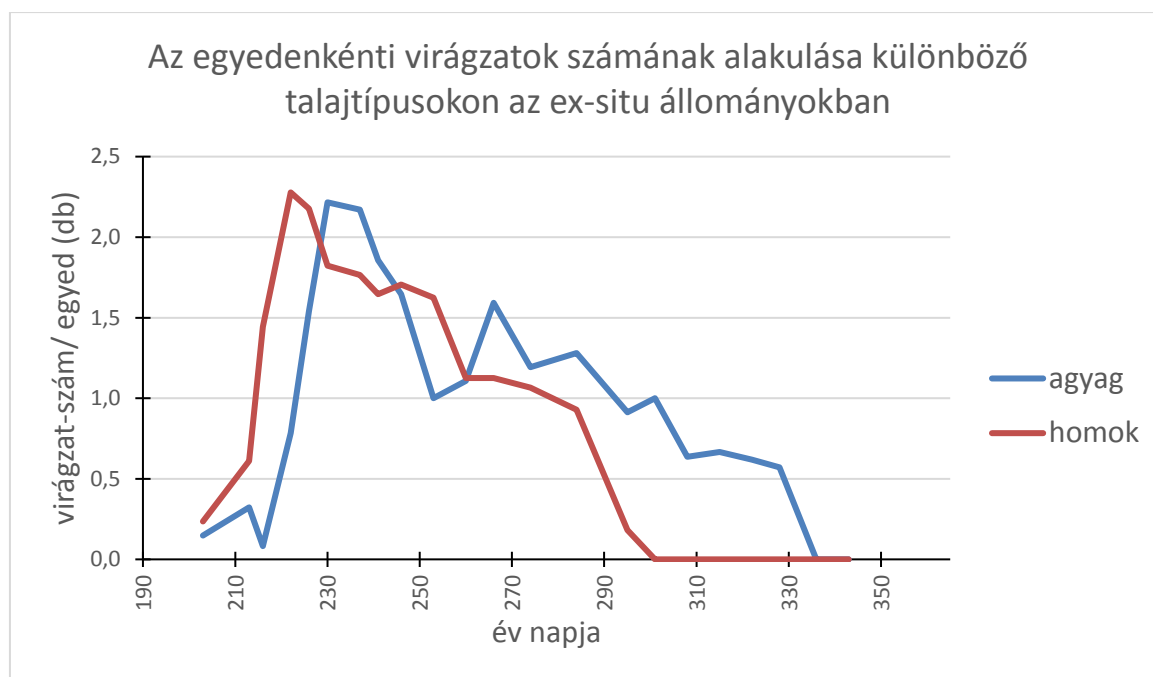


15. ábra



Az egyedenkénti virágzatszámban hasonló trend figyelhető meg, a két élőhelyen hasonló mennyiségű virágzatot hoztak a növények, de a homokos élőhelyen hamarabb jelent meg a virágzás csúcsa, mint az árnyékosabb, agyagos területen, és körülbelül egy hónappal korábban le is csengett (16.ábra).

16.ábra

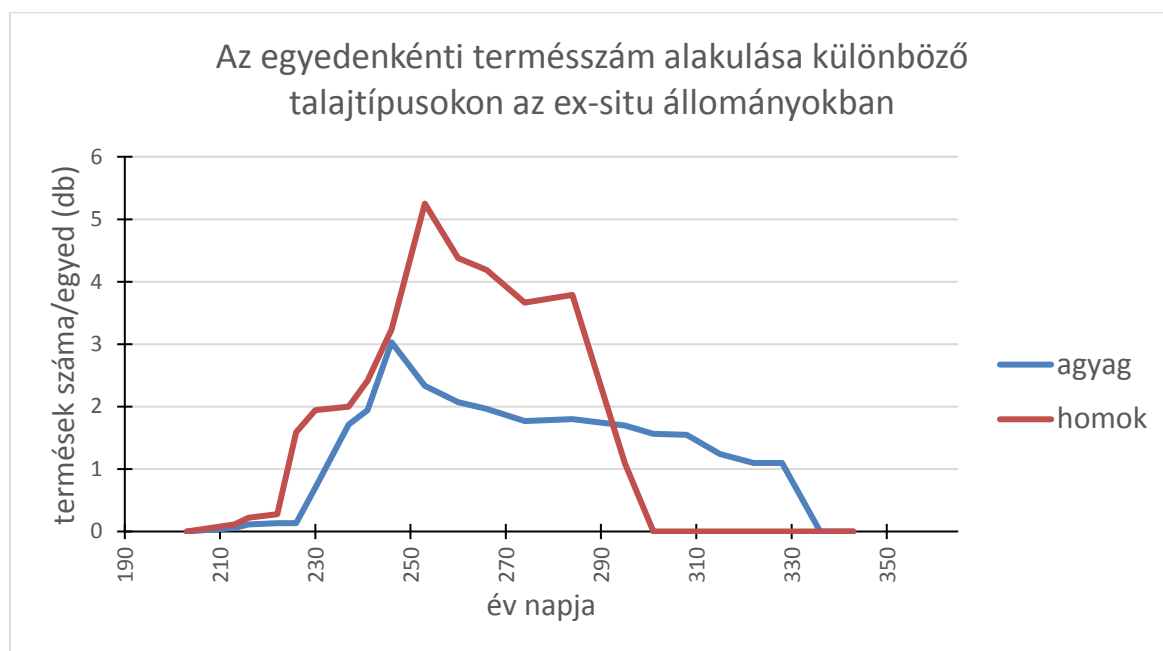


A fentiekkel ellentétben, a virágok (17.ábra), a termések (18.ábra) és a magok (Függelék: 9.4. fejezet) számában jelentős különbség mutatkozik a két élőhely között. Homokon sokkal magasabb értékeket ér el a produktivitás, mint agyagon, viszont az utóbbin élő növények még sokkal később is hoznak virágokat és érlelnek termést.

17.ábra

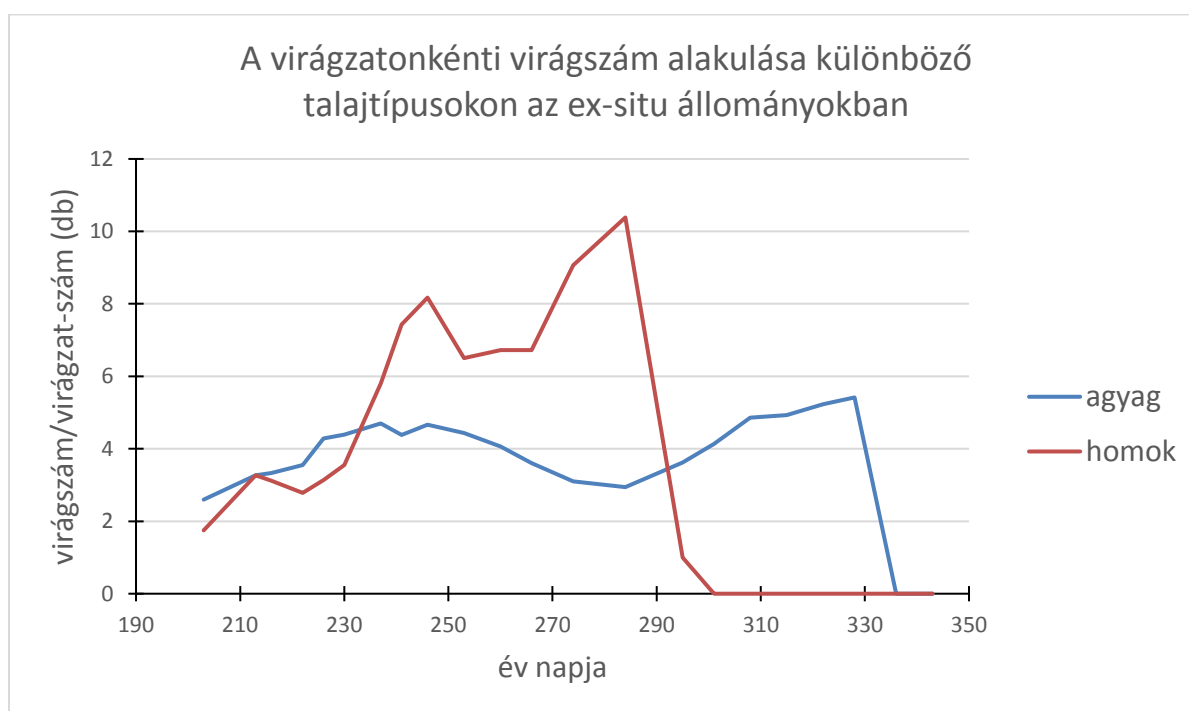


18.ábra



A fenti különbségből (vagyis, hogy a virágzatok száma egyedenként közel azonos, míg a virágok száma már nagy különbségeket mutat), hogy a homokos talajon élő növények sokkal magasabb virágzatonkénti virágszámot voltak képesek produkálni (19.ábra). Átlagosan több mint 10 virágot is képesek voltak fejleszteni virágzatonként, míg az agyagos talajon ez a szám még a hatot sem éri el.

19.ábra



4.1.5. In-situ populáció

2016. június 15-én 94 kunsági bükköny palántát ültettünk ki a természetes élőhelyre Tiszaderzsre, négy különböző területre, az in-situ populáció erősítésére. Kizárólag olyan egyedek kerültek kiültetésre, amelyek Tiszaderzsről vagy az ex-situ populációból, mely Tiszaderzsről származik szintén, származtak. Minden tövet egyedileg megjelöltünk. Ekkor elvégeztük az állomány felmérését is, mindösszesen egyetlen egyedet találtunk. A szeptember 9-én végzett ellenőrzés során a 94 egyedből egyetlen egy volt életben, az sem hozott virágot. Ebben az időpontban is megvizsgáltuk az in-situ populációt. Összesen öt egyedet találtunk, amelyekből három hozott virágot és termést. Ezeken 103 virágot és 94 hüvelytermést számoltunk. Továbbá a területeken vegetációfelmérést végeztünk, ezen adatok elemzése a további tervek között szerepel.

4.2. A hólyagos here (*Trifolium vesiculosum* Savi.) csíráztatása

A hólyagos here csíráztatási kísérlete 2016. szeptember 23. és október 24. között zajlott.

4.2.1. Magtömeg

A hólyagos here magjait 20-as csoportokban mértük le, majd átlagoltuk ki, hogy megkapjuk az egyes magok tömegét a csoportokban. A magtömegek jelentősen alacsonyabbak, mint a kunsági bükköny magjainál (5. táblázat). A kis minta-elemszám miatt nem hasonlítottuk össze az egyes magtétel tömegeit statisztikai próbákkal, de a legfrissebb ex-situ magtétel átlagosan nagyobb magokat tartalmaz, mint a többi. Érdeemes megjegyezni, hogy ugyan a 2012-es, ex-situ magok tömege csaknem megegyezik a 2013-as magokéval, vagyis nagyobb, mint a két régebbi magtételé, a magtömeg szórása sokkal nagyobbak bizonyult ebben a csoportban.

Magtétel	Kezelés	Magtömeg (átlag, mg)	sd
2010Ú	K	0,928	0,026
	SZK	0,940	0,025
2011EX	K	0,955	0,027
	SZK	0,950	0,041
2012EX	K	1,058	0,158
	SZK	1,1567	0,150
2013EX	K	1,125	0,075
	SZK	1,057	0,072

5. táblázat: A hólyagos here magjainak tömege és szórása (EX=ex-situ, Ú=Újszentmargita; K=kontroll, SZK=szkarifikált)

4.2.2. Dormancia

A dormans magok arányát ennél a fajnál is a kontroll magok vízfelvételevel becsüljük. A 6. táblázatban látszik, hogy a kunsági bükkönyhöz hasonlóan, ennél a fajnál is nagy a dormancia mértéke, szkarifikáció nélkül maximum a magok 16,67%-a képes vizet felvenni, holott szkarifikációt követően közel 100%-uk megduzzadt. A 2010-es in-situ, és a 2013-as ex-situ magtétel nagyobb dormanciával rendelkezik, mint a 2011-es, illetve 2012-es, ex-situ magtételek.

Tétel	Kezelés	Duzzadás (%)	sd
2010Ú	K	1,67	2,9
	SZK	98,3	2,9
2011EX	K	10,0	5
	SZK	100,0	0
2012EX	K	16,67	11,5
	SZK	98,3	2,9
2013EX	K	1,67	2,9
	SZK	100	0

6. táblázat: A here magok vízfelvétele (EX=ex-situ, K=kontroll, SZK=szkarifikált, Ú=Újszentmargita)

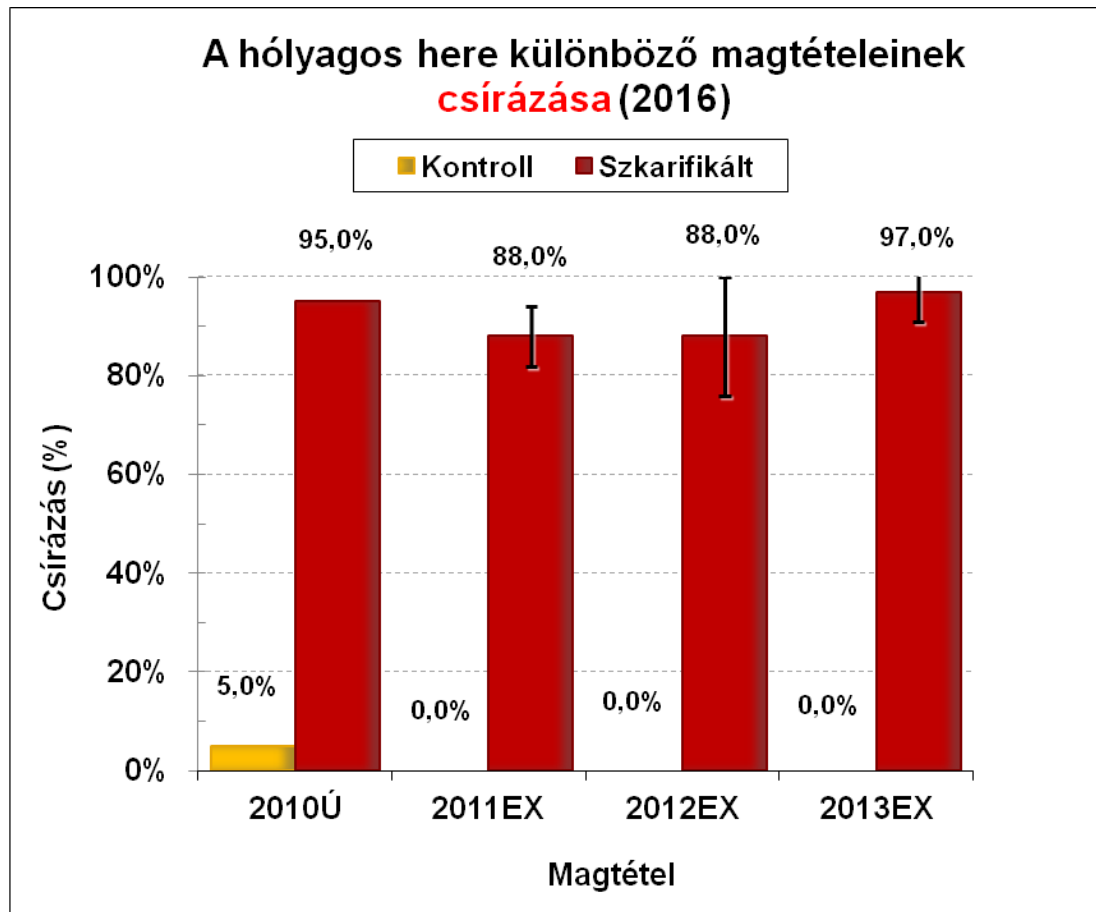
4.2.3. Életképesség

A magok csírázását tekintve (20. ábra), nem látszik nagy különbség az egyes magtétel között, habár a két közepső, a 2011-es és a 2012-es ex-situ tétel százalékosan gyengébben csírázott, de statisztikailag nem mutatott szignifikáns különbséget (p -érték=0,163, Fisher-féle egzakt teszt). Mindenesetre az ábrából arra következtetünk, hogy a 6 éves magok is képesek 95%-os csírázásra, ami hosszabb élettartamot sugall.

Minden sziklevelet fejlesztett egyed elültetésre került, ez összesen 216 növényt jelentett. Azonban az ősz végére tervezett kiültetést egy sem élte meg.

20. ábra: A hólyagos here magok csírázása magtételenként

Ú= Újszentmargita, Ex=ex-situ



5. Következtetések

5.1. A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.)

A kunsági bükköny, méréseink alapján a hazai bükköny fajok többségével azonos magtömeg-kategóriába tartozik, mely alapján valószínűsíthető, hogy rövid távú perzisztens magjai vannak (Csontos, 2001). Ez utóbbi annyit tesz, hogy magjai ugyan egy évnél tovább, ámbar többnyire csak öt éven belül őrzik meg csírázókéességüket (Thompson & Grime, 1979).

Az életképesség tekintetében elmondható, hogy az *ex-situ* állományból származó magok jobban csíráztak, mint az ugyanabban az évben, de *in-situ* gyűjtött magok. Ezt az „*ex-situ* előnyt” alátámasztották már korábbi szakirodalmi adatok is (Tóth, 2015), a gondozott, gyomlált állomány életképesebb magokat hoz megfelelő körülmények között.

Érdekes azonban, hogy a magok tömege nem feltétlenül függ össze csírázó-képességükkel. A fent említett, Csontos Péter által írt kötetben (Csontos, 2001) azt is említi a szerző, hogy ha egy adott faj magjait nézzük, a kisebb magok általában kevésbé életképesek, avagy, nagyobb valószínűséggel léhák. Habár mi a legtöbb magtételünkönél ilyen összefüggést nem találtunk (*11. ábra*), egyes, főleg *in-situ* magtételeknél megfigyelhető volt, hogy a kicsírázott magok kezdeti tömegei általában nagyobbak voltak, mint a ki nem csírázott társaiké. Mivel vizsgálatunkban az *in-situ* magok tömege eleve kisebbnek bizonyult, mint *ex-situ* társaiké, azt feltételezzük, hogy egy adott tömeg felett nincs hatása a magtömegnek a csírázás valószínűségére, és míg az *ex-situ* magok elérik ezt a limitet, az *in-situ* gyűjtött, eleve kisebb tömegű magoknál sokat számíthat a magtömeg a csírázási képesség tekintetében. Ez okozhatta a fent megfigyelt különbséget az *in-situ* és *ex-situ* eredetű magok tömeg-csírázás összefüggésében (*9.1.3. fejezet, logmod3*).

Az életképességgel kapcsolatban érdemes még kiemelni, hogy a 2009-es és 2010-es *ex-situ* magok egyformán rosszabban csíráztak a többinél, és ha figyelembe vesszük a 2017-es kísérlet még rosszabb, illetve a korábbi évek sokkal jobb (Endrédi et al. 2012) csírázási arányait ugyanezekben a magtételekben, valószínűnek tartjuk, hogy a tételek a magok korával folyamatosan elveszítették a csírázókéességüket. Amennyiben megerősítést nyer, hogy a drasztikusan lecsökkent csírázókéesség egy valódi csökkenő trend része, akkor az elmúlt két év adatai alapján elmondható, hogy a kunsági bükköny magjai, ha nem is öt éven belül, de 10 éven belül nagy valószínűséggel elveszítik csírázókéességüket. Ez összecseng a magok tömege alapján várt magélettartammal (*Következtetések, első bekezdés*). Ez azért

is fontos eredmény, mert ebből adódóan a faj magjai ex-situ maggyűjteményekben sem tartható el sokáig, ex-situ megőrzése folyamatos állomány-fenntartást igényel.

A pillangósvirágúak családjánál általánosan elterjedt, hogy a magok fizikai dormanciával rendelkeznek (1.3. fejezet, Jayasuriya, 2013). Bizonyított, hogy a dormans magok aránya változik a forráspopuláció és az időjárás függvényében: jobb évben, vagy ideálisabb környezetben nevelkedő populációnál a dormans magok aránya kisebb, mint aszályos vagy eleve rosszabb élőhelyen élő társaiknál (Cseresznyés-Bózsing, 2010). A magok duzzadásának vizsgálata alapján kijelenthetjük, hogy a faj magjai nagymértékű, minimum 90%-os dormanciát mutatnak, eredettől függetlenül (4. táblázat). Megfigyeléseink nem támasztják alá a fent említett szakirodalmi adatokat, vagyis, hogy a dormans magok aránya erősen függ a termőterülettől és az adott év időjárásától, mindegyik, általunk vizsgált magtétel magjaira elmondható, hogy az első évben csak maximum 10%-uk képes kicsírázni és később is csak azok, melyek maghéja valamilyen módon megsérül. Ha ezt az eredményt kiegészítjük a fent említett hipotézissel, miszerint a faj magjai 10 éven belül elveszíthetik csírázóképességüket, illetve azzal, hogy aszályos évben az egyéves egyedek túlélési esélye erősen lecsökken (Endrédi et al. 2012), belátható, hogy a növény rendkívül érzékeny.

A homokos területen tapasztalt gyengébb túlélési arány a homok rosszabb víztartóképességének köszönhető (a víz mennyisége nem különbözött), viszont ezen a területen több a napsütés, ami a leginkább fontos a virágok fejlődéséhez és a termések érleléséhez. Homokon hamarabb kezdődik a virágzás a több fény hatására, de sokkal előbb véget ér, mint az agyagos területen. Lehetséges, hogy az agyagos talajon nevelt növények a később kezdődő virágzást, úgy igyekeznek kompenzálni, hogy hidegebb időben is próbálnak termést érlelni. A homokos területen tapasztalt nagyobb produkció is vélhetően a több napsütés következménye, de agyagos területen a produktív időszak jóval hosszabb. Ez még jobban megnöveli a faj érzékenységét.

5.2. A hólyagos here (*Trifolium vesiculosum* Savi.)

A hólyagos here magtömegei hasonlóak sok más, hazánkban előforduló here faj magtömegéhez (Csontos, 2011) és ugyan az egyetlen in-situ magtételünk magjai jelen esetben is kisebbek, mint az ex-situ magok, ez az eltérés nem túl jelentős. A magtömeg-kategória alapján hosszú távú, vagyis 5 évnél tovább életképes, perzisztens magbankkal rendelkezhet a faj (Csontos, 2001). Ezt látszik alátámasztani az is, hogy a vizsgálatunk idején legidősebb, hat éves magjaink csírázóképessége még mindig 95%.

A magok duzzadási aránya alapján kijelenthető, hogy a szkarifikáció, mint dormancia-megtörő módszer, jelen esetben is tökéletesnek bizonyult. A kontroll, illetve a szkarifikált magok vízfelvétele alapján itt is kijelenthető, hogy a magok nagy hányada dormans, és ugyan a duzzadás statisztikai elemzése jelen dolgozatban még nem áll rendelkezésre, de a vizsgálat adatai alapján valószínűsíthető, hogy van különbség az egyes magtétélek dormanciájának mértéke között.

5.3. *A két faj csírázásának összevetése*

Mindkét faj összes magtételénél nagy arányú fizikai dormanciát találtunk, amely a magok egyenkénti megsértésével, szkarifikációval csaknem 100%-osan feloldható. A két faj magjainak életképessége meghaladja a 80%-ot, ugyanakkor amíg a nagyobb magvú kunsági bükköny hét, illetve hat éves magtétélei rosszabb életképességet mutatnak, mint régen (Endrédi, 2010), illetve, mint az új tétélek, addig a kismagvú here esetén a 2010-es magok életképessége még mindig 95%-os. Ez az összefüggés összevethető Csontos (2001) azon megfigyelésével, miszerint a kisebb magvú fajok magjai rendszerint hosszabb élettartammal rendelkeznek. Ez az elmélet még tesztelésre, statisztikai elemzésre szorul, ugyanakkor, amennyiben beigazolódik, hogy a kunsági bükköny magjai 10 éven belül elveszíthetik életképességüket, az komoly változtatásokat igényel majd az ex-situ és in-situ védelmi stratégiában.

5.4. *További feladatok, célok*

Áttekintve a fenti eredményeket, az alábbi kérdésre szeretnénk a jövőben választ találni:

- Hogyan befolyásolja a magok kora és a magprodukciónak az évnek időjárása a magok csírázási esélyét az in-situ, illetve az ex-situ állományokban?
- Hogyan befolyásolja a magprodukciónak az évnek időjárása a dormans magok arányát az in-situ, illetve az ex-situ populációban?
- Hogyan befolyásolja a kiültetett illetve spontán kelt egyedek mortalitását és magprodukciónak az adott év időjárása?
- Hogyan változott az in-situ élőhelyek vegetációja az elmúlt években?

6. Összefoglaló

Kutatásunk két hazai pillangósvirágú növény, a fokozottan védett kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.) és a védett státuszú hólyagos here (*Trifolium vesiculosum* Savi.) ex-situ védelmével és csírázásbiológiájával foglalkozik. Habár a két faj eltérő élőhelypreferenciával és életmenet stratégiával rendelkezik, közös bennük, hogy a hazai populációk rendkívül sérülékenyek, kis számuk, méretük és marginális elhelyezkedésük miatt. Ezen a több éve tartó védelem sem tudott javítani, mivel a fajok biológiája mindmáig csak kevéssé ismert.

Kutatásunk célja a jelenlegi védelmi stratégia hatékonyságának növelése újabb csírázásbiológiai adatok gyűjtése által, valamint a hazai populációk erősítése további szaporítással és visszatelepítésekkel. Kísérletünkben vizsgáltuk a különböző eredetű magok életképességét, dormanciáját, tömegét és élettartamát, valamint az eltérő körülmények közé kiültetett egyedek mortalitását és fenológiai tulajdonságait.

A csírázásbiológia vizsgálatokban összesen 806 db kunsági bükköny és 480 db hólyagos here magot mértünk le, csíráztattunk, majd követtünk egyedileg a vizsgálat végéig. A keménymaghéjúság becslése céljából a magok felét csíráztatás előtt szkarifikáltuk. 94 db kunsági bükköny palánta került kiültetésre a tiszaderzsi természetes élőhelyre, négy eltérő adottságú területre, míg a gödöllői Botanikus Kertbe további 104 egyedet ültettünk ki, két különböző helyre. Emellett, az eredeti élőhelyen felmértük a vegetációt, az ex-situ állományról pedig heti rendszerességgel fenológiai adatokat gyűjtöttünk.

Mindkét fajnál, eredettől és kortól függetlenül a szkarifikált magok szignifikánsan jobban csíráztak, mint kezeletlen társaik, ami a dormancia nagy arányára utal a magok között. A kunsági bükköny egyes magtétéleinek tömege különbözött, de a mag korának hatása a csírázóképessegre nagyobb volt: hét év alatt a 2009-es magok életképessége 95%-ról 31,7%-ra csökkent, ami a faj magjainak rövid élettartamára utal. Ilyen összefüggést a jóval kisebb magtömeggel rendelkező hólyagos here esetén nem tapasztaltunk, a hat éves magok életképessége még mindig 90% volt.

Az eredeti élőhelyre kiültetett 94 kunsági bükkönyből mindössze egy egyed élte meg az augusztusi ellenőrzés idejét, azonban ez az egyed sem hozott virágot vagy termést. A rendkívüli mortalitás valószínűleg az idejének köszönhető, ennek további vizsgálata még folyamatban van. Ezzel ellentétben, a botanikus kertben az egyedek 49,5%-a túlélte.

7. Summary

Our research focuses on the ex-situ conservation and the germination biology of two fabaceous Hungarian plant species, the critically endangered Siberian vetch (*Vicia biennis* L.) and the endangered arrowleaf clover (*Trifolium vesiculosum* Savi.). However they have different habitat preferences and strategies, their indigenous populations are small and - despite of the long-time protection - very vulnerable due to their marginal location and lack of knowledge about the biology of the species.

The aim of this study was to increase the efficiency of the protection by collecting more data on the germination biology of the plants and strengthen the populations with further reintroductions. We studied the viability, dormancy, mass and longevity of seeds collected from different locations as well as the mortality and phenology of individuals planted to areas with different conditions.

In the germination tests we measured, germinated and followed 806 *Vicia biennis* and 480 arrowleaf clover seeds individually. We scarified the half of the seeds in order to estimate the level of dormancy. 94 *Vicia biennis* seedlings were planted to the natural habitat, in Tiszaderzs, into four different areas, while 104 individuals were planted in the Botanic Garden of Gödöllő, into two different areas. In the natural habitat we mapped the vegetation and checked the result of the reintroduction while from the ex-situ population flowering and yielding data were collected approximately weekly.

Independently of origin and age, scarified seeds of both species germinated significantly better than the untreated ones, which suggests a big rate of dormancy among the seeds. The mass of the different seed samples of *Vicia biennis* was different, but the effect of the age on the germination capability was greater: during seven years the viability of the seeds collected in 2009 decreased from 95% to 31,7%, which suggest a short lifetime for the species' seeds. We did not experience such trend in the germination of the much smaller clover seeds: the six years old seeds still had 90% viability.

From the 94 *Vicia biennis*, which were planted in the natural habitat, only one survived until the end of August, but it have not flowered or produced seeds. This extraordinary high mortality is probably caused by the extreme weather of this year, further examination of this is in progress. In spite, in the botanic garden 49,5% of the plants survived.

8. Irodalomjegyzék

- 13/2001. (v. 9.) KöM rendelet a védett és fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről. http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0100013.KOM
1995. évi LXXXI. törvény a Biológiai Sokféleség Egyezmény kihirdetéséről <http://net.jogtar.hu>
- Akhalkatsi M., Lösch R. (2005): Water limitation effect on seed development and germination in *Trigonella coerulea* (Fabaceae). *Flora* (200): pp. 493-501.
- Allen, P.S., Benech-Arnold, R. L., Batilla, D., Bradford K. J. (2007): Modeling of seed dormancy. In: Bradford, K., & H. Nonogaki. (eds.) 2007: Seed Development, Dormancy and Germination. Blackwell Publishing. p. 73-75.
- Bartha Dénes (2012): Természetvédelmi növénytan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 5-402 p.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (2004): A classification system for seed dormancy. *Seed science research* 14(1): pp.1-16.
- BGCI: Botanical Gardens Conservation International: Ex situ Conservation. URL: http://www.bgci.org/ourwork/ex_situ/
- CBD - Convention on Biological Diversity, Biológiai Sokféleség Egyezmény. URL: <http://www.biodiv.hu/convention/F1117799202>
- Cseresnyés-Bózsing, E. (2010): A hólyagos csüdfü (*Astragalus cicer* L.) magtermelésének és csírázóképeségének vizsgálata. *Botanikai közlemény*. 97(1-2.): pp.49-57.
- Csontos, P. (2001): A természetes magbank kutatásának módszerei. *Synbiologica Hungarica* (4): pp.155.
- Csontos, P., Bózsing, E., Kósa, G., Zsigmond, G. (2006): Csírázóképeség vizsgálata természetes flóránk fajainak hagyományos gyűjteményekben őrzött magvain. *Bot. Közlem.* 93(1-2): pp.93-98.
- Degen Á. (1923): A keménymaghéjú magvak jelentősége a vetőmagban. In: Szabó L. Gy.: A magbiológia alapjai. Budapest, Akadémia kiadó. p. 391.
- Donald A. Falk, Kent E. Holsinger 1991. Genetics and conservation of rareplants Oxford University Press
- Endrédi A. (2009): A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.) ex-situ szaporítása: TDK dolgozat. Budapest: Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar Biológiai Intézet Ökológiai Tanszék. p.16.
- Endrédi A. (2010): A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.) ex-situ szaporítása: Szakdolgozat. Budapest: Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar Biológiai Intézet Ökológiai Tanszék. pp.32.
- Endrédi A. (2012): Védett növények ex-situ védelme: Szakdolgozat. Budapest: Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar Biológiai Intézet Ökológiai Tanszék. p.7-9.

- Endrédi A., Molnár A., Nagy J. (2012): A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.) ex-situ védelme. *Természetvédelmi Közlemények*. 18. URL:http://www.mbtktvmtesz.hu/tvk/2012/Endredi_MTBK18_2012.pdf
- Endrédi A., Molnár A., Nagy J. (2015): A fokozottan védett kunsági bükkönyről. *Puszta*. 25: pp. 21-24.
- Ex-situ lista (2014): A nemzeti park igazgatóságok által ex-situ védelemre javasolt növényfajok listája. URL: http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/Image/Ex_situ/ex_situ_lista_szoveges_2014_05_22.pdf
- Galgóczi J. (1964): Keménymaghéjúsági vizsgálatok pillangósvirágú növények magvaival. *Növénytermelés* (13): pp.347-360.
- Gáspár, S. (1980): A magvak életképessége és meghatározásának módszerei. In: SZABÓ, L. GY. (szerk.) 1980: *A magbiológia alapjai*. Budapest. Akadémiai Kiadó. p.391.
- Hilhorst H. W. M., Finch-Savage, W. E., Cadman Cs. C., Toorop P. E., Lynn J. R. (2007): Seed dormancy release in *Arabidopsis Cvi* by dry after-ripening, low temperature, nitrate and light shows common quantitative patterns of gene expression directed by environmentally specific sensing. *Plant J.* (51): pp.60-78
- Isépy István, Dr. Mihalik Erzsébet, Dr. Orlóci László, Dr. Papp László, Radvánszky Antal és Zsigmond Vince (2013): Ex-situ növénymegőrzés – Gyűjteményes kertek a növényvilág megőrzésért http://www.mabotkertek.hu/koncepcio/ex_situ_2.pdf
- Jakab G. (2012): Kunsági bükköny. In: Jakab G. (ed) (2012): *A Körös-Maros Nemzeti Park növényvilága [Plants of the Körös-Maros National Park.] – A Körös-Maros Nemzeti Park természeti értékei I. Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság*. Szarvas. p.142.
- Jayasurija, K.M.G.G., Wijetunga, A.S.T.B., Baskin, J.M., Baskin, C.C. (2013): Seed dormancy and storage behaviour in tropical Fabaceae: a study of 100 species from Sri Lanka. *Seed Science Research* (23): pp.257-269.
- Kereszty Z., Galántay M. 1994: Hazai védett növényfajok ex-situ konzervációja. *Botanikai Közlemények*, 81.évf. 2.sz. pp. 141-155, http://www.botkert.hu/sites/botkert.hu/files/Hazai_vedett_novenyfazok_0.pdf
- Lesku B., Molnár A. (2007): A Hortobágy növényritkaságai. [Rare plants of the Hortobágy] – Daru füzetek. Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság
- Long, Y., Tan, D.Y., Baskin, C.C., Baskin, J. M. (2012): Seed dormancy and germination characteristics of *Astragalus arpilobus* (Fabaceae, subfamily Papilionoideae), a central Asian desert annual ephemeral. *South African Journal of Botany* (83): pp. 68–77
- Milberg, P. (1997): Weed seed germination after short term light exposure. germination rate, photon fluence response and interaction with nitrate. *Weed Research* (37): pp.154-167.
- Murdoch A. J., Ellis R. H. (2000): Dormancy, Viability and Longevity. In: Fenner M. (2000): *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publishing, Wallingford. p. 410.

- R DEVELOPEMENT CORE TEAM (2012): A Language and Environment for Statistical Computing. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>
- Rajjou, L., Debeaujon, . (2008): Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. *C. R. Biologies* (331): pp.796–805.
- Rakonczay Z. (2002): Természetvédelem. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház. p.330.
- Ricketts, T.A., Dinerstein, E., Boucher, T., Brooks, T.M., Butchart, S.H.M., Hoffmann, M., Lamoreux, J.F., Morrison, J., Parr, M., Pilgrim, J.D., Rodrigues, A.S.L., Sechrest, W., Wallace, G.E., Berlin, K., Bielby, J., Burgess, N.D., Church, D.R., Cox, N., Knox, D., Loucks, C., Luck, G.W., Master, L.L., Moore, R., Naidoo, R., Ridgely, R., Schatz, G.E., Shire, G., Strand, H., WETTENGELA, W. and Wikramanayake, E. (2005): Pinpointing and preventing imminent extinctions. *PNAS*, (102): pp. 18497-18501.
- Roberts H. A. (1981): Seed bank in soils. *Adv. Appl. Biol.* (6): pp. 1-55.
- S. L. Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., Sexton, J. O. (2014): The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* (344). DOI: 10.1126/science.1246752
- Standovár T., Primack, R. B. (2001): A természetvédelmi biológia alapjai. Budapest: Nemzeti Tankönyv Kiadó. pp. 544
- Thompson K., Grime J.P. (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* Vol. 67, No. 3, pp. 893-921
- Thuiller, W. (2007): Biodiversity: climate change and the ecologist. *Nature* (448): pp. 550-552.
- Tóth K. (2015): Csírázási protokoll kidolgozása herbáriumi maganyagokra: Szakdolgozat. Budapest: Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar, Biológiai Intézet, Növénytani tanszék.
- Tóth K. (2015): Csírázási protokoll kidolgozása herbáriumi maganyagokra: TDK dolgozat. Budapest: Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar, Biológiai Intézet, Növénytani tanszék.
- Vargáné S. J. (1999): Hólyagos here. In: Farkas S. (ed.) (1999) : Magyarország védett növényei. [Protected plants of Hungary.] Mezőgazda Kiadó. p151

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Nagy Jánosnak a téma vezetését és a munkában nyújtott segítséget.

Köszönöm Endrédi Anettnek a rengeteg segítséget és biztatást az egész kutatás során.

9. Függelék

9.1. Statisztikák: magtömegek

9.1.1. Normalitás vizsgálatok

Magtétel	Shapiro-Wilk teszt a magtömegek normalitására p-érték* (2016)
2009EX	0,4782
2010EX	0,0799
2012EX	0,0974
2013EX	0,6171
2013T	0,0346
2014T	0,0361
2014L	0,0260
2015M	0,1934

F/1. táblázat: A kunsági bükköny 2016-ban, illetve 2017-ben mért magtömegeinek normalitása; a szignifikáns (vastagított) eredmény jelöli a nem normális eloszlású csoportokat. (*= a p-értékek Bonferroni-Holm módszerrel korrigáltak)

9.1.2. Páros összehasonlítások eredményei

Lineáris hipotézis	Becsült érték	SE	t-érték	p-érték
2010EX - 2009EX == 0	-0.0012583	0.0003765	-3.342	0.00516 **
2012EX - 2009EX == 0	0.0037600	0.0003765	9.986	< 0.001 ***
2013EX - 2009EX == 0	-0.0015633	0.0003765	-4.152	< 0.001 ***
2012EX - 2010EX == 0	0.0050183	0.0003765	13.327	< 0.001 ***
2013EX - 2010EX == 0	-0.0003050	0.0003765	-0.810	0.84974
2013EX - 2012EX == 0	-0.0053233	0.0003765	-14.137	< 0.001 ***

F/2. táblázat: A kunsági bükköny 2016-os magtömegeinek páros összehasonlítása magtételenként Tukey-teszttel; a szignifikáns (vastagított) eredmény jelöli a szignifikánsan különböző magtömegekkel rendelkező csoportokat. (A valódi p-értékek Bonferroni-Holm módszerrel korrigáltak.)

9.2. Statisztikák: *dormancia*

9.2.1. Logisztikus regresszió a *dormanciát* befolyásoló tényezőkre

Call:

```
glm(formula = IMB ~ ORIGIN * MASS, family = binomial(logit),  
     data = Vbg, subset = TREAT == (!0))
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	3.516e+00	4.827e+00	0.728	0.466
ORIGIN[T.2010EX]	2.005e+01	6.273e+04	0.000	1.000
ORIGIN[T.2012EX]	2.005e+01	6.886e+04	0.000	1.000
ORIGIN[T.2013EX]	-6.272e+00	5.698e+00	-1.101	0.271
ORIGIN[T.2013T]	2.005e+01	5.346e+04	0.000	1.000
ORIGIN[T.2014L]	-7.431e+01	1.871e+04	-0.004	0.997
ORIGIN[T.2014T]	2.005e+01	5.938e+04	0.000	1.000
ORIGIN[T.2015M]	2.005e+01	5.091e+04	0.000	1.000
MASS	3.625e+01	3.084e+02	0.118	0.906
ORIGIN[T.2010EX]:MASS	-3.625e+01	4.244e+06	0.000	1.000
ORIGIN[T.2012EX]:MASS	-3.625e+01	3.559e+06	0.000	1.000
ORIGIN[T.2013EX]:MASS	4.668e+02	4.146e+02	1.126	0.260
ORIGIN[T.2013T]:MASS	-3.625e+01	3.972e+06	0.000	1.000
ORIGIN[T.2014L]:MASS	1.676e+04	4.073e+06	0.004	0.997
ORIGIN[T.2014T]:MASS	-3.625e+01	3.602e+06	0.000	1.000
ORIGIN[T.2015M]:MASS	-3.625e+01	4.947e+06	0.000	1.000

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 44.841 on 401 degrees of freedom

Residual deviance: 24.005 on 386 degrees of freedom

(1 observation deleted due to missingness)

AIC: 56.005

Number of Fisher Scoring iterations: 22

9.3. Statisztikák: csírázás

9.3.1. Logisztikus regresszió a csírázást befolyásoló tényezőkre

LogMod2:

```
glm(formula = GERM ~ ORIGIN * MASS, family = binomial(logit),  
data = vb3, subset = TREAT == (!0))
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.01796	1.33969	0.013	0.9893
ORIGIN2010EX	-0.10089	2.09557	-0.048	0.9616
ORIGIN2012EX	1.08065	2.40839	0.449	0.6536
ORIGIN2013EX	-3.74971	3.03950	-1.234	0.2173
ORIGIN2013T	-2.77987	2.22936	-1.247	0.2124
ORIGIN2014L	-2.04181	2.72926	-0.748	0.4544
ORIGIN2014T	-1.57784	2.43721	-0.647	0.5174
ORIGIN2015M	-1.27561	2.10830	-0.605	0.5452
MASS	-50.50220	84.65445	-0.597	0.5508
ORIGIN2010EX:MASS	28.36343	138.18286	0.205	0.8374
ORIGIN2012EX:MASS	50.50220	133.66107	0.378	0.7056
ORIGIN2013EX:MASS	605.36787	264.19299	2.291	0.0219 *
ORIGIN2013T:MASS	376.57254	172.00342	2.189	0.0286 *
ORIGIN2014L:MASS	504.97758	302.79374	1.668	0.0954 .
ORIGIN2014T:MASS	266.68374	161.15115	1.655	0.0980 .
ORIGIN2015M:MASS	361.21327	191.26486	1.889	0.0590 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 494.21 on 402 degrees of freedom
Residual deviance: 370.21 on 387 degrees of freedom
AIC: 402.21

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Logmod3:

```
glm(formula = GERM ~ MASS..g. * EX + YEAR, family = binomial(logit),  
    data = vb3, subset = TREAT == (!0))
```

Deviance Residuals:

```
   Min    1Q  Median    3Q   Max  
-2.4581 -0.8052  0.4635  0.6975  1.6920
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1561.6409	205.0113	-7.617	2.59e-14 ***
MASS..g.	227.6600	67.4985	3.373	0.000744 ***
EX	4.2879	1.1888	3.607	0.000310 ***
YEAR	0.7749	0.1017	7.616	2.63e-14 ***
MASS..g.:EX	-249.4547	82.0226	-3.041	0.002356 **

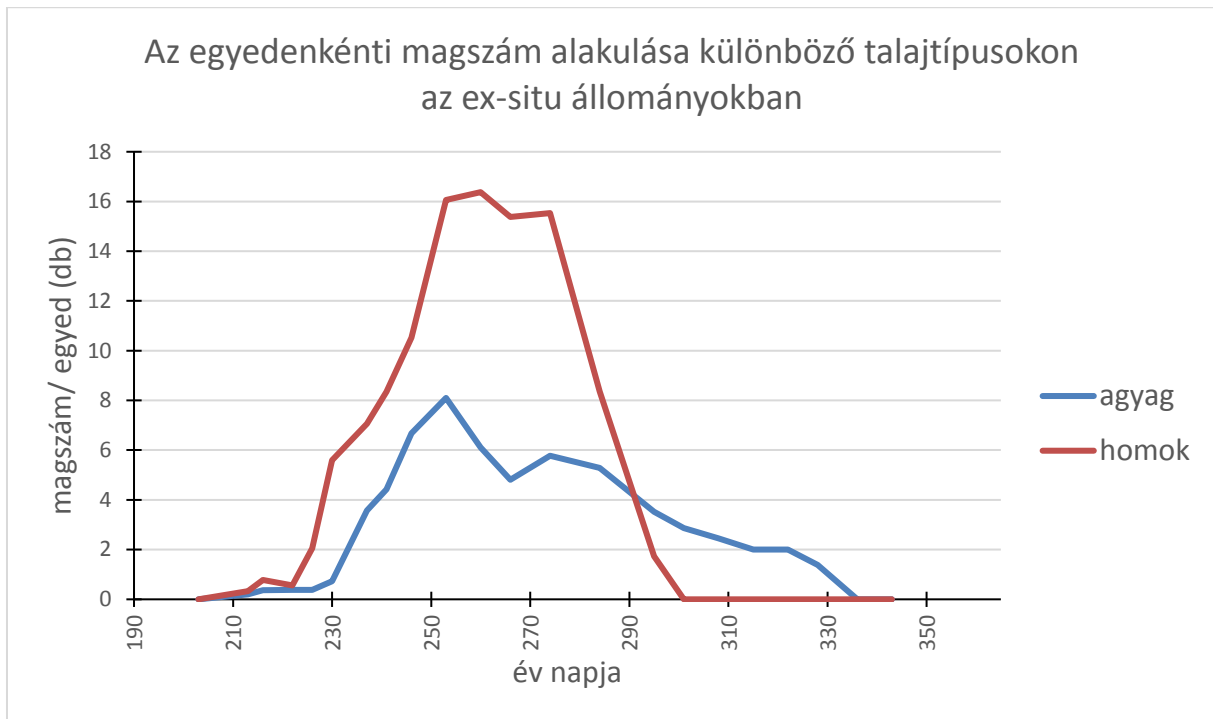
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 494.21 on 402 degrees of freedom
Residual deviance: 386.77 on 398 degrees of freedom
AIC: 396.77

Number of Fisher Scoring iterations: 5

9.4. *Ábrák*



Nyilatkozat

HuVetA

ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név:

Elérhetőség (e-mail cím):.....

A feltöltendő mű címe:.....

.....

A mű megjelenési adatai:.....

Az átadottfájlok száma:

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyagrész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (**egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel**):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

Kérjük, **nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:**

Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörő módon visszaélne.

Budapest, 201 . évhónap

aláírás
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutjra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;

- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*