

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar  
Biológiai Intézet, Növénytani tanszék

**Életképesség-vizsgálat a Magyar Királyi Állatorvosi Főiskola  
növénygyűjteményéből származó magokon**

**Készítette:**

Tóth Kata Mária

**Témavezetők:**

Dr. Cserhalmi Dániel  
egyetemi adjunktus

Endrédi Anett  
biológus

Budapest

2013.

# Tartalomjegyzék

<b>TARTALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>2</b>
<b>1. BEVEZETÉS</b> .....	<b>3</b>
1.1. A TÉMA JELENTŐSÉGE.....	3
1.2. CÉLKITŰZÉSEK, KÉRDÉSEK, HIPOTÉZISEK .....	5
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b> .....	<b>6</b>
2.1. DORMANCIA .....	7
2.2. AZ ÉLETKÉPESSÉG ÉS TESZTELÉSÉNEK MÓDSZEREI.....	8
2.3. A DORMANCIA FELOLDÁSA ÉS A CSÍRÁZTATÁS .....	12
2.4. A MAGVAK TÁROLÁSA.....	12
2.5. A VIZSGÁLT FAJOK BIOLÓGIÁJA .....	14
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</b> .....	<b>16</b>
3.1. MAGOK EREDETE, DOKUMENTÁCIÓJA.....	16
3.2. CSÍRÁZTATÁSI KÍSÉRLETEK .....	17
3.3. STATISZTIKAI ELEMZÉSEK .....	20
<b>4. EREDMÉNYEK</b> .....	<b>21</b>
4.1. MAGTÖMEGEK.....	21
4.2. CSÍRÁZTATÁSI EREDMÉNYEK.....	22
<b>5. DISZKUSSZIÓ</b> .....	<b>26</b>
<b>6. KITEKINTÉS</b> .....	<b>28</b>
<b>7. ÖSSZEFOGLALÓ</b> .....	<b>29</b>
<b>8. SUMMARY</b> .....	<b>30</b>
<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS</b> .....	<b>31</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>32</b>
<b>NYILATKOZATOK</b> .....	<b>36</b>

# 1. Bevezetés

## 1.1. A téma jelentősége

Napjainkban az ember környezet-átalakító tevékenysége miatt egyre több faj kerül a kihalás szélére, illetve tűnik el véglegesen. Közvetlen és közvetve, számtalan módon beavatkozik környezete természetes egyensúlyába, így a természetes élőhelyek pusztulása és az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának drasztikus megemelkedése csak egy-egy példa a számtalan probléma közül. Kutatási eredmények szerint jelenleg úgy tűnik, hogy a napjainkban zajló hatodik nagy kihalási periódusért (vagyis a kihalási ráta drámai megugrásáért) leginkább az emberi faj tehető felelőssé (LEAKEY & LEWIN, 1995). Habár a változó körülményekhez igazodni képtelen fajok eltűnése, kihalása természetes folyamat, a jelenlegi sebességgel változó környezethez még a generalista fajoknak is nehezebbé esik a folyamatos alkalmazkodás, a specialisták pedig szinte esélytelenként indulnak a versenyben. Az ökológiai egyensúly megteremtésében minden faj jelentőséggel bír, és ha az egyik eltűnik, az más fajok fennmaradását is veszélybe sodorhatja, s nem tudjuk pontosan, hogy ez milyen következményeket vonhat maga után (STANDOVÁR & PRIMACK, 2001). Ennek oka, hogy az ökológiai rendszerek sok faj által meghatározott, összetett rendszerek, melyben az egyes fajok és környezeti tényezők egymást szabályozva tartják fenn az egyensúlyt. Ha egy ilyen rendszerből fajok tűnnek el, az valószínűleg magával hozza az élőhely leromlását is, aminek következtében újabb fajok kerülhetnek veszélyeztetett helyzetbe, amit az élőhely megszűnése is követhet.

A napjainkban megnövekedett kihalási ráta miatt egyre nagyobb szerepet kap a természetvédelem az egyes életközösségek és fajok vizsgálatában, megőrzésében (STANDOVÁR & PRIMACK, 2001). Mivel az emberiség hosszú ideig nem vett tudomást a biodiverzitás fenntartásának fontosságáról, így ma már különösen fontos, hogy megpróbáljunk visszaállítani egy természetközeli állapotot, megőrizve az egyes élőhelyek ökológiai-, faji-, és genetikai szintű sokféleségét.

A fajsintű diverzitás megőrzéséhez a rászoruló fajokat elsődlegesen a saját természetes élőhelyükön (*in situ*) kell fenntartani és elősegíteni szaporodásukat. Ilyenkor a helyi környezeti hatások maximális figyelmet kapnak, az adott faj genetikai állománya pedig nagy valószínűséggel nem változik az emberi behatás miatt. Azonban folyamatos monitorozás szükséges, mivel a rendszer komplexitásának megőrzéséhez pontosan ismernünk kell magát a védendő rendszert és a benne élő fajok természetrajzát. Bizonyos esetekben szükségessé válhat, hogy a megőrizni kívánt faj egyedeit a természetes környezetükből kiragadva,

mesterséges viszonyok között (*ex situ*) vizsgáljuk, illetve szaporítsuk, azonban ez a módszer a számtalan – főként genetikai – hátránya miatt csak korlátozottan, és az *in situ* védelem kiegészítéseként használható.

A vegetáció megőrzése során nem szabad elfelejteni, hogy nem elég kizárólag az adott élőhelyen aktuálisan tenyésző egyedekkel foglalkozni, mivel a populációk jelentős hányada magok formájában a terület természetes magbankjának részét képezik. Ide soroljuk azon természetesen előforduló magvak összességét, melyek az anyanövénytől anyagcseréjük szempontjából már függetlenné váltak és emellett csírázóképesek, illetve azt a közeljövőben elnyerhetik (CSONTOS, 2001). Ez a magbank képezi a terület regenerációjának alapját. Segítségével olyan fajok is teret nyerhetnek a számukra kedvező körülmények esetén, melyek az addigi kedvezőtlen körülmények miatt nem voltak képesek aktív életmódot folytatni, illetve lehetővé teszi az egyes generációk átfedését, a fajok genetikai megújulását is.

Épp ezért az egyes növényfajok és életközösségek védeleméhez elengedhetetlen a magvak biológiájának, így az adott fajok regenerációs képességének pontos ismerete. Ezeket a tulajdonságokat *in situ* vizsgálattal megfigyelni csak hosszú távú kutatásokkal lehet, és habár a kapott eredmények valószínűleg jobban tükrözik a valóságban végbemenő folyamatokat, az emberi zavarás mellett túl sok tényező befolyásolhatja a rendszert, így az eredmények nehezen magyarázhatók. Az *ex situ* kutatásokkal, beállított kísérletekkel ki tudjuk zárni a különböző zavaró környezeti tényezőket, minimálisra csökkenthető a helyi populációk emberi zavarása, és a magok életképességét és csírázásbiológiáját hosszú távú vizsgálatok helyett rövid időn belül tudjuk elemezni. Ez utóbbihoz a frissen gyűjtött magokon túl lehetőséget biztosíthatnak régi gyűjteményekből és herbáriumokról származó magok is. Habár az ilyen kutatások természetvédelmi és gazdasági jelentősége is nagy lehet, a szakirodalomban csak kevés – főleg mezőgazdaságilag jelentős fajokra korlátozódó – kutatást találunk.

## **1. 2. Célkitűzések, kérdések, hipotézisek**

Jelen kutatásunk célja négy, a pillangós virágúak (*Fabaceae*) családjába tartozó faj (*Astragalus cicer*, *Astragalus contortuplicatus*, *Astragalus glycyphyllos*, *Trifolium arvense*) magjainak életképesség-vizsgálata volt. Három főbb kérdésre szerettünk volna választ kapni:

### **1. Az adott fajok magjai mennyi ideig őrzik meg csírázóképeségüket?**

A kérdés megválaszolásával képet kaphatunk arról, hogy a vizsgált fajok egy területről történő kipusztulás után milyen mértékben, milyen körülmények között, illetve milyen időintervallumban képesek regenerálódni a talajban nyugvó magkészletből.

A magok kora mellett feltehetően más tulajdonságok is befolyásolják a magok túlélő képességét. Ezekre irányulnak az alábbi kérdések:

### **2. Az adott fajok esetében feloldódik-e a fizikai dormancia az idő előrehaladtával?**

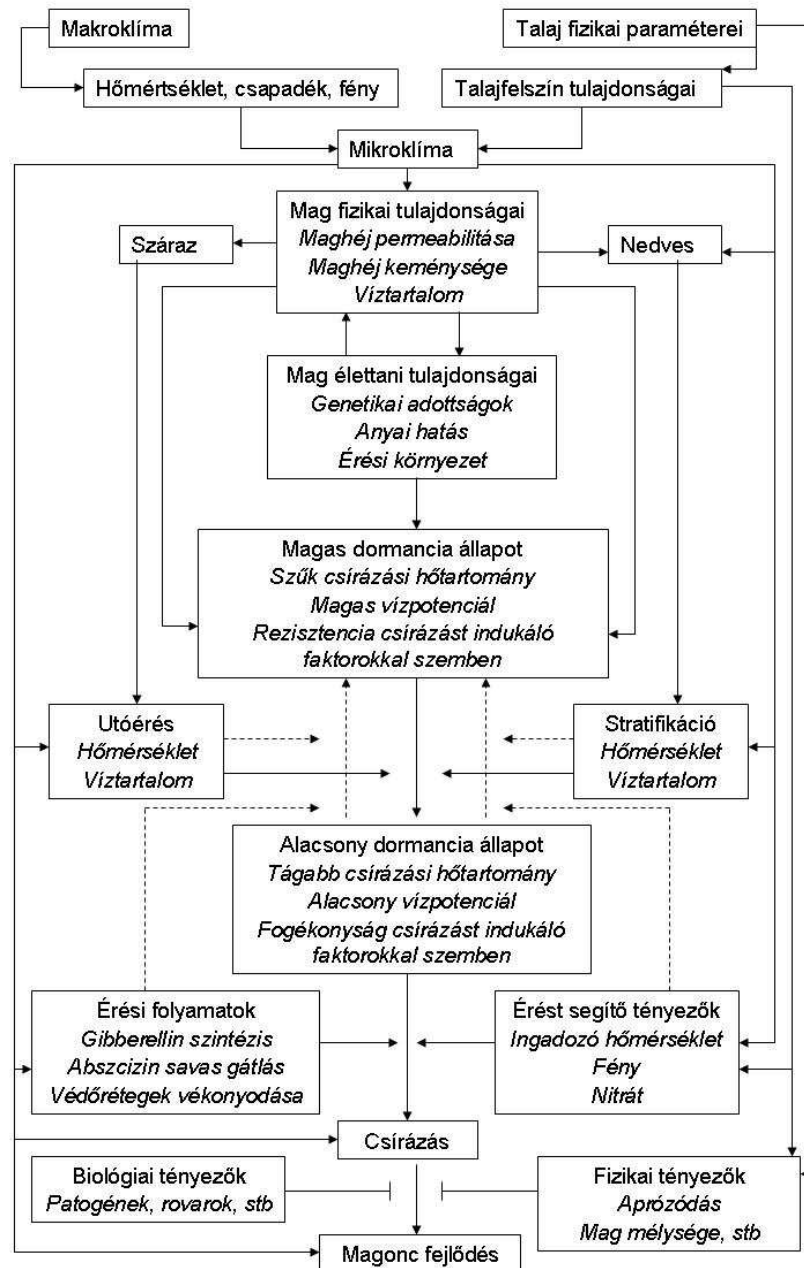
A kutatás során azt vizsgáltuk, hogy az általunk vizsgált négy faj esetében milyen mértékben befolyásolja az idő múlása a dormanciát. A pillangósvirágúak családjában jellemző a csírázást időlegesen gátló kemény maghéj (RAJJOU & DEBEAUJON, 2008). Egyes szerzők szerint (BASKIN & BASKIN, 1998) ez idővel kezelés nélkül is feloldódik, csírázóképesévé téve a magokat.

### **3. Az életképesség megőrzése összefügg-e a magok tömegével?**

Korábbi kutatások kimutatták, hogy ugyanazon faj kisebb tömegű magjai rövidebb életképességűek, míg a kis magvú fajok magjai hosszabb ideig csíráképesek, mint a nagyobb magvú fajok magjai (CSONTOS, 2001).

## 2. Irodalmi áttekintés

A magok életképessége több tényezőtől is függ (1. ábra). Ilyen lehet az adott fajra jellemző dormancia és életmenet-stratégia, a mag tárolásának/elfekvésének körülményei, valamint az érés körülményei. Ez utóbbi a magok minőségén keresztül befolyásolhatja a csírázóképeséget. Ebben a fejezetben áttekintem a fent említett befolyásoló tényezőket és potenciális hatásukat a feltett kérdéseimre.



1. ábra: A magok csírázását befolyásoló környezeti tényezők ALLEN, el al., (2007) nyomán. A folytonos nyílak a csírázáshoz vezető ideális körülményeket/tényezőket, míg a szaggatott vonalak a kedvezőtlen körülmények esetén fellépő, másodlagos dormancia bekövetkezéséhez vezető folyamatokat jelzik.

## 2.1. Dormancia

A dormancia (magnyugalom) a növény vagy valamely szaporító képletének azon állapota, melynek során időlegesen gátolt a növekedés és fejlődés (HILHORST et al., 2007). Elsődleges funkciója a magok életben tartása csírázásra alkalmatlan vagy kedvezőtlen körülmények között mindaddig, amíg ideálissá nem válnak a feltételek. A megfelelő hőmérséklet, kedvező csapadékmennyiség, a napos órák száma egyaránt meghatározó tényező mely elengedhetetlen a csírázás megindulásához.

Számos lehetőség van a magnyugalmi típusok csoportosítására. Ezek közül a leggyakrabban használt rendszert BASKIN & BASKIN (1998) dolgozta ki (1. táblázat). Ez alapján kétféle kategorizálás különböztethető meg, az egyik a mechanizmus, a másik az időbeliség alapján különbözteti meg az egyes típusokat. Előbbi szerint endogén dormanciáról beszélhetünk, amikor a mag a külső körülményektől függetlenül sem képes csírázni, melynek oka a magban keresendő. Ez fajra jellemző, öröklődő tulajdonság, mértékét a környezeti tényezők határozzák meg. Ezek közé tartozik többek között a földrajzi kitétség, a csapadék mennyisége és eloszlása, és a különböző ásványi anyagok aránya a talajban (JAMES, 1949). Ezzel szemben exogén dormancia esetén valamely külső környezeti ok miatt nem történik csírázás, ami a megfelelő körülmények között azonnal beindulhat.

1. táblázat: Dormancia típusok BASKIN & BASKIN (1998) alapján

Típusok	Elsődleges (primer)		Másodlagos (szekunder)	
	Exogén	Endogén	Kombinált	Endogén
	<ul style="list-style-type: none"><li>• fizikai</li><li>• mechanikai</li><li>• kémiai</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• morfológiai</li><li>• élettani</li><li>• a kettő kombinációja</li></ul>	Exogén és endogén kombinációja	Élettani

A másik csoportosítás alapja a dormancia bekövetkezésének ideje. Az elsődleges vagy primer dormancia a magfejlődés utolsó, terjedést megelőző fázisa, míg a másodlagos vagy szekunder magnyugalom a már érett magokon jelentkezik kedvezőtlen környezeti körülmények hatására. Mind az elsődleges, mind a másodlagos dormancia lehet endogén és exogén is (1. táblázat). A növényvilágban leggyakrabban előforduló esetek közül érdemes megemlíteni a maghéj vastagsága által (fizikai), az embrió éretlensége által (morfológiai), illetve bizonyos anyagcsere termékek által kiváltott (élettani) magnyugalmi állapotot. Bizonyos magok esetén az egyes típusok kombinálódhatnak (DEGEN, 1923; HILHORST et al., 2007).

A dormancia típusai eltérőek lehetnek nem csak fajok között, de ugyanazon faj esetében is az egyes évek (GALGÓCZI, 1964), illetve az egyes populációk között is

(MILBERG, 1997; CSERESNYÉS-BÓZSING, 2010). Az egyes évek közötti különbség akár az adott populáció egy egyedén belül is megfigyelhető a dormans – nem dormans magok arányában: ugyanazon faj az optimális élőhelyén vagy kedvezőbb időjárás esetén kisebb mennyiségű dormans magot fog termelni, mint a számára kedvezőtlen helyen és időben (CSONTOS et al., 2006), ami megfigyelhető például az *Astragalus cicer* esetében is (CSERESNYÉS-BÓZSING, 2010).

## 2.2. Az életképesség és tesztelésének módszerei

Az életképesség a magok esetén a csírázóképességet jelenti. Megkülönböztethető a csírázó-képes magok arányát jelentő (viability), és e tulajdonság megőrzésének idejét jelentő (longevity) életképesség (MURDOCH & ELLIS, 2000). Ez utóbbi határozza meg a faj természetes magbank típusát. A dormanciához hasonlóan a magbanknál is többféle rendszerezése létezik, azonban két alapvető típust mindegyik irodalom megemlíti: a rövid távon csírázó-képes magok által meghatározott átmeneti (tranziens) és a hosszú távon csírázó-képes magokból álló állandó (perzisztens) magbankot. Előbbi esetén az elhullott magvak egy évnél rövidebb ideig maradnak életképesek, míg utóbbinál egy évnél tovább, felső határ nélkül (THOMPSON & GRIME, 1979). Egyes szerzők a perzisztens magbankot tovább csoportosítják aszerint, hogy a magok öt éven belül elveszítik-e csírázóképeségüket (rövid távú perzisztens) vagy sem (hosszú távú perzisztens) (CSONTOS, 2001).

Ezen a gyakran használt csoportosításon kívül léteznek más, eltérő szempontokat figyelembe vevő rendszerezések is. EWART & WHITE (1908) a magokat szintén élettartamuk alapján csoportosította, más időskálát használva. E szerint rövid (3 évig), közepes (3-15 évig) és hosszú élettartamú magokat (15 évnél tovább) különített el. Megállapítása szerint a *Fabaceae*-család magjai maradnak életképesek legtovább, azonban az utóbbi évek során ezt megcáfolták (GODEFROID, et al., 2010). GRUBB (1988) rendszere a magokra gyakorolt környezeti hatást veszi figyelembe. Külön csoportot alkotnak a bolygatásra gyorsan reagálók (disturbance-broken), a magbankjuk egy meghatározott részét kedvező körülmények között is visszatartó fajok (risk-spreading) és a környezetből speciális jelre várók (weather-dependent).

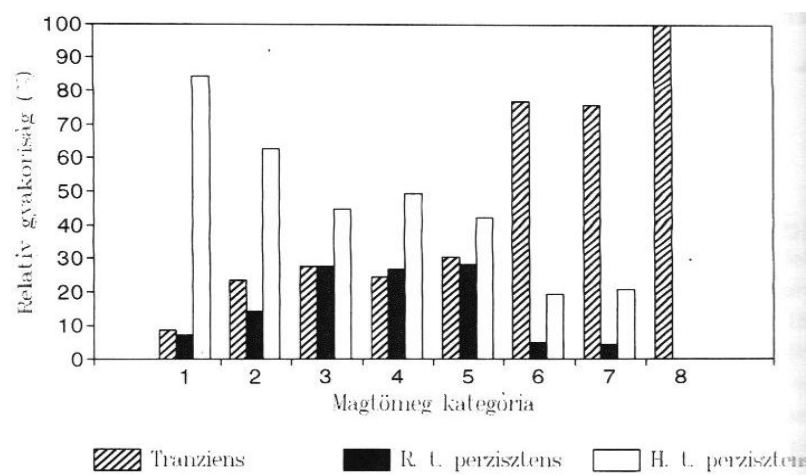
Az életképességet mind genetikai, mind környezeti tényezők befolyásolják. A genetikai tényezők miatt nagy eltérések lehetnek családok között is. Például a *Cyperaceae* családnál általában egy éven belül drasztikusan lecsökken az életképesség (VAN DER VALK, et al., 1999). Azonban, eltérő stratégia esetén családon belül is nagyon különbözhet a magok életképessége. A *Fabaceae* családban vannak fajok (*Acacia spp.*), melyek extrém



hosszúságú ideig képesek megőrizni életképességüket a mag védőstruktúráinak (fizikai dormancia) következtében (LEINO, et al., 2010), de megfigyelhető az életképesség gyors csökkenése is (*Pisum sativum*, VAN TREUREN, et al., 2012).

A genetikai tulajdonságokon kívül egy mag életképességét nagyban befolyásolják az érése során, illetve az érés után rá ható környezeti faktorok (AKHALKATSI & LÖSCH, 2005). A legfontosabbak abiotikus tényezők a csapadék, a hőmérséklet, valamint a tápanyagok mennyisége és eloszlása. Emellett az életképességet különböző, stresszt okozó biotikus tényezők is befolyásolhatják. Ilyen a kompetíció, a zavarás és a parazitizmus mértéke. A felsoroltak miatt tehát a mag szempontjából kiemelten fontosak az elfekvés, illetve a tárolás körülményei is.

A fent említett tényezők mellett érdemes megemlíteni, hogy a magok tömege is összefüggést mutathat az életképességükkel. Fajon belül a rossz környezeti viszonyok között kifejlődött magok alacsonyabb tömeggel és csírázóképeséssel rendelkezhetnek, mint a jobb körülmények között kifejlődött társaik (GÁSPÁR, 1980). Másrészt eltérést mutathat a kis, illetve nagy tömegű magokkal rendelkező fajok életképessége is (2. ábra) (CSONTOS, 2001). Megfigyelések szerint ez az összefüggés fordítottan arányos, vagyis a kisebb magvú fajok gyakran tovább megőrzik életképességüket.



**2. ábra:** A magtömeg és a magbank-típus összefüggése CSONTOS (2001) nyomán. (R.t. perzisztens= rövid távú perzisztens, H.t. perzisztens= hosszú távú perzisztens; magtömeg kategóriák: 1= <0,2 g; 2= 0,21-0,50 g; 3= 0,51-1 g; 4= 1,01-2 g; 5= 2,01-4 g; 6= 4,01-10 g; 7= 10,1-50 g; 8= >50 g)

A magvak életképességének vizsgálatához elengedhetetlen a csírázási százalék meghatározása (ROBERTS, 1981). Ez különböző fizikai, biológiai és kémiai módszerekkel is vizsgálható.

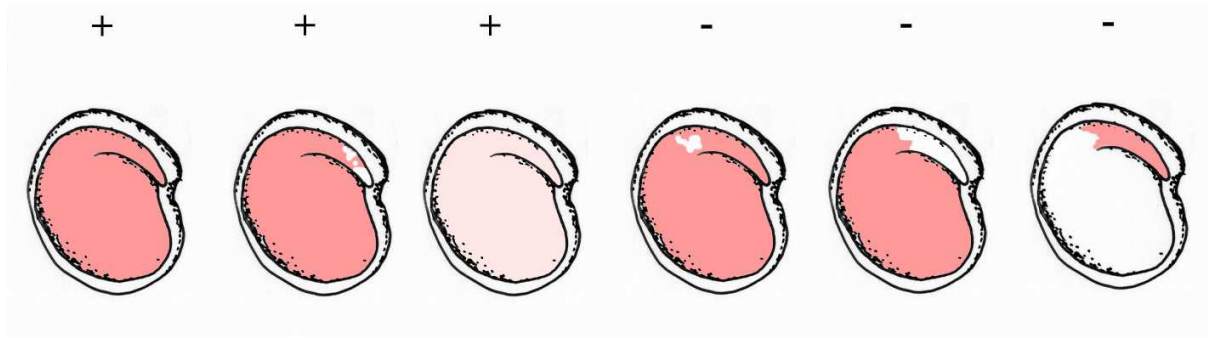
A legegyszerűbb fizikai módszerek egyike a metszés, melynek során a magvak látszólagos egészségi állapotát lehet meghatározni, így a hosszirányban kettévágott mag

vágási felületének vizsgálatával az ép magok könnyen elkülöníthetők léha társaiktól. Hátránya, hogy a valós csírázási százalék meghatározására az így életképtelenné tett magvak nem alkalmasak (SUSZKA, et al., 2008). Egy másik vizsgálati módszer az életképesség meghatározására a Zelenchuk-féle „látszólagos életképesség” meghatározása (ZELENCHUK, 1961). Eszerint minden olyan magot életképesnek tekintünk, melyek épek, egészségesnek látszanak és egy mérsékelt nyomásnak ellenállnak. Ez a meghatározás azonban főként friss és pár éves magvak esetében alkalmazható, mivel a követelményeknek megfelelő, idős magok esetében az embrió elhalása nem minden esetben jár külső jelekkel.

A biológiai módszerek közül a legelterjedtebbek a csíráztatásos módszerek (ROBERTS, 1981). Ezt lehet talajban és Petri-csészében vizsgálni. A talajban való csíráztatás közelebb áll a természetes folyamatok modellezéséhez, ezért valószínűleg az életképes magok csírázásra bírhatóak vele. Azonban fenn áll a veszélye, hogy a kicsírázott egyedek egy része rejtve marad, mert elpusztul, mielőtt felérne a talaj felszínére, ez pedig az életképes magok arányának alábecsléséhez vezet. Petri-csészében történő csíráztatás során a csírázó magok biztonsággal detektálhatóak, viszont a nem optimálisan beállított kísérlet során nem minden életképes mag fog csírázni, ami szintén az életképes magok arányának alábecsléséhez vezethet.

A kémiai módszerek közül az egyik legismertebb a TTC festés, melyet a vetőmag kereskedelem nemzetközi vizsgálati szabályai is előírnak. Mivel egyszerű és igen megbízható módszer, a magbank-kutatások során is előszeretettel alkalmazzák (CSONTOS, 2001). A módszer lényege, hogy a magba bejutó színtelen redoxiindikátor, a TTC (2,3,5-trifenil-tetrazolium-klorid) az élő embrió szövetlégzésének hatására redukálódik és piros színreakció során megfesti a szövetet (GRABE, 1970). Bár az életképesség vizsgálatára megbízható módszer, alkalmazása mégis problémákat vethet fel.

A TTC oldat koncentrációja különböző, 0,1 és 1%-os töménység között változik, amit a maghéj vastagsága és permeabilitása, illetve előkezelési módja határoz meg, de a leghatékonyabb koncentráció a legtöbb növényfaj esetében nincs meghatározva (BITTERCOURT & VIEIRA, 1996). A festés során az életképes sejtek eloszlása alapján egy úgynevezett festődési térkép rajzolódik ki. Minden faj esetében különböző rajzolat típus figyelhető meg, s általában inkább az élő sejtek elhelyezkedése mintsem aránya a meghatározó az életképesség vizsgálatánál, amit a 3. ábra szemléltet.



3. ábra: Eltérő festődési mintázatok PETERS (2000) nyomán. A „+” a csírázó, a „-” a nem csírázó embriókat jelzi.

A módszer egyik hátránya, hogy viszonylag magas anyagköltség jellemzi. Emellett, a kísérlethez a magvakat ketté kell vágni a színreakció ellenőrzéséhez. Ez kis mintaelemszámnál korlátozza az ismételhetőséget, veszélyeztetett faj vizsgálata során pedig felesleges pusztítással jár. Ráadásul igen nehéz kivitelezni viszonylag apró magvú fajok esetében, ami igaz az általam vizsgált taxonok egy részére is. A módszer legfőbb hátránya, hogy viszonylag kevés, szinte kizárólag haszonnövények esetében meghatározott az ideális festődési térkép. (BARTHODEISZKY, et al., 1980; CSONTOS, 2001), illetve a lélegző embrió nem jelent egyet a tényleges csírázóképeséssel, emiatt ez az eljárás gyakorta túlbecsüli a csírázó-képes magvak arányát.

A TTC mellett egy másik, viszonylag olcsóbb festési módszer is alkalmazható. Az indigókarminos festés során az embriót kiemelik a magból és fajtól függően egy vagy két órára indigókarmin-oldatba mártják, ami után az elhalt szövetek kéken festődnek, az ép szövetek színtelenek maradnak (ELLIS, et al., 1985; SUSZKA, et al., 2008), de a TTC módszer hátrányai itt is érvényesek.

A fentiek alapján minden eddig tárgyalt módszernek megvan a specifikus előnye, így a hátrányok kiküszöbölése végett jobb eredményre vezethet őket egymás kiegészítéseként alkalmazni. Például valamely csíráztatásos módszert követően a ki nem csírázott magvakat érdemes valamely kémiai módszerrel is utólag megvizsgálni.

Ezen kívül vannak még kevésbé elterjedt, esetenként igen költséges vizsgálati módszerek is. Ilyen a röntgensugárral történő vizsgálat. Előnye, hogy a léha, illetve károsodott magoktól az épek könnyen és megbízhatóan elkülöníthetők, valamint az eredmény megbízhatósága csíráztatással felülvizsgálható (ELLIS, et al., 1985; SUSZKA, et al., 2008). A GADA-teszt alkalmazásával a magok glutaminsav-dekarboxiláz aktivitását vizsgálják. A mintához glutaminsavat adnak, az élő sejtekben a dekarboxiláz működése során CO<sub>2</sub> keletkezik, melynek mennyiségével az aktív sejtek aránya megmérhető. Olcsó és viszonylag gyors módszer, azonban minden növényre külön kalibrálást kell végezni (ELLIS et al., 1985).

### **2.3. A dormancia feloldása és a csíráztatás**

Az egyes magvak csírázási tulajdonságaira vonatkozó ismereteink viszonylag régi keletűek, azonban szakszerű vizsgálatuk csak az 1800-as évek közepétől indult meg (DARWIN, 1859). Ekkoriban alapvetően in situ megfigyelések történtek. A csírázás elindulásához, dormancia jelenléte esetén valamilyen kiváltó tényező szükséges, mely megtöri a magnyugalmi állapotot. E hatások lehetnek endogének, mint a hormonok, és exogének, mint a hideg, a magas konstans vagy a változó hőmérséklet, a nedves rétegzés, a fény- vagy éppen sötétítés, ionok, amelyek fajtól függően váltanak ki választ (SZABÓ, 1980; BASKIN & BASKIN, 1998).

Az eltérő dormancia típusok mesterséges megtöréséhez különböző módszerek javasoltak (HILHORST et al., 2007). Morfológiai dormancia esetén az embrió éretlensége miatt utóérés szükséges annak megszüntetéséhez, amit hormonok (pl. gibberrellinsav 3) indukálhatnak. Az élettani magnyugalom feloldását a nedvesség, a fény és a tápanyag (nitrogén) szabályozásával, míg fizikai dormanciáét a maghéj teljes vagy részleges eltávolításával lehet elérni (RAJJOU & DEBEAUJON, 2008). A keményhéjúság megszüntetése történhet mesterséges hőhatással, savval való kezelés és vízbe történő beáztatással is (LONG et al. 2012), de a leggyakrabban alkalmazott módszer az ún. szkarifikáció, mely a maghéj mechanikai roncsolását jelenti.

Léteznek különböző protokollok, melyeket a családokra jellemző optimális csírázási feltételek meghatározásához érdemes figyelembe venni. Ilyen például a Royal Botanical Garden of Kew által a legtöbb hajtásos növény családnál leírt módszerek (RBG) gyűjteménye is.

### **2.4. A magvak tárolása**

A tárolás alatt a magvak állapotában a környezeti hatásoktól függő mértékben változások következnek be. Vannak magok, amelyek pár hét tárolás után elvesztik életképességüket, egyesek pedig több száz év után is csírázásra képesek maradnak (DENO, 1993).

Az eltarthatóság alapján három magtípust különíthetünk el, úgymint ortodox (orthodox), rekalcitráns (recalcitrant) és átmeneti (intermediant). Az ortodox magvak hosszú tárolásra alkalmasak, a természetes kiszáradásnál akár nagyobb mértékben is képesek elviselni a száraz körülményeket maradandó károsodás nélkül, a száraz és hideg tárolási körülmények élettartamuk hosszabbodásához vezetnek. A rekalcitráns típusúak bizonyos

fokig képesek elviselni a kiszáradást, de hosszabb tárolásra nem alkalmasak. A hőmérséklet csökkenése és az extrém nedvességcsökkenés okán életképtelenné válnak. Az intermedier magok a rekalcitránsoknál jobban, az ortodoxoknál kevésbé viselik el a száraz körülményeket, az alacsony hőmérsékletet és a hűtést rosszul viselik (RBG; MÁLNÁSI, et al., 2001).

Egy adott faj mesterséges, száraz körülmények között tartott magbankja esetében a raktározást legfőképp a hőmérséklet és a páratartalom befolyásolja. A magvak víztartalma a fajokra jellemző, bizonyos határok között ingadozó érték (BARTHODEISZKY, et al., 1980). Az anyanövényről leválva a magvak víztartalma követi a levegő víztartalmának paramétereit. Ennek mértéke szintén fajokra jellemző (KREYGER, 1972), illetve alacsonyabb hőmérsékleten a nagyobb relatív vízgőztartalom okán a magok víztartalma is magasabb (BARTON, 1961). Míg 4-8%-os páratartalom mellett a magok lezárt raktározásra alkalmasak, 8-14% között a kártevők tevékenysége megindul, 45-60%-os víztartalom esetén pedig megfigyelhető a csírázás (BARTHODEISZKY, et al., 1980). E mellett kimutatható, hogy 5 fokos tárolási hőmérséklet, illetve 2% magnedvesség-tartalom csökkenés megkétszerezi a magvak tárolási élettartamát (HOLLY, 1982).

Hosszabb ideig csak a teljesen érett, egészséges, jó csírázóképeséssel rendelkező magokat lehet életképes formában raktározni. A légzésintenzitás csökkentése elengedhetetlen a hosszú távú tároláshoz, amit elérhetünk a hőmérséklet csökkentésével, szárítással, alacsony oxigénkoncentrációjú helységbe helyezéssel vagy indifferens gáz használatával. A legegyszerűbb folyamat ebből a magok és környezetük szárazon tartása. A tárolás során a környezet páratartalma 30% alatt kell, hogy legyen, bár az egyes fajok magjainak életképessége különböző paraméterek mellett marad meg hosszú távon. A hideg hasonlóan a szárításhoz, a magvak életjelenségeinek lelassulásához vezet, de itt is fajonkénti eltérést tapasztalhatunk (BARTHODEISZKY, et al., 1980).

A magvak begyűjtés utáni tisztítása szintén az életképesség megnövekedéséhez vezet. A szennyeződések, idegen anyagok, sérült magvak eltávolítása megelőzi a kórokozók és penészgombák elterjedését. A tisztítási módszer fajtól és terméstípustól függ, az ép magvak sérülését azonban minden esetben el kell kerülni (RAO, et al., 2006). Bizonyos esetekben többlépcsős tisztítási módszer végzése ajánlott (MÁLNÁSI, et al., 2011). Ezek után következik a magvak tárolási típusának meghatározása. A tárolásra és hosszú távú vizsgálatok elvégzésére az ortodox magvak a legalkalmasabbak, mivel esetükben várható a legmagasabb csírázási százalék.

A *Fabaceae* család egyes fajai esetében mesterséges körülmények között történő száraz tárolás során a keményhéjúság, melynek mértéke az egyes területekről származó magvak esetében eltérő lehet (CSONTOS et al., 2006), bizonyos mértékben feloldódhat

(BASKIN & BASKIN, 1998), ami az *Astragalus*-fajok esetében bizonyítottan megfigyelhető (CSONTOS et al., 2006). Emellett esetenként felléphet a csírázási képesség csökkenése is (GODEFROID, et al., 2010).

## 2.5. A vizsgált fajok biológiája

Az *Astragalus cicer* L. (hólyagos csüdfű) évelő, Eurázsia egész területén erdőszélek mentén, réteken, kaszálókon megtalálható, júniustól szeptemberig virágzó növény. Az *Astragalus glycyphyllos* L. (édeslevelű csüdfű) száraz talajú erdők és rétek, legelők faja, virágzása júliustól augusztusig tart. Az *Astragalus contortuplicatus* L. (tekert csüdfű) egyéves, Északkelet-Európában élő, főként Bulgária és Oroszország területén előforduló növény. Időszakosan elöntött, mocsaras talajokon él, áprilistól júniusig virágzik. A *Trifolium arvense* L. (tarlóhere) akár 2300 méter tengerszint feletti magasságon is megtalálható, egy vagy két éves pillangósvirágú növény. Elterjedési területe Közép-Európától Szibériáig tart, száraz talajú réteken, parlagokon virágzik májustól szeptemberig bezárólag (BOJŇANSKY & FARGAŠOVÁ, 2007).

A kísérlet során vizsgált négy faj élőhelye és virágzási ideje hasonlóságokat mutat és elterjedésük hazánkban meglehetősen gyakori, kivéve az *Astragalus contortuplicatus*-t, mely rendkívül ritka és védett faj. Utóbbiról kevés adattal rendelkezünk, a Tisza mentén találhatóak meg kisebb, elszórt állományai, melyek határozatlan időközönként bukkannak fel a vízállástól függően (LESKU & MOLNÁR, 2007). Az általunk vizsgált négy faj magjai az ortodox kategóriába sorolhatóak (RBG), így valószínűleg hosszú távon megőrzik életképességüket.

Közismert, hogy a *Fabaceae* család tagjaira jellemző a keményhájúság, azaz fizikai dormanciával rendelkeznek (RAJJOU & DEBEAUJON, 2008). Emiatt a csíráztatás megkezdése előtt a dormancia feloldása szükséges.

Egyes akácia fajok esetében (*Acacia sp.*) 203 év után is megfigyelhető csírázás (DAWS, et al., 2007). A száraz, szobahőmérsékleten tárolt, 151 éves *Acacia farnesiana* és *Acacia melanoxylon* magok egy része kezelés nélkül is kicsírázott (LEINO & EDQUST, 2009).

Az *Astragalus* nemzetség fajai közül mechanikai kezelés nélkül csak néhány esetben tudtak jelentősebb csírázást elérni *A. glycyphyllos* és *Astragalus whitneyi* friss magvainál. Előbbinél 80%-os csírázást is megfigyeltek (GODEFROID, et al., 2010), viszont ugyanennél a fajnál olyan esetet is ismerünk, ahol csak szkarifikáció esetén indult meg a csírázás (DENO, et al., 1993). A szerzők szerint ebben a nemzetségben a legnagyobb hatásfokú csírázás akkor érhető el, ha a maghéjat szkarifikáljuk. Ezt bizonyítják LONG, et al., (2012), valamint

PATANE & GRESTA (2005) kísérletei is, ahol a szkarifikáció friss *Astragalus arpilobus* és *Astragalus hamosus* magvak esetén nagyobb csírázási százalékot eredményezett, mint a kontroll csoportnál.

A hosszú életképességet az is bizonyítja, hogy az *A. cicer* magjai folyékony nitrogénben, laboratóriumi körülmények között tárolva, 2 év után is csírázóképesek. 23 év tárolás után a szkarifikált magok 94%-os csírázást, a szkarifikálatlanok 95%-os csírázást produkáltak (RBG). CSONTOS et al. (2006) kísérletei alapján az *Astragalus*-fajok esetében 10 év után is viszonylag magas csírázási százalék figyelhető meg. *A. glycyphyllos* esetében a 10-30 éves szkarifikálatlan magok rendkívül alacsony mértékben csíráztak, míg ez *A. cicer* esetében ez 20-60% között változott. Ennek ellentmond, hogy az *A. glycyphyllos* magjai egy másik vizsgálatban 30 év tárolás után mindössze 25%-os csírázási százalékot mutattak (HARRINGTON, 1972).

Az eddigi csíráztatási tapasztalatokat figyelembe véve még mindig sok a tisztázatlan kérdés és egymásnak ellentmondó állítás az említett fajokkal kapcsolatban. Kutatásom során ezek felülvizsgálatára végzek kísérleteket.

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. Magok eredete, dokumentációja

A kutatás során felhasznált magok elsősorban a Magyar Királyi Állatorvosi Főiskola növénygyűjteményéből származnak. A gyűjtemény 2012 őszén került a Növénytani tanszék birtokába, mely évekig az egyetem H épületének egy szerelőfolyosóján hevert. A herbárium lapok így kezelés nélkül, száraz, szobahőmérsékletű helyen tárolódtak, s ennek következtében szinte teljes mértékben épen megőrződtek. Az ezt követő pár hétben elvégeztük a közel 280 fajt tartalmazó, nagyjából 1000 herbárium lap átnézését. A sérült, illetve teljesen tönkrement lapokat eltávolítottuk, a többi esetén rendszertani revideálást végeztünk.

Mivel sok növényt még az 1800-as években gyűjtöttek be, szükség volt a folyton változó fajnevek és rendszertani besorolások miatti taxon revízióra a gyors áttekinthetőség és a későbbi névváltozásokból adódó bonyodalmak elkerülése végett. A fajok beazonosítását elsődlegesen KIRÁLY (2009) alapján végeztük. Amennyiben egy régebben használatos név ez alapján már nem volt visszakövethető (például azért, mert a faj nem él a mai Magyarország területén), a plantlist.org webes adatbázist használtuk, mely közel egymillió elfogadott és szinonim nevet tartalmaz.

Később, a jelenlegi vizsgálatra kijelölt fajok esetében az archív maganyagot kiegészítettük a Szent István Egyetem Növénytani és Ökofiziológiai Intézetéből (Gödöllő) származó magokkal, valamint friss gyűjtések anyagaival is. Ez utóbbiak egy része külföldi botanikus kertek közötti magcseréből, egy része pedig saját gyűjtésből származott. Idén több olyan fajról is gyűjtöttünk magot, melyek ugyan a jelen vizsgálatban nem szerepeltek, de rendelkezésünkre állnak belőlük archív magtétel. Ezek felhasználása a jövőben történhet meg. A gyűjtés során több magyarországi populációból, minden esetben a lehető legtöbb egyedről szedtünk terméseket, melyeket a feldolgozásig papírzacskókban tároltunk. A kiszáritott terméseket felbontottuk, megtisztítottuk, majd kiválogattuk és megszámláltuk az érettnak látszó, ép magokat.

A herbárium lapok esetén minden egyes természetes állapotban levő növényről eltávolítottuk a termések egy részét, majd szike és borotvapenge segítségével kinyertük belőlük és megtisztítottuk a magvakat a fentiekben leírtakkal megegyező módon. A vizsgálatra kijelölt fajok minden egyes magtételéből 35-35 db mag tömegét egyesével lemértünk egy Mettler Toledo AT261 Delta Range analitikai egyensúlymérlegen. A tömeg meghatározása milligrammban történt, két tizedes jegy pontossággal, majd ezek alapján becsültük az egyes tételek átlagos magtömegét. A tömegmérések egy részét nem minden



esetben ugyanaz a személy végezte, így később statisztikai módszerekkel ellenőriztük, hogy van-e különbség a mérést végző személyek eredménye között. Ehhez minden személy ugyanazt a 16 magot mérte le.

Az adatokat ezután táblázatba rendeztük, feltüntetve a latin- és magyar nevet, a családnevet, a gyűjtés helyét és idejét, valamint a magvak mennyiségét. A gyűjtési hely és idő alapján egyedi kódot rendeltünk minden magtételhez. A vizsgálatig tartó további tárolás ezután száraz, hűvös helyen történt, szintén papírzacskókban.

A csíráztatásra kiválasztott magtételek adatait a *2. táblázat* tartalmazza.

### ***3.2. Csíráztatási kísérletek***

A csíráztatási kísérletekhez a Royal Botanic Gardens (RBG) internetes oldalán található módszerek és eredmények figyelembe vételével választottunk saját csíráztatási technikát, melyek alapján a lehető legnagyobb csírázási százalékot várhattuk minimális kezelés mellett. Fajonként egy kétszer 30 magot tartalmazó mintát vettünk ki minden egyes magtételéből, melyből 30 darabot szkarifikáltunk, míg 30 darabot kontrollként használtunk. Bizonyos esetekben nem állt rendelkezésre elegendő mag, ekkor nem volt lehetőség külön kezelésre, mert a mintaelemszám túlságosan lecsökkent volna. Ezekben az esetekben vagy kizárólag kontrollként csíráztattunk, vagy ha nem sokkal kisebb volt a mintaelemszám, akkor valamivel kevesebb, mint 30 magot csíráztattunk kezelési csoportonként. Az egyes tételekből csíráztatott magok számát is feltüntettük az *2. táblázatban*.

2. táblázat: Csíráztatott magvak adatai (K=kontroll, SZK=szkarifikált, F=forrázott)

Faj	Gyűjtési idő, hely	Kód	Kezelés	Kezelt magok (db)	Kezeletlen magok (db)	Csíráztatás ideje
<i>A. contortuplicatus</i>	1914/1915, Óbecse	14O	SZK	31	31	2013.03.05.- 2013.03.11.
<i>A. contortuplicatus</i>	1918, Törökbecse	18T	SZK	30	30	2013.03.05.- 2013.03.11.
<i>A. contortuplicatus</i>	2011, Tiszaug	011T	F, SZK	14, 33	33	2013.03.05.- 2013.03.11.
<i>A. cicer</i>	1918, Budaörs	18B	–	–	23	2013.03.12.- 2013.04.24.
<i>A. cicer</i>	1925, Szentendre	25SZ	SZK	27	27	2013.03.12.- 2013.04.24.
<i>A. cicer</i>	1940, Sárfenyősziget	40S	SZK	25	25	2013.03.12.- 2013.04.24.
<i>A. glycyphyllos</i>	1908, Cserna-völgy	08CS	SZK	24	24	2013.03.12.- 2013.04.24.
<i>A. glycyphyllos</i>	1909, Dobogókő	09D	–	–	30	2013.03.12.- 2013.04.24.
<i>A. glycyphyllos</i>	1915, Csikóvár- hegy	15CS	–	–	30	2013.03.12.- 2013.04.24.
<i>T. arvense</i>	1897, Ismeretlen	97I	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	1900, Szabei	00SZ	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	1910, Kovácspatak	10K	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	1913, Balatonalmádi	13B	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	1922, Hatvan	22H	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	1929, Dolaháza	29D	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	1943, Kenderes	43K	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	2012, Bordeaux	2012B	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.
<i>T. arvense</i>	2012, Muenster	2012M	SZK	30	30	2013.09.23.- 2013.10.24.

A szkarifikáció borotvapengével és szikével, egyesével történt. Az így megsértett magokat két napra, a különböző magtétéleket elkülönítve zárható nylon tasakba tettük, majd csapvízzel öntöttük fel őket.

Két nap után feliratozott Petri-csészébe tettük a mintákat. A Petri-csészék jelölése során a csésze aljára és tetejére is felkerült a latin fajnév, a gyűjtési hely és idő, a magvak száma és a kezelés típusa (szkarifikált-SZK, kontroll-K, forrázott-F). A Petri-csészéket többrétegű itatóspapírral béleltük ki, melynek vége túllógott a csésze szélén, hogy a vízpótlás az üveg felemelése nélkül is elvégezhető legyen. Az egyes Petri-csészéket tálcára helyeztük, sorszámoltuk, majd a tálcára csapvizet öntöttünk. A tálcákat egy kizárólag természetes fény által megvilágított, részben üvegfalú, szobahőmérsékletnél valamivel alacsonyabb átlaghőmérsékletű szobában helyeztük el. A kísérleti elrendezést a 3. ábra szemlélteti. A tálcákat időnként elforgattuk, hogy kizárjuk az eltérő megvilágítás okozta különbségeket.



3. ábra A kísérleti elrendezés

A csírázást minden nap nyomon követtük, feljegyezve az időpontot, a pontos hőmérsékletet és a magvak állapotát. A hőmérsékletet higanyos hőmérővel mértük, amelyet direkt napsugárzástól védett helyen helyeztünk el. Az egyes magoknál három kategóriát különítettünk el: duzzadt (D), csírázó (Cs) és változást nem mutató ( $\emptyset$ ). Csírázottnak akkor tekintettünk egy magvat, ha a sziklevelek fejlődésnek indultak. Az esetlegesen megpenészedett magokat eltávolítottuk a Petri-csészékből.

Egyes magtétélek esetén, a csíráztatás során kontrollcsoportként szereplő, csírázást és vízfelvételt nem mutató magvakat kiszárítottuk, majd szkarifikáltuk, és ismét csíráztattuk (3. táblázat). A 2011-es gyűjtésű *A. contortuplicatus* esetén a szkarifikált mellett egy forrázott (GRIME, et al., 1981; MOLNÁR, 1997) csoportot is vizsgáltunk a második csíráztatásnál, hogy lássuk, van-e különbség a mechanikai szkarifikáció és a forrázás keményhájúság-megtörő hatékonysága között. A forrázás során a mintát szűrőbe tettük és forrásban lévő (100 fokos) vizet engedtünk rá néhány másodpercig.

**3. táblázat: A másodjára csíráztatott magvak adatai (SZK=szkarifikált, F=forrázott)**

<b>Faj</b>	<b>Kód (2. táblázat alapján)</b>	<b>Kezelés</b>	<b>Magok (db)</b>	<b>Csíráztatás ideje</b>
<i>A. cicer</i>	25SZ	SZK	6	2013.04.29- 2013.06.03
<i>A. contortuplicatus</i>	14O	SZK	16	2013.04.29- 2013.06.03
	18T	SZK	8	2013.04.29- 2013.06.03
	011T	SZK	14	2013.04.29- 2013.06.03
	011T	F	14	2013.04.29- 2013.06.03

### **3.3. Statisztikai elemzések**

A statisztikai elemzések során az R statisztikai programot használtam (R Development Core Team, 2012). Kiszámoltam az egyes magtétélekhez tartozó átlagos magtömeget. Az egyes személyek által mért értékek eltéréseit ismételtetőséggel teszteltem (ICC=Intraclass Correlation Coefficient). A megtételek átlagai közti különbséget ANOVA elemzéssel és Tukey teszttel vizsgáltam.

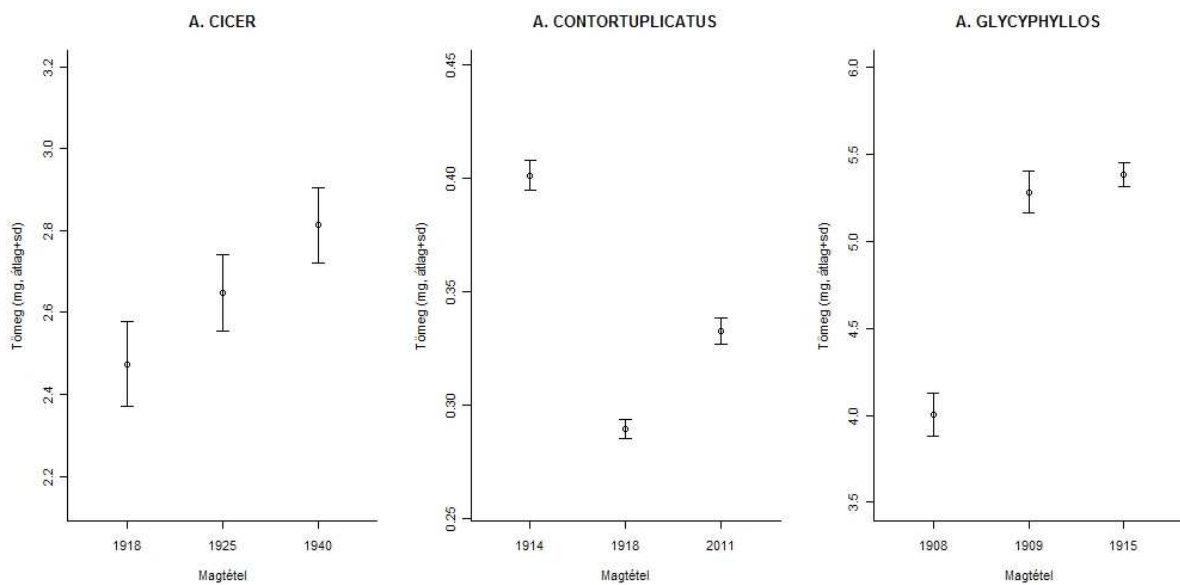
Ezen kívül kiszámítottuk az egyes Petri-csészékhez tartozó csírázási százalékokat, a szkarifikált és kontroll csoportokat külön-külön tekintve. A csírázási százalékok összehasonlításánál Khi-négyzet tesztet homogenitás vizsgálatára, illetve Fisher-féle egzakt tesztet használtam, attól függően, hogy a várt értékek nagyobbak voltak-e, mint 5.

## 4. Eredmények

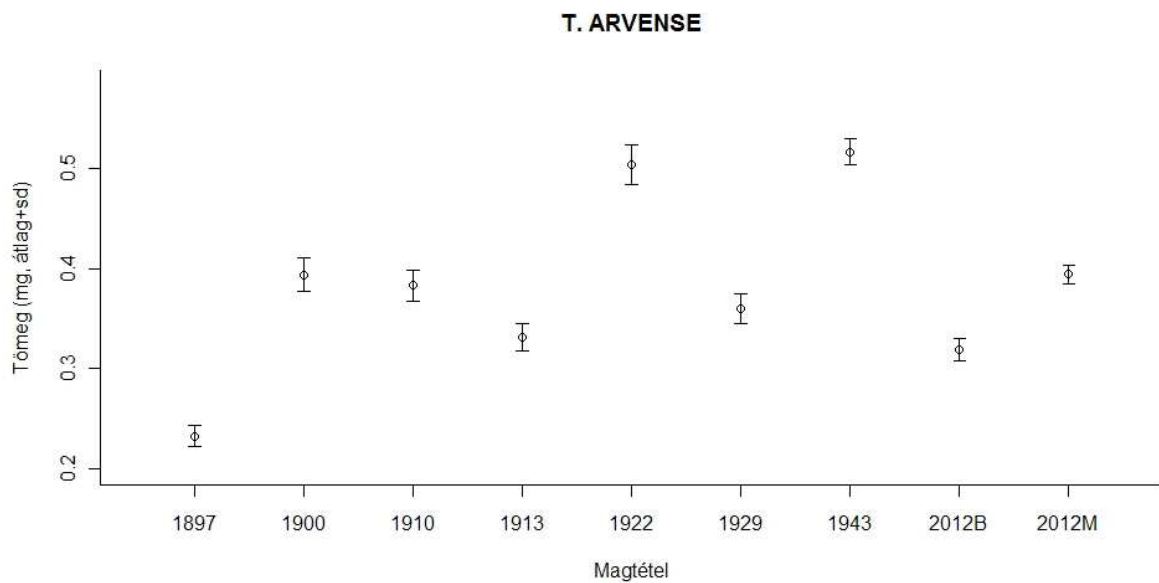
### 4.1. Magtömegek

Az ICC elemzés alapján a különböző személyek által elvégzett mérések ismételtetőnek bizonyultak (ICC= 0,988; 95%-os konf. int= (0,973; 0,995)  $p=2,18e-18$ ).

Az egyes magtétéleknél mért magtömegeket és az átlagokhoz tartozó szórás-értékeket a 4. és 5. ábrán tüntettem fel.



4. ábra: A különböző éven gyűjtött *Astragalus* magok átlagos tömege és szórása



5. ábra: A különböző éven gyűjtött *Trifolium* magok átlagos tömege és szórása

Ugyan az *A. cicer* magtételéi esetén az idő függvényében megfigyelhető egy növekvő tendencia a magok tömegében (4. ábra), de a varianciaanalízis (ANOVA) alapján ezek nem különböznek szignifikánsan ( $p=0,065$ ). Az *A. contortuplicatus* magtételéi mind szignifikánsan különböznek egymástól ( $p<2e-16$ ). Az 1908-as gyűjtésű *A. glycyphyllos* magok szignifikánsan kisebbek ( $p=3.5e-16$ ), mint az 1909-ben és 1915-ben gyűjtött tételek. Ez utóbbi kettő egymástól nem különbözik.

A *T. arvense* magtételéinek tömege látszólag nem függ a magok korától (5. ábra). Említésre méltó, hogy az 1922-ben és az 1943-ban gyűjtött magok szignifikánsan nagyobbak ( $p<0,002$ ), mint a többi évből származóak, míg az 1897-ben gyűjtöttek szignifikánsan kisebbek ( $p<0,002$ ) a többi évből származóknál.

#### **4.2. Csíráztatási eredmények**

Az *Astragalus contortuplicatus* esetében az 1914/15-ös magoknál a 31 szkarifikált közül az előkezelés során 2 csírázott ki, míg a csíráztatás 3. napján ez háromra emelkedett, a többi mag pedig mind megduzzadt. A csíráztatás utolsó napján 5 db embrió a magon kívül volt, 4 kicsírázott, 16 épen maradt, a többi megrepedt. A kontroll csoportban nem történt csírázás, de 16 db magnál itt is vízfelvételt tapasztaltam. Mindez 12,9%-os csírázást jelent.

Ugyanezen faj 1918-ból származó magjai esetében a szkarifikált csoportnál nem volt megfigyelhető a csírázás, de a 30 mag mindegyike megduzzadt. A kontrollnál az egyetlen csíra a kísérlet 6. napján jelent meg (3,33%), emellett 13 mag megduzzadt.

A friss, 2011-es magtételből a szkarifikáltak közül 9 db kicsírázott az előkezelés során, majd a csíráztatás első napján már mind a 33 egyed csíráként volt jelen (100%). Ugyanezen év kontroll csoportjában 5 mag csírázott ki (15,15%), az első kettő a második napon, az utolsó csírázást pedig a tizenegyedik napon figyeltem meg. A többi magon csak vízfelvételt regisztráltam.

Az előbb ismertetett kísérletből megmaradt, kontrollként csíráztatott, ép magokat szkarifikáltuk és 2013.04.29-én, két napra beáztattuk. Az 1914/15-ös tételből visszamaradt 16 magból az előkezelés során 4, majd még egy mag csírázott ki (31,25%), míg az 1918-as magok közül egyik sem csírázott ki a szkarifikálást követően sem. A 2011-es évből mind a 14 szkarifikált (100%) kicsírázott, a 14 leforrázottból azonban csak egy mag hajtott ki (7,14%).

Az *Astragalus cicer*nél az 1918-ból származó magtételnél csak kontroll csoportot tudtam felállítani, itt 2 embrió bújtt ki a magból, ezen kívül 20 mag duzzadt meg a 23-ból, de csírázást szintén nem figyeltem meg. Az 1925-ből származó magoknál a szkarifikáltak közül az előkezelés során nem történt csírázás, az első öt csíra a kísérlet második napján jelent

meg, az utolsók a 14. napon. Összesen 8 csírázott (29,63%), emellett az összes mag megduzzadt. Az elültetett példányok életképesnek bizonyultak (6. ábra).



**6. ábra: 1925-ös magtételből csírázott, életképes egyed**

kivételével az összes mag vizet vett fel.

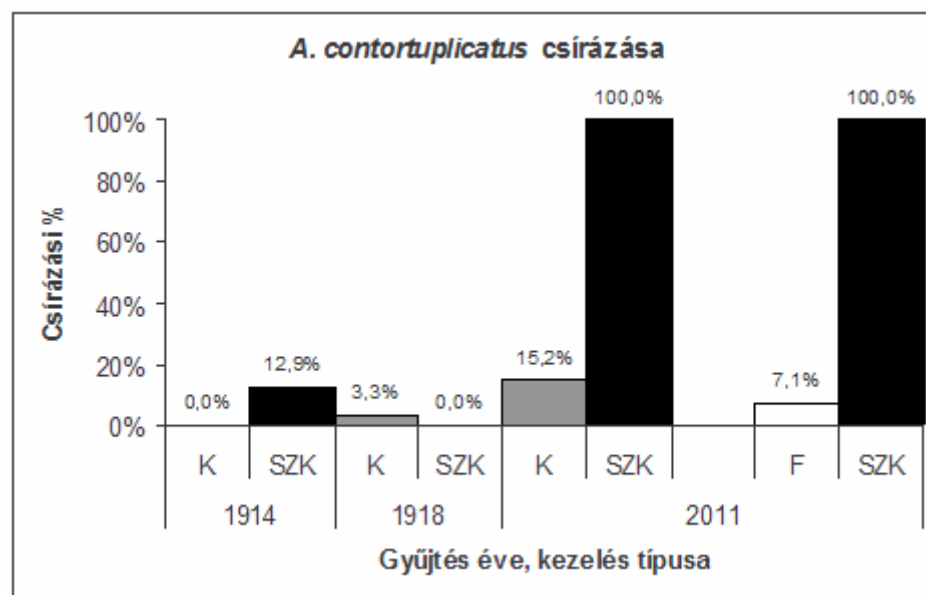
Az *Astragalus glycyphyllos* csíráztatása során az 1908-ból származó magok esetében mind a 24 magnál megfigyelhető volt az embrió kibújása, akárcsak a kontroll csoport esetében, de a csírázás végül nem következett be. Az 1909-es magokból csak kontroll csoportot hoztam létre, a rendelkezésre álló kevés (30) mag miatt, melyből összesen egy esetben volt megfigyelhető a gyököcske kibújása, és 7 magon tapasztaltam duzzadást. Az 1915-ös magtétel szkarifikált csoportjában a 30-ból 28-nál az előkezelés során kibújt az embrió, később a maradék kettő is megjelent, azonban egyik sem indult csírázásnak, ahogy a kontroll csoportban sem. A kontrollnál 18 magnál volt tapasztalható vízfelvétel.

A *Trifolium arvense*-vel folytatott csíráztatás során az 1897-es évjáratú magok közül mind a szkarifikált, mind a kontroll csoport esetén az összes mag megduzzadt, de csírázás nem történt. Az 1900-as magoknál a szkarifikált csoportban a második napon 3 embrió bújt ki, ezen kívül az összes mag megduzzadt, de nem volt csírázás. A kontroll ennél rosszabb eredményt hozott, ott mindössze 12 mag duzzadt meg a 30-ból. Az 1910-es magoknál az első napon 3 szkarifikált embrió bújt ki és az összes megduzzadt, míg a kontrollnál csak 8 db duzzadt meg, de csírázás egyik esetben sem következett be.

Az 1913-as tétel esetében az első napon 2 szkarifikált magból jött ki az embrió, 27 pedig megduzzadt. A kontrollnál egy mag gyököcskét hajtott a 16. napon, emellett 6 mag megduzzadt. 1922-es magoknál egy embrió bújt elő a 2. napon, amit később még 5 követett a magok duzzadása mellett. Az 1929-es magok esetében az összes (30) szkarifikált megduzzadt az előkezelés során és a harmadik napon megjelent egy embrió. A kontroll csoportnál 9 darab mag megduzzadt, de csírázás egyik esetben sem történt.

Az 1943-ban gyűjtött magokból az előkezelés alatt az összes szkarifikált megduzzadt, de csírázás sem itt, sem a kontrollnál nem volt megfigyelhető. Ez utóbbi esetben mindössze 2 duzzadt meg. A friss magok esetében a 2012-es Bordeauxból származók közül már az előkezelés során kicsírázott 5 szkarifikált mag, ezen kívül 24 megduzzadt. Ezt az első napon 5 újabb csíra megjelenése követte, ami a kísérlet végére 27-re emelkedett (90%), a maradék 3 mag pedig megduzzadt. A kontroll csoportnál az összes duzzadt volt, a 7. napon megjelent az első csíra, az utolsó napon összesen 3 csírárt számoltam meg (10%). Szintén ebből az évből, Münsterből származó magoknál a szkarifikáltak az előkezelés során 26 csírával szolgáltak, majd a kísérlet végére az összes kicsírázott (100%). A kontroll csoportnál a 4. napon megjelent 5 csíra, a kísérlet végére ez mindössze 6-ra emelkedett (20%), a többi magon csak vízfelvétel történt.

Összefoglalva a csírázási eredményeket, az *A. glycyphyllos* és a *T. arvense* egyáltalán nem csírázott a kezeléstől függetlenül, míg az *A. cicerinél* csak szkarifikált magoknál tapasztaltam csírázást, ott is csak az 1925-ből származó magokon. Az *A. contortuplicatusnál* minden évből volt csírázó mag, a szkarifikáltak esetében magasabb volt a csírázóképeség, ami a friss magok esetében volt legmagasabb (7. ábra).



7. ábra: *A. contortuplicatus* különböző évekből származó magjainak csírázási arányai a kezelés típusától függően

A csírázási eredmények összehasonlításánál a különböző évekből származó, kontrollként csíráztatott magtételek között egyedül csak az *A. contortuplicatus* esetén találtam eltérést (Fisher-féle egzakt próba,  $p=0,3609$ ). A többi fajnál egyáltalán nem volt csírázás a kezeletlen csoportokban, így nem volt értelme az összehasonlításnak

A különböző évekből származó szkarifikált magok csírázási eredményeiben az *A. contortuplicatusnál* szignifikáns eltérést tapasztaltam (Khi-négyzet teszt,  $p<2,2e-16$ ), valamint



az *A. cicer* 1925-ös szkarifikált magjai is szignifikánsan jobban csíráztak, mint az 1940-es évekből származó szkarifikált magok (Fisher-féle egzakt próba,  $p=0,0044$ ). Az *A. glycyphyllos* a kezelés ellenére is 0%-os eredménnyel csírázott, így itt sem volt eltérés.

A szkarifikált és kontroll csoportok csírázási arányának eltéréseit vizsgálva a következő eredményeket kaptam. Az 1914-es évből származó *A. contortuplicatus* magoknál nem tapasztalható szignifikáns eltérés (Fisher-féle egzakt próba,  $p=0,11$ ), hasonlóan az 1918-as magokhoz (Fisher-féle egzakt próba,  $p=1$ ). A 2011-es mintáknál szignifikáns különbség figyelhető meg (Khi-négyzet teszt,  $p=3,08e-12$ ), ahogyan ugyanezen év újracsíráztatott magvai esetében a szkarifikáció és a forrázásos módszer között is szignifikáns a különbség (Khi-négyzet teszt,  $p=8,38e-07$ ).

Az *A. cicer* esetén az 1918-as magoknál csak kontroll csoport volt, az 1925-ből származóknál szignifikáns a különbség (Fisher-féle egzakt próba,  $p=0,0043$ ), az 1940-ből származó magok pedig nem csíráztak ki, ahogyan az *A. glycyphyllos* magok sem.

A *T. arvense* 2012 előttről származó magjai nem csíráztak ki. A 2012-es Bordeauxból származó magoknál a szkarifikált-kontroll magok csírázási százaléka között szignifikáns különbség van (Khi-négyzet teszt,  $p=5,763e-10$ ), ez a Münsterben gyűjtött magokra is igaz (Khi-négyzet teszt,  $p=2,540e-10$ ). A két helyszínről származó magok között nincsen szignifikáns eltérés, se a kezelt (Fisher-féle egzakt próba,  $p=0,4716$ ), se a kontroll csoportok esetén (Fisher-féle egzakt próba,  $p=0,2373$ ).

## 5. Diszkusszió

A vizsgálat fő kérdésére, azaz hogy a magok milyen hosszú ideig őrzik meg csírázóképeségüket, az eredmények alapján nem kaptam egységes választ.

Az *A. contortuplicatus* esetében kimutattuk, hogy a magok akár 99 évvel a magszórás után is csírázóképesek lehetnek. A csírázási arányra valószínűleg hatással van a magok kora, ugyanis a vizsgálatunkban a kontroll csoportoknál a kor előrehaladtával folyamatosan csökkent a csírázási százalék. Az 1918-ból származó magok tömege a többi évből származóénál sokkal alacsonyabb, így ez magyarázhatja, hogy a magok sokkal alacsonyabb arányban csíráztak, az 1914-es tételhez képest.

A szakirodalom említi, hogy hosszú tárolás után feloldódhat a keményhéjúság (BASKIN & BASKIN, 1998). Ezt látszik bizonyítani az az eredményünk is, miszerint se a 95 éves, se a 99 éves *A. contortuplicatus* magok nem csíráztak jobban szkarifikálás hatására, holott a 2011-es, relatíve friss magoknál jelentős keményhéjúságot figyeltünk meg.

A szkarifikált és forrázott csoportok csírázási aránya közötti különbség azt mutatja, hogy a szkarifikáció eredményesebb módszer a dormancia megtörésére. Ennek egyik oka az lehet, hogy ebben az esetben minden mag maghéja roncsolódik függetlenül annak vastagságától. A forrázás során viszont előfordulhat, hogy a magok túl rövid ideig vannak a vízben és a viszonylag vastag maghéj nem tudott megrepedni. Mindez alapján a szkarifikációs módszer használata kedvezőbbnek tűnik, melyet korábbi kutatások eredményei is igazolnak (RAJJOU & DEBEAUJON, 2008; LONG et al. 2012).

A hosszú életképesség egyik lehetséges magyarázata a faj életmódjához kötődik (LESKU & MOLNÁR 2007). Mivel folyó menti élőhelyein, általában elöntés utáni, friss iszapfelszíneken szokott megjelenni, gyaníthatóan igényli a nagy mennyiségű vizet és tápanyagot, viszont nehezen bírja a versengést. Ilyen körülmények, vagyis friss kiöntések azonban rendszertelenül, időnként csak hosszú idő elteltével következnek be, így a hosszú életképességű magvak létrehozása elengedhetetlen a faj fennmaradásához.

Az *A. cicer* magjainak csíráztatása során a faj 88 éves magjai is eredményesen csíráztak. Ennyi idősen azonban még jelentős keményhéjúság volt kimutatható, ugyanis a szkarifikált magoknál még mindig magasabb volt a csírázási arány, mint a kontroll csoportnál, tehát ennél a fajnál 88 év után még nem oldódott fel a keményhéjúság.

A várttal ellentétben az 1925-ös magok nagyobb hatásfokkal csíráztak, mint az 1940-es évből származóak. Ez a magok tömegével sem magyarázható, mivel 1940-ből származó, fiatalabb magok tömege szignifikánsan nagyobbak mutatkoztak. A jelenség egyik oka talán az lehet, hogy a magok másik gyűjteményből származtak és az 1940-es magok a rosszabb

tárolási körülmények miatt hamarabb elvesztették életképességüket. Egy másik magyarázat, hogy jóval a teljes érés előtt gyűjtötték le a magvakat, így nem érte el a teljesen érett állapotot. Ezt látszik alátámasztani az is, hogy a RGB adatbázis alapján a faj átlagos ezermagtömege 3,5 gramm, ami jóval magasabb, mint a saját magtétéleink mérési eredményei.

Az *A. glycyphyllos* magvai esetében nem történt csírázás, de mivel a legfiatalabb magtétel is 1915-ből származik, elképzelhető, hogy ennyi idő alatt már elveszítették az életképességüket. Korábbi kutatások azonban utaltak arra, hogy ez a faj igen alacsony csírázási százalékot mutat (CSONTOS, 2006), magasabb arányt csak ritkán, friss magok esetében sikerült elérni (GODEFROID, et al., 2010). Ennek magyarázata lehet, hogy a faj igen tágtúrúsú, közönségesen elterjedt, ezért megfelelőbb stratégia számára, ha gyorsan csírázó, kevesebb ideig életképes magokat hoz létre.

A *T. arvense* magjainál mind a szkarifikált, mind a kontrollcsoportok esetében csak a friss magok csíráztak, de mivel a második legfiatalabb magtétel is idősebb volt 70 évnél, így elképzelhető, hogy ennyi idő alatt szintén elvesztették a csírázókéességüket. A kor, csírázási szempontból itt is meghatározóbbnak tűnik a tömegnél, mivel a 1922-ből és 1943-ból származóak tömege szignifikánsan nagyobb a 2012-esekénél, mégsem tudtak kicsírázni. Ez utóbbiak esetében a keményhájúság jelentősnek tűnik, kezelés nélkül átlagosan 15%-ban csíráztak ki, kezeléssel viszont ez az arány átlagosan 95%-ra nőtt. Az idősebb magok életképességének elvesztését magyarázhatja ebben az esetben is a faj általános elterjedése és gyom jellege.

Az eredmények alapján a magok életképességének fenntartása szempontjából meghatározó lehet mind az idő, mind a mag tömege, de e két tényező fajonként eltérő mértékben befolyásolhatja a magok csírázást. Az is megfigyelhető, hogy életképességüket az egyes fajok különböző ideig őrzik meg, de ez még fajon belül is eltérhet (GALGÓCZI, 1964) a magok szedési állapota, a tárolási körülmények, a raktározott tápanyag és egyéb befolyásoló tényezőktől függően.

A fizikai dormancia természetes feloldódása bizonyos esetekben megfigyelhető volt, ami mesterségesen is előidézhető, elsősorban szkarifikációs módszerekkel.

## 6. Kitekintés

A jövőben a már meglévő adatok további elemzésére fog sor kerülni, ezen belül külön hangsúlyozva a csírázás kortól és a tömegtől, valamint fajoktól való függésének vizsgálatát.

A már korábban elvégzett vizsgálatok több gyűjteményből és korosztályból származó magokon való megismétlésével, kezelésként kizárólag szkarifikációt használva, valamint azokat különböző kémiai módszerekkel kombinálva (TTC) vizsgálható lenne, hogy az eddig ki nem csírázott magok tényleg képtelenek-e erre, vagy csak a dormancia megtöréséhez az egyszerű szkarifikációnál többre van szükség. A TTC alkalmazásával érdemes lenne meghatározni a festődési térképet a vizsgált fajoknál annak függvényében, hogy a mag megduzzadt-e egyáltalán a csíráztatás során, illetve megnézni, hogy az ugyanazon évből és helyről származó magok festődési térképe milyen mértékben tér el egymástól.

Az *A. cicer* magjai esetén a különböző évekből származó magok tömegeinél egy látszólag trendszerű növekedés látható, amit talán magyarázhat az egyes magok különböző gyűjteményekből való származása. Elképzelhető, hogy a fiatalabb magokat még éretlenül szedték le, ezáltal az életképességük nagyjából megegyezővé vált az idősebb, éretten leszedett magok életképességével. Ennek további kutatása is figyelemre méltó.

A herbárium további vizsgálata, más fajokhoz és családokhoz tartozó magvak kigyűjtése és csíráztatása szintén további kutatási lehetőségeket nyújt a jövőben. Emellett további keményhéjú fajok magjainak (pl. *Malvaceae*) csíráztatásával a dormancia feloldódásának mértékét lehetne vizsgálni. Minél több magtétel áll rendelkezésre, annál pontosabban lehet meghatározni a dormans állapot fennmaradásának hosszát a különböző fajok és családok esetében. Ehhez a jövőben szükség lehet más herbáriumok anyagának feldolgozására is.

## 7. Összefoglaló

Napjainkban az ember környezetromboló hatásai miatt egyre több élőlény kerül a kihalás szélére. Az életközösségek komplexitása folytán egy faj eltűnése a vele együtt élő többi faj, illetve közvetve az élőhelyek pusztulásához is vezethet. Emiatt, illetve a drasztikusan megnövekedett kihalási ráta miatt a fajok védelme az elmúlt években egyre nagyobb jelentőséggel bír. A hatékony védelemhez azonban fontos az egyes fajok természetrajzának, szaporodásbiológiájának minél pontosabb ismerete. Ezek ismeretében becsülhető egy életközösség viselkedése és regenerációs képessége. Egy növényközösség regenerációjának alapja a természetes magbank, a magok életképességének és csírázási tulajdonságainak ismerete pedig elengedhetetlen ezen képesség meghatározásához, vizsgálatához.

Jelen kutatásunk célja négy, a pillangós virágúak (*Fabaceae*) családjába tartozó faj (*Astragalus cicer*, *Astragalus contortuplicatus*, *Astragalus glycyphyllos*, *Trifolium arvense*) magjainak életképesség-vizsgálata volt. Fő kérdéseink arra irányultak, hogy a fajok magjai mennyi ideig őrzik meg csírázóképeségüket, függ-e ez a képesség a magok tömegétől, illetve hogy hosszú távon milyen mértékben veszítik el a családra jellemző keményhájúságot.

A vizsgálathoz az archív maganyag az Magyar Királyi Állatorvosi Főiskola, valamint a Növénytan és Ökofiziológiai Intézetének (Gödöllő) herbáriumából származott. Kontrollként friss gyűjtésből származó magokat használtunk fel, így az *Astragalus cicer* esetében 3 (1918, 1925, 1940), az *A. contortuplicatus* esetében 3 (1914, 1918, 2011), az *A. glycyphyllos* esetében 3 (1908, 1909, 1915) míg a *T. arvense* esetében 9 (1897, 1900, 1910, 1913, 1922, 1929, 1943, 2012 két helyről) magtétel állt rendelkezésre. A csíráztatást Petri-csészében, itatóspapíron végeztük. A keményhájúság vizsgálatához minden magtételből szkarifikált magokat is vizsgáltunk.

Az *A. contortuplicatus* 1914-es magjainak 12,9%-a, az *A. cicer* 1925-ös magjainak 29,63%-a, csírázott ki. A többi magtétel esetében duzzadáson kívül nem történt változás. Az *A. glycyphyllos* és a *T. arvense* esetén csírázás egyik esetben sem történt. Az ezermagtömegben is sikerült eltéréseket kimutatni, ami magyarázhatja az esetleges csírázási különbségeket.

Az előkísérlet során kapott eredmények alapján úgy tűnik, hogy az adott családban vannak olyan fajok, melyek magjai több mint 90 év után is csírázóképesek, a kicsírázott egyedek pedig a továbbiakban is életképesek maradnak. Mindez rengeteg új kérdést vet fel és több fajt is érdekessé tesz hasonló vizsgálatra.

## 8. Summary

Due to the increasing human effect, more and more species are getting close to extinction. The disappearance of a species can lead to the extinction of other ones and degradation of the habitat as these biotopes are quite complex systems. Considering these factors and the increasing extinction rate the protection of the species came to the focus in the last few years. The knowledge of plant biology and reproduction seems to be essential for the effective protection work, what helps to predict the succession pattern and the regeneration ability. The regeneration of a plant community always base on the natural seed bank, and it can be described with the seed viability and germination ability.

The aim of the research is the seed viability measurements of four species belong to the *Fabaceae* family (*Astragalus cicer*, *Astragalus contortuplicatus*, *Astraglus glycyphyllos*, *Trifolium arvense*). The main experiments were focused on the seed longevity and its dependence on the seed weight. The decreasing of hardseedness was also tested.

The seeds were collected from the herbarium of the Royslal Hungarian Veterinary College and the Institute of Botany and Ecophysiology (Gödöllő). Fresh seed were collected for control samples. Altogether 3 seed samples (1918, 1925, 1940) were used for *A. cicer*, 3 (1914, 1918, 2011) for *A. contortuplicatus*, 3 (1908, 1909, 1915) for *A. glycyphyllos* and 9 (1897, 1900, 1910, 1913, 1922, 1929, 1943, 2012 from two locations) for *T. arvense*. Germination was tested in Petri dishes with blotting paper. For the hardseedness test scarificated seeds were used as well.

The germination rate was 12,9% for *A. contortuplicatus* seeds of 1914, 29,63% for *A. cicer* seeds of 1925. For the other samples only turgid seeds were recorded and there was no germination detected for *A. glycyphyllos* and *T. arvensis* seeds at all. Differences for the thousand seed weight was also detected which can be an explanation for the different germination rates.

The preliminary results show that there are species in the *Fabaceae* family which can keep the germination ability after 90 years, and the germinated embryos can develop and stay viable. This can lead to new questions to be answered and a possibility to use other species for the same measurements.

## **Köszönetnyilvánítás**

Első sorban köszönettel tartozom a világ legfantasztikusabb témavezetőinek, Endrédi Anettnek és Dr. Cserhalmi Dánielnek, akik kitartó segítsége nélkül nem boldogultam volna, és bármikor, bármilyen kérdéssel bátran fordulhattam hozzájuk. Mellettük megköszönöm szüleimnek a folyamatos bátorítást és ösztönzést, és hogy a legkilátástalanabb helyzetekben is mellettem álltak. Köszönöm továbbá a segítséget a SZIE ÁOTK Növényteni tanszék munkatársainak, valamint az Ökológia tanszéknek, külön kiemelten Dr. Hornung Erzsébetnek, hogy lehetővé tette számomra a laborhasználatot, és Hlavajiné Szabó Margitnak, aki mindig segítségemre volt. Végül, de nem utolsó sorban köszönöm Rigler Eszternek a sok vidám percet, melyek a nehezebb pillanatokban mindig segítettek.

A kutatás eredményes előrehaladásához nagyban hozzájárult a KK-UK 12002 és a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0011 "*A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen*" pályázatok által biztosított támogatás.

## Irodalomjegyzék

- AKHALKATSI, M., LÖSCH, R. 2005: Water limitation effect on seed development and germination in *Trigonella coerulea* (Fabaceae). *Flora* (200) p. 493–501.
- ALLEN, P. S., BENECH-ARNOLD, R. L., BATLLA, 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.
- BARTHODEISZKY et al. 1980: A magvak tárolása. In: SZABÓ L. GY. (ed) 1980: A magbiológia alapjai. Budapest: Akadémiai kiadó. p. 153-158.
- BARTON, L. V. 1961: Seed preservation and longevity. London: Leonbard Hill, p. 216.
- BASKIN, C. C., BASKIN, J. M. 1998: Seeds – Ecology, Biogeography, and Evolution of dormancy and Germination. San Diego: Academic Press. p. 666.
- BITTERCOURT, S. R. M., VIEIRA, R. D. 1966: Use of reduced concentrations of tetrazolium solutions for the evaluation of the viability of peanut seed lots. *Seed Sci. and Technol.* (25) p. 75-82.
- BOJŇANSKY, V., FARGAŠOVÁ, A. 2007: The Carpathian Mountaines region In Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European flora. Dordrecht: Springer. p. 1046.
- CSERESNYÉS-BÓZSING, E. 2010: A hólyagos csüdfü (*Astragalus cicer* L.) magprodukciónak és csírázóképeségének vizsgálata. *Botanikai Közlemény.* 97 (1-2.) p. 49–57.
- CSONTOS, P. 2001: A természetes magbank kutatásának módszerei. *Synbiologica Hungarica* (4) p. 155.
- CSONTOS, P., BÓZSING, E., KÓSA, G., ZSIGMOND, V. 2006: Csírázóképeség vizsgálata természetes flóránk fajainak hagyományos gyűjteményekben őrzött magvain. *Bot. Közlem.* 93 (1-2.) p. 93-98.
- DARWIN, C. 1859: A fajok eredete természetes kiválasztódás útján, vagy a létért való küzdelemben előnyhöz jutott fajták fennmaradása. Budapest: Akadémiai Kiadó p. 691.
- DAWS, M. I., DAVIES, J., VAES, E., VAN GELDER, R., PRITCHARD, H. W., 2007: Two-hundred-year seed survival of *Leucospermum* and two other woody species from the Cape Floristic region, South Africa: *Seed. Sci. Res.* (17) p. 73–79.
- DEGEN, Á. 1923: A keményhéjú magvak jelentősége a vetőmagban. In: SZABÓ L. GY. (ed): A magbiológia alapjai. Budapest: Akadémiai kiadó. p. 121.
- DENO, N. C. 1993: Seed germination theory and practice. USA: Self publication, p. 248.
- ELLIS, R. H., HONG, T. D., ROBERT, E. H., 1985: Handbook of seed technology for genebanks. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, p. 667.



- EWART, A. J., WHITE J. 1908: On the longewity of seeds. *Proc. Roy. Soc. Victoria* p. 210.
- GALGÓCZI, J. 1964: Keményhéjúsgái vizsgálátok pillangósvirágú növények magvaival. *Növénytermelés* (13) p. 347-360.
- GÁSPÁR, S. 1980: A magvak életképesége és meghatározásának módszerei. In: SZABÓ, L. GY. (ed.) 1980: A magbiológia alapjai. Budapest: Akadémiai Kiadó. p. 391.
- GODEFROID, S., VAN DE VYVER, A., VANDERBORGHT, T., 2010: Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks. *Biodivers Conserv.* (19) p. 1365–1383.
- GRABE, F. 1970: Tetrazolium testin handbook for agricultural seeds. Handbook on seed testing. *Association of Official Seed Analysts.* (29) 62. pp.
- GRIME, J. P., MASON, P., CURTIS, A.V., RODMAN, J., BAND, S.R., MOWFORTH, M. A. G, NEALA. M., SHAW, S. 1981: A comparative study of germination characteristics in a local flora. *Jour. of Ecol.*, (69) p. 1017-1059.
- GRUBB, P. J., 1988: The uncoupling of disturbance and recruitment, two kinds of seed bank, and persistence of plant populations at the regional and local scales. *Ann. Zool. Fennici.* (25) p. 23-46.
- HARRINGTON, J. F. 1972: Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. (ed.) *Seed Biology* vol 3. New York & London: Academic Press p. 145-245.
- 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) p. 60–78.
- HOLLY, L. 1982: A génbank célú magtárolás eredményei és problémái. *Az Országos Budapest: Mezőgazdasági Fajtakísérletezési Intézet kiadványa* p. 19.
- JAMES, E. 1949: Some factors affecting the production of hard seed in crimson clover. In: SZABÓ L. GY. (ed.) 1980: A magbiológia alapjai. Budapest: Akadémiai kiadó. p. 391.
- KIRÁLY, G. (ed.) 2009: Új magyar füvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Jósvafő: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. p. 616.
- KREYGER, J. 1972: Drying and storing grains, seeds and pulses in temperature climates. Wageningen: Inst. for Storage and Processing of Agricultural Produce (IBVL) p. 303.
- LEAKEY, R. E., LEWIN, R. 1995: The Sixth Extinction: Patterns of Life and the Future of Humankind. New York: Doubleday, p. 288.
- LEINO, M. W., EDQUIST, J., 2010: Germination of 151-year old *Acacia* spp. seeds. *Genet Resour Crop Evol.* (57) p. 741–746.

- LESKU B., MOLNÁR A. 2007: A Hortobágy növényritkaságai. *Daru füzetek*. Debrecen: Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság. p. 120.
- 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) p. 68–77.
- MÁLNÁSI, CS. G., HOLLY, L., TÓTH, Z., PETI, E. 2011: Pannon magbank projekt magtárolási útmutató. Növényi Diverzitás Központ. p. 13.
- MILBERG, P. 1997: Weed seed germination after short-term light exposure. germination rate, photon fluence response and interaction with nitrate. *Weed Research*, (37) p. 154-167.
- MOLNÁR, A. 1997: A magvak csírázását segítő módszerről. *Kitaibelia* 2(1) p. 84.
- MURDOCH, A. J., ELLIS R. H. 2000: Dormancy, Viability and Longevity. In: FENNER, M. (ed.) 2000: *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publishing, Wallingford. p. 410.
- PATANE, C., GRESTA, F. 2006: Germination of *Astragalus hamosus* and *Medicago orbicularis* as affected by seed-coat dormancy breaking techniques. *Journal of Arid Environments*. (67) p. 165–173.
- PETERS, J. (ed.) 2000: *Tetrazolium testing handbook*. Association 1970, p. 32.
- 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/> (Letöltés időpontja: 2013. 09. 01.)
- RAJJOU, L., DEBEAUJON, I., 2008: Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. *C. R. Biologies* (331) p. 796–805.
- RAO, N. K., HANSON, J., DULLOO, M. E., GHOSH, K., NOVELL, D., LARINDE, M. 2006: *Manual of seed handling in genebanks*. Handbooks for Genebanks No. 8. Rome: Bioversity International. p. 147.
- RBG Royal Botanical Garden Kew. URL: <http://data.kew.org/sid/storage.html> Letöltés időpontja: 2013.11.01.
- ROBERTS, H. A. 1981: Seed bank in soils. *Adv. Appl. Biol.* (6) p. 1-55.
- STANDOVÁR T., PRIMACK, R. B., 2001: *A természetvédelmi biológia alapjai*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó. p. 542.
- SUSZKA, B., MULLER, C., BONNET-MASIMBERT, M., 2008: *Az erdei lombos fák magjai a begyűjtéstől a vetésig*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. p. 291.
- SZABÓ, L. GY. 1980: *A magbiológia alapjai*. Budapest: Akadémiai Kiadó. p. 391.

- THOMPSON, K., GRIME, J. P. 1979: Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *J. Ecol.* (67) p. 893-921.
- VAN DER VALK, A. G., BRENHOLM, T. L., GORDON, E. 1999: The restoration of sedge meadows: seed viability, seed germination requirements, and seedling growth of *Carex* species. *Wetlands* (19) 756-764.
- VAN TREUREN, R., DE GROOT, E. C., VAN HINTUM, TH. J. L. 2012: Preservation of seed viability during 25 years of storage under standard genebank conditions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(4) p. 1407-1421.
- ZELENCHUK, T. K., 1961: The content of viable seed in meadow peaty soils of the L'vov region. *Byull. Mosk. Obshch. Ispyt. Prir.*, 66(3) p. 77-92.

## Nyilatkozatok

### NYILATKOZAT

Alulírott Tóth Kata Mária, a Szent István Egyetem Állatorvostudományi Karának biológus hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, az etikai szabályok betartásával kezeltem.

Budapest, 2013. november 14.

.....  
Tóth Kata Mária

A dolgozat készítőjének témavezetője nyilatkozom arról, hogy a dolgozatot áttekintettem, és azt a Tudományos Diákköri Konferencián történő bemutatásra javaslom.

Budapest, 2013. november 14.

.....  
Dr. Cserhalmi Dániel

# HuVetA - SZIA

## ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

Név: Tóth Kata Mária

Elérhetőség (e-mail cím): rimerin@gmail.com

A feltöltendő mű címe: Életképesség-vizsgálat a Magyar Királyi Állatorvosi Főiskola növénygyűjteményéből származó magokon

A mű megjelenési adatai: 2013, Budapest, Biológiai Intézet, Növényteni tanszék

Az átadott fájlok száma: 1

---

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, ill. a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA és a SZIA 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).

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

Kijelenti, hogy a feltöltött 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/SZIA-ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- a Szent István Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a SZIE Állatorvos-tudományi 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),

---

\* Jelen nyilatkozat az 5/2011. számú, *A Szent István Egyetemen folytatott tudományos publikációs tevékenységgel kapcsolatos adatbázis kialakításáról és alkalmazásáról* című rektori utasításhoz kapcsolódik, illetve annak alapján készült.

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, ill. a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 2013. év november hó 4. nap

---

aláírás

Szerző/a szerzői jog tulajdonosa

---

*A HuVetA Magyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett 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 impact faktorának növelése;*
- *az Állatorvos-tudományi Kar 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.*

*A SZIA Szent István Archívum a Szent István Egyetemen keletkezett tudományos dolgozatok tára*