



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**A CSÍRÁZÓKÉPESSÉG VIZSGÁLATA
KULTÚRNÖVÉNYEK VAD ROKONFAJAIN**

DOI: 10.54598/001640

Peti Erzsébet

Gödöllő

2021

A doktori iskola

megnevezése: Környezettudományi Doktori Iskola

tudományága: Környezettudomány

vezetője: Csákiné Dr. Michéli Erika

egyetemi tanár

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Környezettudományi Intézet

témavezetők: Dr. Surányi Dezső

egyetemi tanár, az MTA doktora

MATE, KERTI Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont, Cegléd

Dr. Gyulai Ferenc

egyetemi tanár, az MTA doktora

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Környezettudományi Doktori Iskola

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása
Dr. Surányi Dezső

.....
A témavezető jóváhagyása
Dr. Gyulai Ferenc

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

A mag alkalmas a növényi genetikai erőforrások *ex situ* (természetes élőhelyen kívüli) konzervációjára (Guerrant et al. 2014). A mag alakban történő megőrzés napjainkban elsősorban génbankokban (magbankokban) valósul meg (Smith et al. 2003, Lima et al. 2014, Groot et al. 2015). A növényi magvak sajátos tárolási körülményeket igényelnek, és folyamatosan szükséges az állapotuk monitorozása annak érdekében, hogy életképességükről minél megbízhatóbb képet kapjunk. Az életképesség vizsgálata alapvető fontosságú a maggyűjtemények fenntartása során, és hatékony módja a tárolás alatt bekövetkező problémák gyors meghatározásának (Godefroid et al. 2010, van Treuren et al. 2013). A hazai természetes élőhelyek fajainak csírázási tulajdonságairól – szemben az alaposan kutatott gyomnövényekével – ma még csak nagyon szórványosak az ismereteink. Ezért különösen indokolt például annak kutatása, hogy az egyes növényfajok hogyan reagálnak a hűtött körülményekre, életképességük hogyan változik a tárolás során. Kevés irodalmi adat áll rendelkezésre a megőrzött magtétélek életképességéről laboratóriumi és ezzel párhuzamosan, szabadföldi körülmények között (Kiran Babu et al. 2018). Alig ismerjük a ritka, speciális életkörülmények között élő fajaink csökkent szaporodóképességének okát, a termett magok számát, csírázóképeségét és a magok természetes reprodukciójának mértékét (Kricsfalusy és Kommendar 1990). Mindez rendkívül fontos nemcsak a tárolt minták regenerációja, hanem a gyakorlati felhasználás során is, hiszen a megőrzött maganyag elsődleges célja az aktív természetvédelemben való felhasználás (Merritt et al. 2003).

Értekezésemben a hazai flóra 5 különböző családból származó 23 vadon élő lágyszárú növényfajának különböző hőmérsékletű génbanki tárolókban őrzött, szárított magjainak csírázóképeségének változását vizsgálom laboratóriumi és szabadföldi körülmények között. A választott tétélek 2017-ben (a vizsgálat utolsó évében) 1-5 éve állnak tárolás alatt.

A vizsgálatban az alábbiakat tűztem ki célul:

1. A kiválasztott fajok csírázóképeségének összehasonlítása két génbanki körülmény (a 0 °C-os aktív és a -20 °C-os bázis tárolókban) között;
2. A vizsgált fajok magjainak életképesség-vizsgálata természetes és laboratóriumi körülmények között;
3. A tárolt fajok esetében a tárolás előtt megállapított csírázási eredményektől jelentősen eltérő csírázási értékek okának (az életképességet befolyásoló tényezők) elemzése.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A fajok kiválasztásának szempontjai

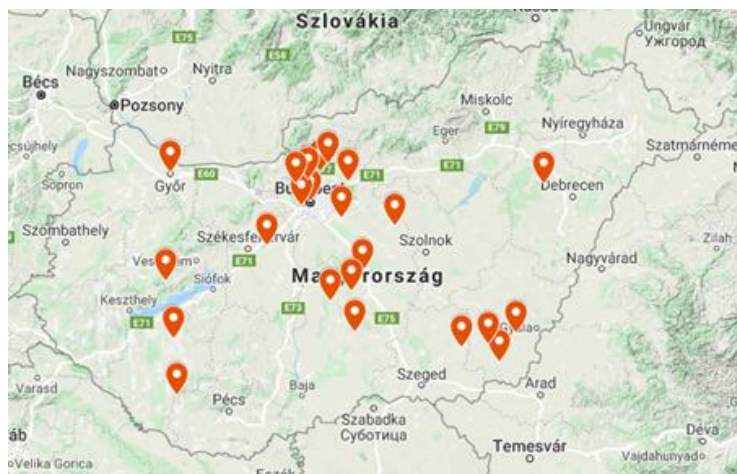
A vizsgálatokat 5 család 23 fájának 41 magtételével végeztem, amelyek már legalább minimum 1 éve tároltak voltak a kezdetekkor. A vizsgálatba vont családok és fajok kiválasztásánál az alábbi szempontokat vettem figyelembe:

- Olyan családok jelöltem ki a vizsgálatokhoz, amelyeket sok faj, lehetőleg több tétellel képviselt a Pannon Magbankban, és ebből következően a vizsgálat megkezdésekor már rendelkezünk legalább egy éve tárolt tétellel.
- A faj tárolási tulajdonságai alapján ortodox vagy feltehetően ortodox tulajdonságokkal rendelkezzen, hiszen ellenkező esetben a csírázási képességét nem lenne lehetséges vizsgálni hűtött körülmények között. 5 faj esetében nem állt rendelkezésre a tárolási tulajdonságokról információ, így ezen fajok esetében a vizsgálatok segítségével pontosabb képet kaphatunk ezen tulajdonságokról.
- A fajok kiválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy az adott faj megfelelő magszámú (min. 5000) tételekkel rendelkezzen, annak érdekében, hogy elegendő magmennyiség álljon rendelkezésre a 0 és -20 °C-os hűtőtárolókban a kísérletek elvégzésére, valamint ezek semmiképpen ne veszélyeztessék a hosszú távú megőrzést.
- A fajok kiválasztásánál figyelembe vettem továbbá a természetvédelmi jelentőségüket is, a Simon-féle természetvédelmi érték besorolás szerint (Simon 1988) vettem alapul. Ennek értelmében többnyire természetességre, illetve kisebb számmal degradációra utaló fajok szerepelnek a kutatásban, illetve családonként egy, a *Caryophyllaceae* és a *Fabaceae* családok esetében két-két természetvédelmi oltalom alatt álló fajt is bevontam a vizsgálatba. A választott fajok legnagyobb része gyepalkotó faj, és választottam egy- és kétszikű, illetve domináns és kísérőfajokat is.

2.2. Maggyűjtés

A vizsgálatban szereplő fajok magteteleinek begyűjtése a Pannon Biogeográfiai Régió területén a Pannon Magbank Projekt keretében történt, amelynek projektvezetői feladatait láttam el 2010 és 2014 között. A maggyűjtések az European Native Seed Conservation Network program mintázási-minőségi-mennyiségi kritériumait követték (ESCONET 2009a). A gyűjtést a Nemzeti Biodiverzitás és Génmegőrzési Központ (Tápiószele), az MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézete (Vácrátót) és a nemzeti park igazgatóságok, valamint egyéb intézmények botanikus szakemberei végezték - a populáció egyedszámának függvényében -, random, rács vagy transzekt mentén történő mintavételezéssel. A növényfajok taxonómiai azonosítása az Új Magyar

Füvészkönyv (Király 2009) alapján történt. A projektben nagy figyelmet fordítottunk a populáció génállományának minél teljesebb megmintázására, így arra, hogy több anyanövényről származó kevert magmintát gyűjtsünk (a továbbiakban az egyes populációk magmintáit tételeknek nevezem). A gyűjtésre vonatkozó információkat [hely, időpont, mintázási módszer, Á-NÉR élőhely-típus (Bölöni et al. 2011) stb.] pontosan dokumentáltuk. A fajok gyűjtési helyét az 1. ábra mutatja be.



1. ábra: A vizsgálatban szereplő tételek gyűjtési helyei
A térkép forrása: Google

A maggyűjtések módszertanának további részleteit lásd még Peti és munkatársai (2015) és Török K. és munkatársai (2016) publikációiban.

A hosszú távú génmegőrzésre alkalmas tételek biztosítása érdekében fokozott figyelmet fordítottunk a jó minőségű (érett, egészséges), kellő magszámú minták begyűjtésére. Az elfogadható magmennyiséget az ENSCONET (2009a) alapján 5000 darab magban állapítottuk meg (Zsigmond 2011).

2.3. A magminták feldolgozása és csíráztatása

A tisztítás során Rao és munkatársainak (2006), valamint az ENSCONET (2009b) módszereit alkalmazva eltávolítottuk a magmintákból az idegen anyagokat, az egyéb növényi maradványokat, a kártevőket, a fertőzött, sérült, éretlen és léha magokat. Tömegmérésre a Pannon Magbank Projekt tömegmérési protokolljának (<http4>) értelmében a nem-propagulum frakciótól megtisztított tételek magmintái kerülhettek. A tömegméréseket a nemzetközileg használt standardnak [pl. LEDA (Kleyer et al. 2008); Hintze et al. 2013] megfelelően légszáraz propagulumokon végeztem 0.0001 gramm pontosságú analitikai mérleg segítségével.

A mérésekhez tételenként 4×100 propagulumos mintákat használtam fel, a négy ismétlés eredményét tételenként, majd fajonként átlagoltam. A magtömeget ezermagtömegben (g) adtam meg.

A csírázási tesztek fajtól függően 20-30 °C között működő Jacobsen-asztalon csíráztató harangok alatt vagy 15-25 °C között működő termosztátokban Petri-csészékben végeztem. A csíráztatás közege szűrőpapír, időtartama egy hónap volt. A csíráztatásokhoz fajspecifikus módszert (víz, hőmérséklet, fény/sötét és hormonok megfelelő kombinációja) alkalmaztam, amelyhez a RBG (Kew) elektronikus SID adatbázisa (RBGK 2016), valamint néhány kultúrnövény rokonfaj esetében az ISTA (2012) szabványa adott támpontot. A nem-mély dormancia megtörésére fajtól függően szkarifikálást, előáztatást vagy meleg és/vagy hideg sztratifikációt alkalmaztam.

Ezek alapján tételenként 2×50 magos mintákat csíráztattam, a két ismétlés eredményét tételenként, majd fajonként átlagoltam. A csírázóképeességet százalékban fejeztem ki. A kísérletek lezárására 1 hónap elteltével került sor, amikor újabb csíranövények már nem mutatkoztak.

2.4. Szárítás és tárolás

A tárolásra szánt magvak nedvességtartalmát az előírásoknak megfelelően 3–7% közötti értékre csökkentettem. A szárítás 16 ±1 °C hőmérsékletű és 15–20% relatív páratartalmú szárítókamrában történt (ENSCONET 2009b), FAO (2013). A leszártott magminták légmentesen zárt, 3 rétegű laminált alumínium tasakokban kerültek a tárolókba. A tárolás az előírásoknak megfelelően a 0 °C-on üzemeltetett aktív, és -20 °C-on működtetett bázis tárolókban valósul meg.

2.5. Vízáktívítás-mérés

A magvak vízáktívítás értéke (aw) olyan arányszám, amely arányos azok nedvességtartalmával, a mintában lévő szabad víz gőztenziójának (P) és a tiszta víz feletti légtér relatív páratartalma parciális nyomásának (Po) hányadosa. A méréseket Testo 650-es típusú készülékkel végeztem, amelyhez speciális vízáktívítás-mérő egységet csatlakoztattam. A következőket vizsgáltam:

- A 0 és -20 °C-os tárolás hatása a fajok nedvességtartalmára 2015-ben, 2016-ban és 2017-ben.
- A 0 és -20 °C-os tárolás hatása a fajok nedvességtartalmára ugyancsak 3 egymást követő évben a kontroll értékekkel összehasonlítva.
- A csírázási százalékok és a vízáktívítás értékek összefüggése.

2.6. Üvegházi hajtás és szabadföldi vetés

Üvegházban a kiültetések 2015 májusában kezdődtek, és négy ismétlésben történtek, ismétlésenként lehetőség szerint 4×25 maggal, 10×10 cm-es műanyag cserepekbe. Meghatároztam az egy éven belül kikelt magok százalékos arányát.

A tételeket szántóföldi körülmények között is elvettem, semleges kémhatású virágfölddel töltött cserepekbe, majd a cserepeket talajszintbe süllyesztettem. A kísérlet elrendezését a 2. ábra mutatja.

A tételek 5-ös ismétlésben (5 mag/cserép, összesen 5 cserép/tétel, 5×5, vagyis 25 maggal) kerültek kiültetésre az alábbi időpontokban:

- 2015. augusztus vége
- 2016. február eleje
- 2016. március közepe
- 2016. március vége
- 2016. augusztus eleje

Azon fajok esetében, ahol elegendő magmennyiségű tétel állt rendelkezésre, ott 3 vetési időpontban [2015. augusztusában (2015.08.28.-09.01.), 2016februárjában (2016.02.02.-03.), ill. március második felében], ahol pedig korlátozottabban áll rendelkezésre szaporítóanyag, ott két alkalommal [2016 márciusában (2016.03.22.) és augusztusában (2016. 08.08.-10.)] történt vetés.



2. ábra: A szabadföldi kísérleti terület az átültetéseket követően 2016 májusában (saját felvétel)

3. EREDMÉNYEK

3.1. *Magnedvességtartalom vizsgálatok*

2015-ben és 2016-ban vizsgálva a 0 °C-os és a -20 °C-os kezelés is szignifikánsan befolyásolta a nedvességtartalmat, a -20 °C-os tárolás nagyobb mértékben csökkentette a minták nedvességtartalmát. Ellenben 2017-ben azt az eredményt kaptam, hogy a 0 és -20 °C-os tárolás nem befolyásolta szignifikánsan a minták nedvességtartalmát.

A vizsgált magok nedvességtartalmának megőrzését a -20 °C-os tárolási hőmérséklet biztosította hatékonyabban, míg a 0 °C-on történő tárolás esetén a nedvességtartalom nőtt a kontrollhoz és a -20 °C-os tárolási hőmérsékletéhez képest is.

A magvak nedvességtartalma és csírázási képessége között nem találtam szoros összefüggést.

3.2. *Laboratóriumi csíráztatások*

A legtöbb faj csírázása sikeresnek tekinthető még annak ellenére is, hogy magvaik jelentős hányada nem mutatott csírázási hajlandóságot. A sikeres csírázási eredmények azt is jelentik, hogy az alkalmazott csíráztatási módszereket megfelelően adaptáltam a hazai flóra fajaira. A ki nem csírázott magvakat legnagyobb valószínűséggel mély dormancia jellemezte, kisebb valószínűséggel a környezeti tényezők által kiváltott dormancia.

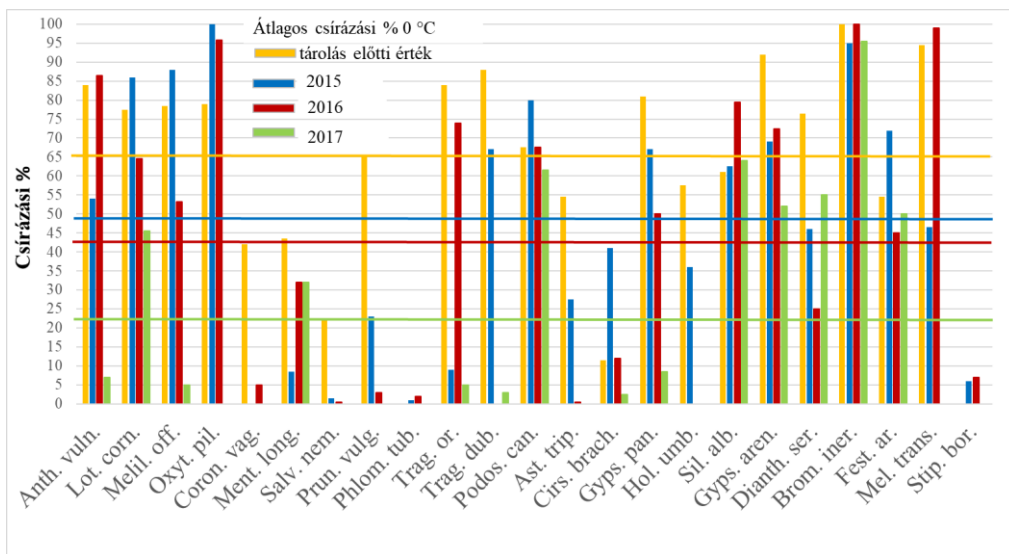
A csírázási százalékok gyakran széles skálán mozogtak az egyazon taxon különböző mintái között. Ennek egyik oka lehet, hogy az egyes fajok különböző populációi, sőt a populációk különböző egyedei között is változatosság lehet a dormans és a csírázásra kész magvak arányában (Milberg et al. 1996; Baloch et al. 2001; ENSCONET 2009b; Baskin & Baskin 2014). Az egyes tételek eltérő eredményeinek további magyarázata lehet a tételek különböző tárolási ideje, a tárolása során bekövetkező változása, de származhat a nem megfelelő tárolási technika (kezelés) hatásából is vagy a gyűjtött magok nem megfelelő minőségéből. A vizsgálatok során mindez különösen igazolódni látszott a *Lamiaceae* család esetében, ahol több fajnál (pl. *Phlomis tuberosa*, *Salvia nemorosa*) és tételnél is nagyon gyenge életképességre utaló értékeket kaptam, akár laboratóriumban, akár a szabadföldön végzett csíráztatáskor.

A laboratóriumi csírázási átlageredmények alapján elmondható, hogy a tartósan extrém alacsony hőmérséklet hatékonyabb a magnyugalmi állapot feloldásában, mint a 0 °C körüli.

3.2.1. *A 0°-os tárolási hőmérséklet hatása a magvak csírázására*

A 3. ábrán látható, hogy az átlagos csírázási eredmények az egyes években fokozatosan csökkentek, a legnagyobb mértékű csökkenés az utolsó évben volt

tapasztalható, ahol a tárolás előtti 64%-ról 22%-ra csökkentek az átlagos eredmények.

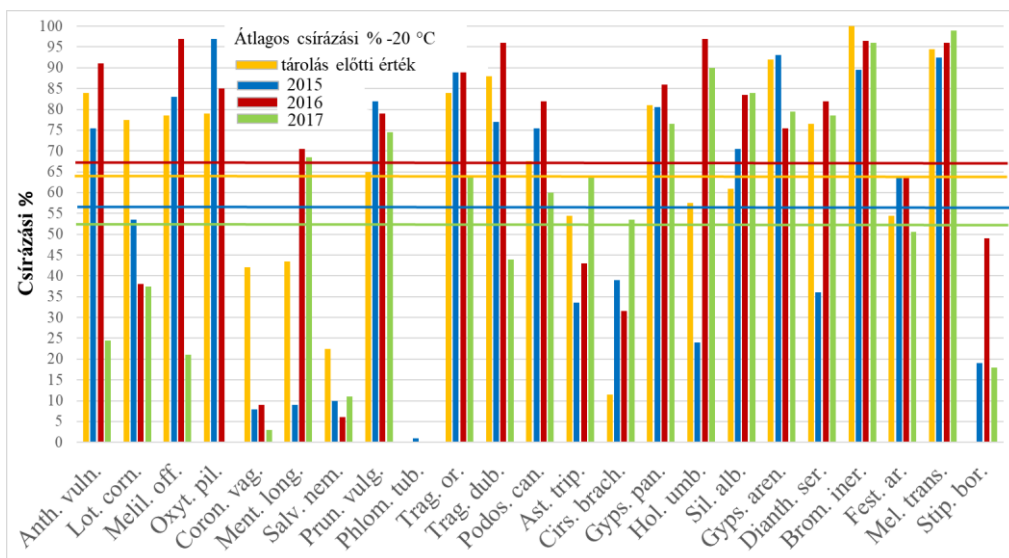


3. ábra: A laboratóriumi csíráztatások eredménye a 0 °C-os tárolást követően

Az utolsó vizsgálati évben a 0 °C-os tárolást követően a vizsgált 23 faj közül 17 esetben szignifikáns csökkenés következett be az átlagos csírázási eredményekben a tárolás előtti eredményekhez képest. 5 faj (*Podospermum canum*, *Festuca arundinacea*, *Silene alba*, *Mentha longifolia*, *Phlomis tuberosa*) esetében nem volt szignifikáns a változás.

3.2.2. A -20°-os tárolási hőmérséklet hatása a magvak csírázására

A tárolás előtti évben kapott 64%-os átlagos csírázási értékhez képest 2015-ben és 2017-ben kis mértékű, egyenletesnek mondható csökkenés volt tapasztalható, míg 2016-ban az átlagos eredmények meghaladták a tárolás előtti értékeket. Az egyes fajok eredményeit elemezve elmondható, hogy – az *Oxytropis pilosa* kivételével - gyakorlatilag nem volt olyan faj, amely elvesztette volna a csírázási képességét az utolsó évre, és az évről évre hektikusan csírázó fajok száma is kevesebb lett (4. ábra).



4. ábra: A laboratóriumi csíráztatások eredménye a 0 °C-os tárolást követően

A -20°-os tárolást követően a kezdeti értékeket meghaladó javulás következett be az eredményekben 8 fajnál: az *Aster tripolium*-nál, a *Cirsium brachycephalum*-nál, a *Melica transsilvanica*-nál, a *Holosteum umbellatum*-nál, a *Silene alba*-nál, a *Prunella vulgaris*-nál, a *Phlomis tuberosa*-nál és a *Mentha longifolia*-nál.

3.3. Üvegházi csíráztatások

Az üvegházi nevelés során a kelési eredmények a legtöbb faj esetében meghaladták a szabadföldi eredményeket és inkább az ugyanezen évben végzett laboratóriumi értékekhez közelítettek, amelyben szintén nagy szerepe lehetett a kontrollált körülményeknek. Továbbá üvegházban jóval gyorsabban, egy hónap elteltével kicsíráztak az elvetett magok, nem volt olyan elhúzódó a kelés, mint szabadföldön.

A *Fabaceae* család tagjai közül a *Lotus corniculatus* csírázott legeredményesebben, de a csírázási átlagok – a többi fajhoz hasonlóan- mindkét hőmérsékleten elmaradtak a kontroll és a többi év eredményéhez képest. Az *Oxytropis pilosa* és a *Coronilla vaginalis* mindkét hőmérsékletről származó tételei nagyon gyengén (<10%) csíráztak.

A *Lamiaceae* családból a *Phlomis tuberosa* és a *Salvia nemorosa* fajok szinte alig csíráztak üvegházban (bár a *Phlomis tuberosa* szinte alig csírázott az egyes években, ehhez képest üvegházban mutatta a legjobb eredményt). A *Prunella vulgaris* 0°-on tárolt tétele üvegházban alig csírázott, míg a -20°-on tárolt tételek 80% felett csíráztak.

Az *Asteraceae* család tagjainál mindvégig jobb csírázási eredményt mutattak az alacsonyabb hőmérsékleten tárolt tételek.

A *Caryophyllaceae* családban a *Holosteum umbellatum* -20°C-on tárolt tételei 50%-os átlageredményt mutattak, míg a 0°C-on tárolt tételek szinte

egyáltalán nem csíráztak. Ezzel szemben a *Gypsophila arenaria* és a *Dianthus serotinus* a 0°C-on tárolt tételei csíráztak, míg az alacsonyabb hőmérsékletről kivett tételek egyáltalán nem bizonyultak csírázóképesnek.

A *Poaceae* család tagjai közül a *Stipa borysthenica* egyáltalán nem csírázott, míg a *Melica transsilvanica* -20°C-on tárolt tételei 70%-os átlageredményt mutattak, míg a 0°C-on tárolt tételek szinte egyáltalán nem csíráztak.

3.4. Szabadföldi csíráztatások

A tavasszal vetett magok kelése sokkal gyorsabb ütemben és összehangoltabban történt, mint az őszi vetéseknél, a fajok többsége április és május folyamán kicsírázott, gyakorlatilag el is érte a kísérlet végén tapasztalt maximális csíraszámot. A februárban vetett fajok közül a *Melilotus officinalis*, a *Tragopogon* fajok, és a *Podospermum canum* csíráztak legelőször. A márciusi vetéseknél a *Silene alba*, a *Holosteum umbellatum*, a *Tragopogon* fajok és a *Podospermum canum* csíranövényei jelentek meg leghamarabb.

A legtöbb fajnál április, május, június folyamán kezdődtek a csírázások, bár egyes fajok tételei között akadt olyan, amely csak következő év tavaszán indult el, így pl. a *Salvia nemorosa*, a *Lotus corniculatus*, a *Festuca arundinacea*, az *Anthyllis vulneraria* és a *Coronilla vaginalis* egyes tételei. A leginkább elhúzódó kelést a *Dianthus serotinus* esetében tapasztaltam, ahol még az őszi folyamán, illetve a következő év áprilisában is jelentek meg új csíranövények.

Az augusztusi vetéseknél a csírázás már augusztusban megkezdődött, de elhúzódott. Egyes fajok szeptemberben, mások októberben kezdték meg a csírázást, de még a következő év tavaszán is több faj kezdett csírázni. Elsőként jelentek meg a *Salvia nemorosa*, a *Bromus inermis*, a *Festuca arundinacea* és az *Anthyllis vulneraria* csíranövényei.

A fajok többsége számára a hűtőkamrában alkalmazott hideghatás elegendő volt a dormancia megtöréséhez, és a tél végén, tavasszal vetett fajok szinte 1-2 hónapon belül kicsíráztak, de még a nyári vetések is szeptemberben csírázásnak indultak. A vizsgálatokból is látható, hogy a fűfélék eredményesen szaporíthatóak magról, a *Bromus inermis* és a *Festuca arundinacea* esetében mindezek igazolni látszódtak a szabadföldi vetések során is.

Az 1. táblázatból látható, hogy ősszel és tavasszal is egyaránt eredményesen vethető a *Tragopogon orientalis*, a *Tragopogon dubius*, a *Cirsium brachycephalum*, a *Holosteum umbellatum*, a *Dianthus serotinus*, az *Oxytropis pilosa*, a *Coronilla vaginalis* és a *Salvia nemorosa*.

1. táblázat A vetett növények kelési idejének összehasonlító adatai
 (-0%; +0-25%, ++25-50%, +++50-75%)

| faj | tárolási hőm. | kelés | |
|-------------------------------|------------------|--------|-----------|
| | | ősszel | tavasszal |
| <i>Anthyllis vulneraria</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | +++ | + |
| <i>Lotus corniculatus</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | ++ | + |
| <i>Melilotus officinalis</i> | 0 °C | ++ | + |
| | -20 °C | ++ | + |
| <i>Oxytropis pilosa</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | + | + |
| <i>Coronilla vaginalis</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | + | + |
| <i>Mentha longifolia</i> | 0 °C | - | + |
| | -20 °C | - | + |
| <i>Salvia nemorosa</i> | 0 °C | - | - |
| | -20 °C | + | + |
| <i>Prunella vulgaris</i> | 0 °C | - | - |
| | -20 °C | + | - |
| <i>Phlomis tuberosa</i> | 0 °C | - | - |
| | -20 °C | - | - |
| <i>Tragopogon orientalis</i> | 0 °C | ++ | ++ |
| | -20 °C | + | +++ |
| <i>Tragopogon dubius</i> | 0 °C | +++ | + |
| | -20 °C | - | +++ |
| <i>Podospermum canum</i> | 0 °C | ++ | ++ |
| | -20 °C | +++ | ++ |
| <i>Aster tripolium</i> | 0 °C | - | - |
| | -20 °C | - | - |
| <i>Cirsium brachycephalum</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | + | + |
| <i>Gypsophila paniculata</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | + | ++ |
| <i>Holosteum umbellatum</i> | 0 °C | ++ | + |
| | -20 °C | ++ | ++ |
| <i>Silene alba</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | ++ | + |
| <i>Gypsophila arenaria</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | ++ | + |
| <i>Dianthus serotinus</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | + | + |
| <i>Bromus inermis</i> | 0 °C | ++ | +++ |
| | -20 °C | ++ | +++ |

| Faj | tárolási hőm. | kelés | |
|------------------------------|---------------|--------|-----------|
| | | ősszel | tavasszal |
| <i>Festuca arundinacea</i> | 0 °C | + | + |
| | -20°C | + | ++ |
| <i>Melica transsilvanica</i> | 0 °C | - | - |
| | -20 °C | - | + |
| <i>Stipa borysthenica</i> | 0 °C | + | + |
| | -20 °C | ++ | + |

A fejlődéstörténetileg korábbi (pl. *Fabaceae*, *Lamiaceae*) családok fokozatosan veszítettek életképességükből, míg a fiatalabb családok (pl. *Poaceae*) tovább megőrizték azt, és még a vizsgálat utolsó évében is nagy arányban csírázóképesek voltak. Míg a fiatalabb eredetű családok fajaira inkább az egyenletes csírázás volt jellemző laboratóriumban, addig az ősi eredetű fajok sokkal változékonyabb, hektikusabb eredményeket mutattak (2. táblázat). Mindez ugyanakkor segítheti hosszútávú életben fennmaradásukat is, hiszen magjaik még kedvező körülmények esetén sem egyszerre, hanem elhúzódva csíráznak, biztosítva ezáltal a fajok tartós fennmaradását.

A megjelent csíranövényeknél egy év eltelte után sem tapasztaltam jelentős mortalitást, többségük a maghozásig is eljutott szabadföldön.

2. táblázat: Átlagos csírázási arányok (%) 5 vizsgált család fajain belül

| Családnév | Átlagos csírázási % | | | | | | |
|---------------------|---------------------|------|------|------|--------|------|------|
| | Tárolás előtt | 0 °C | | | -20 °C | | |
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Fabaceae (5) | 75,1 | 79,4 | 67,2 | 12,8 | 66,1 | 70,1 | 18,8 |
| Poaceae (4) | 83,0 | 61,9 | 70,7 | 48,5 | 72,9 | 80,3 | 72,7 |
| Caryophyllaceae (5) | 73,6 | 55,8 | 47,7 | 35,9 | 59,9 | 85,1 | 81,7 |
| Asteraceae (5) | 54,9 | 47,4 | 29,3 | 17,0 | 60,9 | 62,4 | 57,9 |
| Lamiaceae (4) | 37,4 | 9,6 | 10,4 | 9,1 | 29,0 | 44,4 | 44,0 |

3.5. Magtömeg vizsgálatok

A mért átlagos magtömegek alapján a következő fajok rendelkeztek a legkisebb magtömegekkel (<0,5 g): *Holosteum umbellatum*, *Mentha longifolia*, *Gypsophila arenaria*, *Melica transsilvanica* és az *Aster tripolium*.

Míg a legnagyobb az átlagos ezermagtömege (3,4-11 g) a *Podospermum canum*, a *Bromus inermis*, a *Tragopogon orientalis*, a *Tragopogon dubius* és a *Stipa borysthenica* fajoknak volt.

Az SBT főcsoportok szerint legnagyobb átlagos magtömeggel a kompetitorok (2,89 g), a stressz-toleránsok (2 g) rendelkeztek, ezt követte a ruderalisok csoportja (1,95 g).

3.6. Új tudományos eredmények

- 5 faj (*Coronilla vaginalis*, *Gypsophila arenaria*, *Phlomis tuberosa*, *Stipa borysthena*, *Tragopogon orientalis*) tárolhatósági tulajdonságának meghatározása.

Figyelembe véve e faj alpesi-balkáni flóraelem jellegét, valószínűsíthető a *Coronilla vaginalis* magvainak rövidtávú perzisztens (az életképesség egy évnél tovább, de max. 5 évig tarthat, Thompson 1993) jellege, amely magyarázhatja azok gyors ütemben csökkent csírázókéességét. Mivel minimális arányú csírázás tapasztalható volt még az utolsó évben is, ezért a rekalcitráns és a tranzienstárolási viselkedés kizárható, a faj feltételezhetően ortodox tulajdonságú. A *Gypsophila arenaria* esetében elmondható, hogy a jelen vizsgálat alapján valószínűsíthető az ortodox tulajdonsága, tekintve, hogy laboratóriumi körülmények között még az utolsó évben a két, illetve három éve tárolt tételek jól (50, illetve 75% felett) csíráztak. Szinte ugyanez mondható el a *Stipa borysthena* esetében, amely már gyengébb eredményeket mutatott, de három év tárolást követően is csírázóképesnek mutatkozott mind a laboratóriumban, mind pedig szabadföldön. A *Tragopogon orientalis* esetében szintén az ortodox tárolási tulajdonság igazolódott, mivel a vizsgálat utolsó évében, a már öt éve tárolt tételek a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os tárolóból kivéve még 60%-os eredménnyel csíráztak laboratóriumban, szabadföldön pedig szintén 50% felett. Tekintve, hogy a *Phlomis tuberosa* már tárolás előtt és utána is, minden körülmény között nagyon gyengén csírázott, valószínűsíthető, hogy az eredmények háttérében a magvak rossz minősége vagy csökkent életképessége áll. Feltételezhető, hogy a faj inkább ortodox (esetleg intermedier) tulajdonságokkal rendelkezik és nem rekalcitráns.

- 10 fajnál (*Tragopogon orientalis*, *Aster tripolium*, *Cirsium brachycephalum*, *Bromus inermis*, *Melica transsilvanica*, *Stipa borysthena*, *Silene alba*, *Gypsophila arenaria*, *Coronilla vaginalis*, *Phlomis tuberosa*) hiányzott a laboratóriumi csíráztatási protokoll a vonatkozó adatbázisokban (RBGK 2016), ezeknél javaslatot tettem lehetséges módszertanra.

A közép-európai flórában őshonos növényfajok magjainak csírázási képességéről igen kevés adat áll rendelkezésünkre, csupán három adatbázisban található adatok (HUSEED^{wild} – Peti et al. 2017, Kiss et al. 2018, RBGK 2016). A legtöbb nemzetközi növényi tulajdonság adatbázisból hiányoznak a Magyarországon honos fajok csírázókéességére vonatkozó információk (LEDA – Kleyer et al. 2008, Hintze et al. 2013). Munkám tehát új adatokkal járult hozzá az őshonos növényfajok csírázási képességének ismeretéhez.

- A Pannon flóra fajaira alig találhatóak csírázási adatok, különösen természetközeli viszonyok között vizsgálva (Kiss et al. 2018). Dolgozatom ezért

újszerű eredményt jelent a választott fajok szabadföldi szaporíthatóságával, csírázási képességével kapcsolatban, különös tekintettel a génbankban tárolt anyagok természetvédelmi célú felhasználására. Az eredményekből következik, hogy a magok restaurációs célú használatához fontos ismerni a választott fajok magjainak csírázási képességét, amely évről-évre (esetenként jelentős) változást mutathat. Továbbá a laboratóriumi és a szabadföldi csíráztatások összefüggéseit mindössze néhány szerző (pl. Mándy 1974) vizsgálta, elsősorban kultúrnövények vonatkozásában.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS A JAVASLATOK

A laboratóriumi csíráztatások jó kontrollként szolgálnak az életképesség megállapításához, mert viszonylag hamar, pontosabb képet adnak a tételek csírázási képességéről, ugyanakkor esetenként felülbecslik a tényleges életképességet. A laboratóriumi, üvegházi és szabadföldi eredményekből az is látszik, hogy a laboratóriumi eredmények nem minden esetben fejezik ki a szabadföldi kelés reális mértékét, hiszen szabadföldön nem mindig optimálisak a körülmények a magvak csírázásához. A laboratóriumban lényegesen magasabb csírázási eredményt kaptam, mint a szabadföldi vetéseknél. A vadon élő növényfajok csírázása gyakran gyenge és ingadózó lehet, amely megnehezítheti az élőhely rekonstrukciók során a használatukat, ahol a változó helyi adottságok tovább növelik a vizsgálatok bizonytalanságát. Az alacsony csírázóképeségű fajok esetében azonban nehéz prognosztizálni a szabadföldi teljesítményt, ezért ez további vizsgálatok tárgya lehet.

Míg a kultúrnövények esetében a laboratóriumi csíráztatásoknál 85% az elfogadható regenerációs határérték, vadon élő fajok esetében ez az érték nagyon ritkán érhető el, a vadon élő növényfajok laboratóriumi csíráztatása során mindenképpen alacsonyabb (70% vagy még alacsonyabb) standardokat érdemes megállapítani a csíráztatások során (FAO 2013).

A laboratóriumi csírázási átlageredmények alapján elmondható, hogy a tartósan extrém alacsony hőmérséklet hatékonyabb a magnyugalmi állapot feloldásában, mint a 0 °C körüli.

Az eredményeim restaurációs szempontból is fontosak, mivel igazolódott, hogy néhány éves tárolás a fajok többségénél nem csökkenti jelentősen a magok biológiai értékeit, így a magok tárolásával áthidalhatók egyrészt a gyenge maghozamú évek, másrészt a honos magpiac szűkösségéből eredő maghiány (Merritt és Dixon 2011).

Bizonyos fajok esetében a száraz tárolás megszüntetheti a magnyugalmat, míg más fajok esetében éppen ellenkezőleg hathat a tárolás, dormanciát váltva ki. Vagyis a lecsökkent, vagy akár nulla százalékos mutató csírázási értékek nem minden esetben jelentik a csírázási képesség elvesztését, ugyanis utalhatnak az indukált dormancia fellelésére is. Ha közvetlenül a tárolást követő évben visszaesést tapasztaltam a csírázásban nem zárható ki, hogy itt a hosszabb tárolás okozhatott ugyanilyen hatást, azáltal, hogy a magvakat tartósan fényhiányos helyen tartottuk, ahol megszűntek a napi-, illetve szezonális hőingadozások. A javuló csírázási eredmények az így indukált magnyugalom feloldódásának is köszönhetőek.

Az alacsony átlagos csírázás másik feltételezhető oka a „risk-spreading” túlélési stratégia (Grubb 1988), amely különösen jellemző a ruderális csoport fajaira. Az ilyen stratégiájú fajok számos dormáns mag révén tartanak fenn perzisztens magkészletet a talajban és abból optimális körülmények között is csak kisebb mértékben, de egyenletesen csíráznak. A ruderális fajok körében

ugyanakkor gyakori a 100% körüli csírázást elérő taxonok száma (pl. *Tragopogon* fajok, *Silene alba*, *Holosteum umbellatum*, *Melilotus officinalis*). Ezek nagy csírázási hajlandóságának valószínűsíthető oka a ruderaliák körében ugyancsak jellemző „disturbance-broken” stratégia (Grubb 1988). Az ilyen stratégiájú fajok a talajban gyorsan eltemetődő perzisztens talaj magkészletükből bolygatás nyomán kedvező környezeti feltételek közé kerülve robbanásszerű csírázásnak indulnak, lehetővé téve ezzel a gyors kolonizációt, így a faj biztos felújulását, azaz megmaradását.

Az eredmények felhívják a figyelmet arra is, hogy fontos mielőbb megkezdeni a csökkent életképességű tételek regenerációját, amelyhez a szabadföldi kísérletek eredményei mutathatnak támpontot.

A magtömeg és a csírázási adatok, valamint a csírázás optimális körülményeinek ismerete különösen nagy jelentőséggel bír például a visszagyepesítési munkálatokban (Török P. et al., 2016), ahol az egyes fajok magtömegének és csírázóképeségének ismeretében tervezhető például, hogy mekkora magmennyiség (hány gramm mag) kivetése szükséges a kívánt egyedszám és biomassza eléréséhez. A magtömeg és a csírázási adatok jól hasznosíthatók az inváziós és migrációs ökológiában is. Az inváziós fajok csírázásbiológiájának ismerete felhasználható azok visszaszorításában. A magtömeg ismeretében becsülhető a magvak terjedéskapacitása (Bekker és Bakker 2003), valamint életképessége a talajban (pl. Thompson és Grime 1979; Thompson et al. 1993, Bakker et al. 1996; Bekker et al. 1998; Hodgkinson et al. 1998; Funes et al. 1999; Thompson et al. 2001; Cerabolini et al. 2003, Peco et al. 2003; Zhao et al. 2011), ezeken keresztül pedig prediktálható a természetes fajok spontán regenerációjának esélye. De látunk esélyt a vizsgálataink alapján arra is, hogy a gyomok és kultúrnövények bonyolult rendszerét, ökológiai alapon megújítsuk.

A szabadföldi vizsgálatokból látható, hogy a *Poaceae* fajok eredményesen szaporíthatóak magról, ami különösen fontos élőhelyrekonstrukciós szempontból, hiszen ezek egy részének (gyepalkotó, kompetitor vázfajok pl. *Festuca pseudovina*, *F. rupicola*, *F. pratensis*, *F. arundinacea*, *Poa pratensis*, *P. angustifolia*, *Bromus inermis* – Deák és Kapocsi 2010) a telepítések első fázisában már meg kell telepednie, majd pedig szaporodniuk szükséges. A magvetések kiegészítésére szolgálhat a ritkább, kísérő fajok, színezőelemek (pl. pillangós fajok, úgy mint *Trifolium* spp., *Lotus corniculatus*, *Lathyrus* spp., *Vicia* spp.) utólagos ültetése. Így a génbanki magminták felhasználása előtt mindenképpen szükséges ezen anyagok felszaporítása, amelynek módszertana vadon élő fajok esetében még kevésbé kidolgozott. A jelen kísérlet eredménye támpontot adhat a karakterfajok és egyes színezőelemek szaporításához, illetve iránymutatást nyújthat azzal kapcsolatban, hogy a csíráztatási és szaporítási eredmények alapján mely fajokat érdemes bátran bevonni restaurációs projektekre a könnyebb szaporíthatóságuk miatt (pl. *Silene alba*, *Festuca arundinacea*, *Bromus inermis*, *Tragopogon orientalis*, *Podospermum canum*,

Dianthus serotinus, *Gypsophila arenaria*, *Anthyllis vulneraria*, *Lotus corniculatus*), és melyek azok, amelyek további vizsgálatokat igényelnek (*Mentha longifolia*, *Coronilla vaginalis*, *Aster tripolium*).

A kísérlet eredményeiből viszont arra következtethetünk, hogy a fajok többségénél a sikeres fejlődés szempontjából nem feltétlenül a vetési idő az elsődleges limitáló tényező, hanem sokkal inkább a vetéskori hőmérséklet, hiszen látható, hogy viszonylag széles időtartományban elvetve is képesek kicsírázni. A fajok egy jelentős része viszonylag széles hőmérsékleti tartományban képes csírázni, és akár két csírázási időszaka is lehet egy évben, hiszen mind a tavaszi, mind pedig a nyár végi periódusban találtam csíranövényeket. Viszont olyanok is akadnak, amelyek csak ősszel képesek csírázni, mint a kísérletben pl. a *Prunella vulgaris*, míg a *Melica transsilvanica*, a *Gypsophila paniculata* és a *Mentha longifolia* szinte csak tavasszal csírázott.

Az eredményekből az is látható, hogy több esetben az alacsonyabb hőmérsékleten tárolt magminták jobban csíráztak, mint a magasabb hőmérsékleten őrzöttek. Ez jól szemlélteti azt a tendenciát, amely szerint a téli tartósan hideg időszakok csökkenése gyengítheti a csírázási képességet. Részben a kellő hideghatás hiánya gátolhatja azon fajok csírázását, amelyek igénylik csírázásukhoz a hideghatást (pl. T3-as, T4-es egyéves gyomok). Másrészt az olyan fajok esetében, amelyek magja ősszel is képes ugyan csírázni, de nagyobb arányban inkább tavasszal csíráznak, a melegebb ősznek és az enyhébb télnek köszönhetően ősszel is nagyobb arányban csírázhatnak. Ez potenciális lehetőséget jelenthet egyes fajok túlélése szempontjából. Ugyanakkor egyes gyomfajok, özönfajok irtása során további problémákat is jelenthet.

A hőmérséklet tehát kulcsfontosságú szabályozója a csírázásnak, de nem jelenti mégsem az, hogy természetes környezetben a fénynek, nedvességnek és a környező fajoknak ne lenne számottevő szerepe. Mégis döntően meghatározó lehet a klímaváltozás során, hogy a fajok többsége (különös tekintettel a rekalcitráns, vagyis a szárítást rosszul tűrő fajokra) nem képes kellő rugalmassággal reagálni a magasabb hőmérsékletre és aszályosodásra. Ez nagy kockázatot jelenthet például a reintrodukción/élőhely restauráció során, hiszen nagyban ronthatja a visszatelepítendő fajok csírázási és túlélési esélyét. A száraz időszakok csökkenthetik a magok számát és méretét, ezzel növelik a rossz minőségű magvak arányát és számát.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

IF-os (lektorált) folyóiratcikk

1. **Peti, E.**, Schellenberger, J., Németh, G., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Török, K., Czóbel, Sz., Baktay, B. (2017): Presentation of the HUSEED^{wild} – a seed weight and germination database of the Pannonian flora – through analysing life forms and social behaviour types. — Applied Ecology and Environmental Research 15(1): 225 – 244. (Print ISSN: 1589 1623, Online ISSN: 1785 0037, DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1501_225244). (Impact Factor 2015: 0,500)

Nem IF-os (lektorált) folyóiratcikk – idegennyelvű

2. Török, K., Szilágyi, K., Halász, K., Zsigmond, V., Kósa, G., Rédei, T., **Peti, E.**, Schellenberger, J., Tóth, Z., Szitár, K. (2016): Seed collection data encompassing half of the vascular flora of the Pannonian ecoregion stored by the Pannon Seed Bank. Acta Botanica Hungarica 58 (3-4), p. 435–445, (Print ISSN: 0236-6495, Online ISSN: 1588-2578 DOI: <https://doi.org/10.1556/ABot.58.2016.3-4.13>).
3. Török, P., Tóth, E., Tóth, K., Valkó, O., Deák, B., Kelbert, B., Bálint, P., Radócz, Sz., Kelemen, A., Sonkoly, J., Miglécz, T., Matus, G., Takács, A., Molnár, V. A., Süveges, K., Papp, L., Papp, L. jr., Tóth, Z., Baktay, B., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., **Peti, E.**, Schellenberger, J., Szalkovszki, O., Kiss, R., Tóthmérész, B. (2016): New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian Flora. Acta Botanica Hungarica 58(1-2). p.187-198. (Print ISSN: 0236-6495, Online ISSN: 1588-2578, DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/034.58.2016.1-2.10>).

Nem IF-os (lektorált) folyóiratcikk – magyar nyelvű

4. **Peti, E.**, Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Schellenberger, J., Török, K., Halász, K., Baktay, B. (2015): A Pannon Magbank program (2010-2014) maggyűjtési, tárolási, előzetes életképesség vizsgálati eredményei és módszerei [Seed collecting and storing results and preliminary seed viability results and methods of Pannon Seed Bank project (2010-2014)] - Természetvédelmi Közlemények 21: p. 215.-231. (ISSN 1216-4585)
5. Ponicsánné Gyovai, Á., Kollár, Zs., **Peti E.**, Horváth, B., Oláh, I., Szalkovszki, O., Baktay, B. (2013): Tájfajták a Zempléni-hegységben – A 2013-2014-es gyűjtőút program első állomásának tapasztalatai./ Landraces in the Zemplén mountains – The first target area of the collection mission program 2013-2014. Tájékológiai lapok 11 (2) p. 367-371. (ISSN 1589-4673)

Szakmai folyóiratokban megjelent (közlésre elfogadott), teljes szövegű szakmai, népszerűsítő közlemény, tanulmány

6. **Peti, E.**, Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Schellenberger, J., Baktay, B., Török, K., Halász, K. (2015): Éltes gyűjtemény – A Pannon Magbank, TermészetBúvár 70(6): p.11.-13. (ISSN 0866-1510)

Konferencia kiadvány – Magyar nyelvű (teljes)

7. Holly, L., Málnási Csizmadia, G., **Peti, E.**, Szilágyi, K., Szitár, K., Török, K. (2012): Előzetes gyűjtési, tisztítási, csíráztatási és visszatelepítési eredmények, tapasztalatok és problémák a Pannon Magbank projekthez kapcsolódóan. XXIX. Vándorgyűlés (Magyar Biológiai Társaság), Budapest, Magyarország 2012.10.19., Előadások és poszterek összefoglalói pp. 27-30. (ISBN 978-963-87343-6-5)

Konferencia kiadvány –Magyar nyelvű (absztrakt)

8. **Peti, E.** (2021): A Fabaceae és a Caryophyllaceae családok 10 fajának csírázási képessége és alkalmazhatóságuk vizsgálata élőhely rekonstrukciós kísérletekben. XXVII. Növénynevelési Tudományos Napok. Összefoglaló kötet. Martonvásár, 2021.március 24-25., p. 59.
9. **Peti, E.** (2017): A csíráképesség változása az Asteraceae és a Poaceae családokhoz tartozó néhány vadon élő faj különböző hőmérsékleti körülmények között tárolt magmintáinak esetében. XXX. Vándorgyűlés 2017.02.17-18. (Magyar Biológiai Társaság), Budapest. Program és összefoglalók pp. 56-57. (ISBN 978-963-87343-8-9)
10. **Peti, E.** (2017): A csíráképesség változása a Caryophyllaceae, Fabaceae és Lamiaceae családokhoz tartozó néhány vadon élő faj különböző hőmérsékleti körülmények között tárolt magmintáinál. Botanikai Közlemények 104 (2), p. 257. (ISSN 0006-8144)
11. **Peti, E.**, Málnási Csizmadia, G., Holly, L., Tóth, Z., Szilágyi, K., Szitár, K., Szmorad, F. (2012): A Pannon Magbank szerepe Magyarország természetes növényi változatosságának ex-situ megőrzésében. - In: Bartha, S., Mázsa, K (eds.) „9. Magyar Ökológus Kongresszus” Keszthely, Magyarország, 2012.09.05.-07., Programfüzet, Előadások és poszterek összefoglalói, p. 86. (ISBN 978-963-8391-54-4)
12. Balogh, L., Halász, K., Oláh, I., **Peti, E.** (2015): A Pannon Magbank Projekt (2010–2014) és eddigi eredményei. – In: Puskás, J. (ed.) X. Regionális Természettudományi Konferencia. NYME SEK Természettudományi Kar, Szombathely, 2015. 01.28. Program és az előadások összefoglalói, pp. 10–11.
13. **Peti E.**, Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Schellenberger, J., Baktay, B., Török, K., Halász K., (2015): A Pannon Magbank program előzetes eredményeinek összefoglalása In: „I. Budai Campus Diákszervezeti Konferencia”, Budapest, Magyarország, 2015.03.27., pp. 3.

Konferencia kiadvány –Idegen nyelvű (absztrakt)

14. Kiss, R., Tóthmérész, B., Tóth, K., Miglécz T., Valkó O., Kelemen, A., Deák, B., Sonkoly, J., Tóth, E., Radócz, Sz., Matus, G., Takács, A., Molnár V., A. Ruprecht, E., Horváth, O., Kelbert, B., Bálint, P., Balogh, N., Süveges, K., Hüse, B., Papp, L., ifj. Papp, L., Tóth, Z., Baktay, B., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., **Peti, E.**, Schellenberger, J., Szalkovszki, O., Török, P. (2016): New database of thousand-seed weights of species in the Pannonian Flora. [A pannon flóra új magtömeg adatbázisa – In: Barina, Z., Buczkó, K., Lőkös, L., Papp, B., Pifkó, D., Szurdoki, E. (eds.) „11th International Conference „advances in research on the flora and vegetation of the

- Carpato.Pannonian Region”, Budapest, Hungary, 2016. február 12–14., Book of abstracts p.169-170. (ISBN 978-963-9877-25-2).
15. **Peti, E.**, Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Schellenberger, J., Török, K., Halász, K., Baktay, B. (2016): Seed biology and morphology investigations on Pannon Seed Bank collection and possible applicability of the results. [A Pannon Magbank gyűjteményének magbiológiai és morfológiai vizsgálatai és azok felhasználási lehetőségei.] - In: Barina, Z., Buczkó, K., Lőkös, L., Papp, B., Pifkó, D., Szurdoki, E. (eds.) „11th International Conference „advances in research on the flora and vegetation of the Carpathian Basin”, Budapest, Hungary, 2016. február 12–14., Book of abstracts pp.209-210. (ISBN 978-963-9877-25-2).
 16. Peti, E., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Schellenberger, J., Veres, E., Baktay, B.(2015): Ex-situ conservation and investigation of some Rosaceae species in Pannon Seedbank. [Rózsafélék (Rosaceae) néhány fajának ex situ megőrzése és vizsgálata a Pannon Magbankban.] In: Kerényi-Nagy, V., Szirmai, O., Helyes, L., Penksza, K., Neményi, A. (eds.) "1st Rose and hawthorn conference in Carpathian Basin" international conference, Gödöllő, Hungary, 2015.05.30., Proceedings-Book pp. 244-246. (ISBN: 978-963-269-479-5)
 17. **Peti, E.**, Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Schellenberger, J., Baktay, B., Török, K., Halász, K. (2014): Through collecting to storages: summary of the practical experiences related to Pannon Seedbank project [A gyűjtéstől a hűtőtárolókig: a pannon magbank program gyakorlati tapasztalatainak összefoglalása.] - In: Zimmerman, Z., Szabó, G. (eds.) „II. Sustainable development in the Carpathian Basin” international conference, Budapest, Hungary, 2014.12.11-12. Book of abstracts, pp. 43-44. (ISBN 978-963-269-455-9)
 18. **Peti, E.**, Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Schellenberger, J., Halász, K., Török, K., Baktay, B., (2014): Results of the Pannon Seedbank project. [A Pannon Magbank LIFE+ Program eredményei.] In: Zimmermann, Z., Szabó, G. (eds.) „II. Sustainable development in the Carpathian Basin" international conference, Budapest, Hungary, 2014.12.11.-12., Book of abstracts, pp. 122-123. (ISBN 978-963-269-455-9)
 19. Schellenberger, J., **Peti, E.**, Szirmai, O., Barcsi, A., Czóbel, Sz. (2014): Research of vegetation and soil seed bank in a marsh and xero-mesic grassland in the North Hungarian Mountains (NE Hungary) [Vegetáció és talajmagkészlet vizsgálatok egy északi-középhegységi nedves és xero-mezofil gyepen.] - In: Zimmerman, Z., Szabó, G. (eds.) „II. Sustainable development in the Carpathian Basin” international conference, Budapest, Hungary, 2014.12.11-12. Book of abstracts, pp. 129-130. (ISBN 978-963-269-455-9)
 20. Peti, E., Málnási Csizmadia, G. Oláh, I. (2013): Collecting, cleaning and germination results, experiences and problems related to Pannon Seedbank project [Gyűjtési, tisztítási, csíráztatási eredmények, tapasztalatok és problémák a Pannon Magbank projekthez kapcsolódóan.] – In: Zimmermann, Z., Szabó, G. (eds.) „VIII. Carpathian Basin Biological Symposium – I. Sustainable development in the Carpathian Basin” international conference, Budapest, Hungary, 2013. 11.21.-23. Book of abstracts, pp. 60.-62. (ISBN 978-963-269-387-3)
 21. Ponicsánné, Gyovai Á., Kollár, Zs., **Peti, E.**, Horváth, B., Oláh, I., Szalkovszki, O., Baktay, B. (2013): Landraces in the Zemplén mountains – The first target area of the collection mission program 2013-2014 [Tájfajták a Zempléni-hegységben – A 2013-2014-es gyűjtőút program első állomásának tapasztalatai] – In: Zimmermann, Z., Szabó, G. (eds.) „VIII. Carpathian Basin Biological Symposium – I. Sustainable

- development in the Carpathian Basin” international conference, Budapest, Hungary, 2013. 11.21.-23. Book of abstracts, pp. 63.-64. (ISBN 978-963-269-387-3)
22. Holly, L., Hock, Zs., Fidlóczky, Zs., **Peti, E.**, Simon, A., Kutta, G., Szmorad, F. (2012): A Pannon Magbank szerepe Magyarország természetes növényi változatosságának ex-situ megőrzésében [Possible role of the Pannon Seed Bank in improving the collaboration among ex situ, in situ and on farm conservation efforts for the maintenance of diversity in the Hungarian natural and cultivated flora]. - In: Molnár V., A. (ed.) *Kitaibelia- 17 (1)*, „Az Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében IX. című konferencia előadásainak és poszttereinek összefoglalói”. Gödöllő, Magyarország, 2012.02.24.-26. pp. 132 (ISSN 1219-9672)
23. Zsigmond, V., Halász, K., Török, K., Kecskés, F., Kósa, G., Rédei, T., Szilágyi, K., **Peti, E.** (2015): Collecting results of the Pannonian Seed Bank Project (PSBP).- In: „Genetic resources conservation - scientific and social challenges” international conference, Karpacz, Lengyelország, 25. június, 2015. p. 46.
24. **Peti, E.**, Málnási Csizmadia, G., Oláh I., Schellenberger J., Halász K., Török K., (2015): Summary of the results of Pannon seedbank project with particular regard to the conservation of orchid species. – In: Péntes-Kónya et al. (eds.) “Planta Europa Wild Orchid Conservation Workshop”, Eger, Magyarország, 2015.06. 1-6. European collaboration for native orchid conservation, pp. 13. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1785.0961>
25. **Peti, E.**, Szilágyi, K., Szitár, K., Málnási, Csizmadia G., Holly, L., Szmorad, F. (2012): Possible role of the Pannon Seed Bank in improving the collaboration among ex-situ, in situ and on farm conservation efforts for the maintenance of diversity in the Hungarian natural and cultivated flora. In: BIT’s 1st Annual World Congress of Biodiversity. Xi’an, China, 2012.04.25.-28., Posters and papers. pp. 149.

Szakedolgozat külső konzulensi munka –beadott dolgozatok

Horváth Adél (2016): A génbankok szerepe a spontán fajok megőrzésében Magyarországon

6. IRODALOMJEGYZÉK

- BALOCH, H.A., DITOMMASO, A., WATSON, A.K. (2001): Intrapopulation variation in *Abutilon theophrasti* seed mass and its relationship to seed germinability. *Seed Science and Research*, 11: 335-343.
- BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. (2014): *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 2nd edn. Elsevier, San Diego, London, Waltham. 1600 p., pp. 145-166.
- BÖLÖNI, J., MOLNÁR, ZS., KUN, A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNER 2011. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 441 p.
- ENSCONET (2009a): ENSCONET Seed Collecting Manual for Wild Species. Royal Botanic Gardens, Kew (UK) és Universidad Politécnica de Madrid (Spain), 32 p. http://ensconet.maich.gr/PDF/Collecting_protocol_English.pdf. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: seed collecting manual. Lekérdezés időpontja: 2020.10.30.
- ENSCONET (2009b): ENSCONET Curation protocols and recommendations. [ebook] European Native Seed Conservation Network (ENSCONET), Royal Botanic Gardens, Kew. 42. p. https://www.luomus.fi/sites/default/files/files/curation_protocol_english.pdf. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: seed curation protocol. Lekérdezés időpontja: 2020.10.30.
- FAO (2013): *Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome, 166 p., pp. 31.
- GODEFROID, S., VAN DE VYVER, A., VANDERBORGHT, T. (2010): Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks. *Biodiversity Conservation*, 19: 1365–1383.
- GROOT, S. P. C., GROOT, L., DE KODDE, J., VAN TREUREN, R. (2015): Prolonging the longevity of ex situ conserved seeds by storage under anoxia. *Plant Genetic Resources*, 13(1): 18–26.
- GUERRANT, O., HAVENS, K., VITT, P. (2014): Sampling for effective ex situ plant conservation. *International Journal of Plant Sciences*, 175 (1): 11.
- HINTZE, C., HEYDEL, F., HOPPE, C., CUNZE, S., KÖNIG, A., TACKENBERG, O. (2013): D3: the Dispersal and Diaspore Database - Baseline data and statistics on seed dispersal. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15 (3): 180-192.
- ISTA (2012). *International Rules for Seed Testing*, Bassersdorf: International Seed Testing Association.
- KIRÁLY, G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Ábrák. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, 616 p, 675 p.
- KIRAN BABU, P., RADHAMANI, J.(J), R., ARAVIND, J., TYAGI, R.K. (2018): (2018): Field Performance of 30-year-old Soybean Germplasm Conserved in Indian National Genebank. *Plant Genetic Resources*, 31 (2): 152-163.
- KISS, R., SONKOLY, J., TÖRÖK, P., TÓTHMÉRÉSZ, B., DEÁK, B., TÓTH, K., LUKÁCS, K., GODÓ, L., KELEMEN, A., MIGLÉCZ, T., RADÓCZ, SZ., TÓTH, E., BALOGH, N., VALKÓ, O. (2018): Germination capacity of 75 herbaceous species of the pannonian flora and implications for restoration. *Acta Botanica Hungarica*, 60: 357–368.
- KLEYER, M., BEKKER, R. M., KNEVEL, I. C., BAKKER, J. P., THOMPSON, K., SONNENSCHNEIN, M., POSCHLOD, P., VAN GROENENDAEL, J. M., KLIMES,

- L., KLIMESOVÁ, J., KLOTZ, S., RUSCH, G. M., HERMY, M., ADRIAENS, D., BOEDELTE, G., BOSSUYT, B., DANNEMANN, A., ENDELS, P., GÖTZENBERGER, L., HODGSON, J. G., JACKEL, A.-K., KÜHN, I., KUNZMANN, D., OZINGA, W. A., RÖMERMANN, C., STADLER, M., SCHLEGELMILCH, J., STEENDAM, H. J., TACKENBERG, O., WILMANN, B., CORNELISSEN, J. H. C., ERIKSSON, O., GARNIER, E., PECO, B. (2008): The LEDA Traitbase: a database of life-history traits of Northwest European flora. – *Journal of Ecology* 96: 1266-1274. Integrant online database is available at: <http://www.unioldenburg.de/en/landeco/research/projects/LEDA> [accessed 25 March 2016]
- LIMA, M. DE JR., HONG, T. D., ARRUDA, Y. M. B. C., MENDES, A. M. S., ELLIS, R. H. (2014): Classification of seed storage behaviour of 67 Amazonian tree species. *Seed Science and Technology*, 42: 363–392.
- MÁNDY, GY. (1974): A bő termés biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. IN: SZABÓ, L. GY., (szerk.) (1980): A magbiológia alapjai. Akadémiai Kiadó, Budapest, 391 p., pp. 306.
- MERRITT, D., SENARATNA, T., TOUCHELL, D., DIXON, K., SIVASITHAMPARAM, K. (2003): Seed ageing of four Western Australian species in relation to storage environment and seed antioxidant activity. *Seed Science Research*, 13(2): 155-165.
- MILBERG, P., ANDERSSON, L., ELFVERSON, C., REGNÉR, S. (1996): Germination characteristics of seeds differing in seed mass. *Seed Science Research*, 6: 191-197.
- PETI, E., MÁLNÁSI CSIZMADIA, G., OLÁH, I., SCHELLENBERGER, J., TÖRÖK, K., HALÁSZ, K., BAKTAY, B. (2015): Seed collecting and storing results and preliminary seed viability results and methods of Pannon Seed Bank project (2010-2014). *Természetvédelmi Közlemények*, 21: 215-231.
- PETI, E., SCHELLENBERGER, J., NÉMETH, G., MÁLNÁSI CSIZMADIA, G., OLÁH, I., TÖRÖK, K., CZÓBEL, SZ. ÉS BAKTAY, B. (2017): Presentation of the HUSEEDwild –a seed weight and germination database of the Pannonian flora – through analysing life forms and social behaviour types. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15: 225–244.
- 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. Bioversity International, Rome, p. 47., pp. 20-28.
- RBGK (2016): Seed Information Database (SID) 7.1. [online database] Royal Botanic Gardens, Kew (RBGK). <http://data.kew.org/sid/> Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: seed information database. Utolsó lekérdezés időpontja: 2020.10.29.
- SIMON T. (1988): A hazai edényes flóra természetvédelmi értékének becslése. *Abstracta Botanica*, (12): 1–23.
- SMITH, R. D., DICKIE, J. B., LININGTON, S. H., PRITCHARD, H. W., PROBERT, R. J. (eds.) (2003): *Seed Conservation: Turning Science Into Practice*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK, 1023 p. 981-992. p.
- THOMPSON, K. (1993): Seed persistence in soil. In: HENDRY, G. A. F., GRIME, J. P. (eds.): *Methods in comparative plant ecology*. Chapman and Hall, London, 252 p., pp. 199–202.
- TÖRÖK, K., SZILÁGYI, K., HALÁSZ, K., ZSIGMOND, V., KÓSA, G., RÉDEI, T., PETI, E., SCHELLENBERGER, J., TÓTH, Z., SZITÁR, K. (2016): Seed collection

data encompassing half of the vascular flora of the Pannonian ecoregion stored by the Pannon Seed Bank. *Acta Botanica Hungarica*, 58(3-4): 435-445.

VAN TREUREN, R., DE GROOT, E. C., VAN HINTUM, T. J. L. (2013): Preservation of seed viability during 25 years of storage under standard genebank conditions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(4): 1407-1421.

ZSIGMOND, V. (szerk.) (2011): *Maggyűjtési Útmutató*. – Kézirat, 16 p. http://botkert.hu/sites/botkert.hu/files/PMB_Maggyujtesi-utmutato.pdf

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: maggyűjtési útmutató. Lekérdezés időpontja: 2020.10.30.

http4: <http://www.pannonmagbank.hu/pmbmagyar/wp-content/uploads/2016/10/PMBmagtarolasiprotokollprogressreportbaSCH2015.pdf>.

Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: Pannon Magbank magtárolási protokoll.

Lekérdezés időpontja: 2019.01.19.