

A Pannon Magbank program (2010–2014) maggyűjtési, tárolási, előzetes életképesség vizsgálati eredményei és módszerei

Peti Erzsébet¹, Málnási Csizmadia Gábor¹, Oláh Imre¹,
Schellenberger Judit¹, Török Katalin², Halász Krisztián²
és Baktay Borbála¹

¹Növényi Diverzitás Központ,
2766 Tápíószele, Külsőmező 15.

²MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet,
2163 Vácrátót, Alkotmány utca 2-4.

e-mail: schellenberger.jx@gmail.com

Összefoglaló: A 2010-2014 között megvalósuló Pannon Magbank program a Pannon Biogeográfiai Régió őshonos, vadon élő magvas növényeinek *ex situ*, magbankban történő hosszú távú megőrzését szolgálja. A program megvalósítása érdekében 2014. december 31-ig a következő célkitűzéseket tettük: (1) a hazai flóra legalább 800, magbanki tárolásra alkalmas (ortodox), őshonos, vadon élő fajának begyűjtése és hűtött magbanki tárolása, (2) a tárolásra szánt magtétel életképességének vizsgálata, (3) a rövid távú tárolás életképességre gyakorolt hatásának tesztelése egy reintrodukciós kísérlet keretében. Jelen munkában az (1) – (2) célkitűzéseket tárgyaljuk. A projekt keretében összesen 910 növényfaj 1853 tételle került begyűjtésre és tárolásra. Ezek magukba foglalják 204 védett növényfaj 364 tételét, valamint 45 fokozottan védett növényfaj 76 tételét. A tételek tárolása a génbanki szabványoknak megfelelően 0 °C-on működtetett aktív, illetve -20 °C-on üzemeltetett bázis tárolókban valósul meg. A csíráztatási kísérletek adatokat szolgáltatottak néhány növényfaj csíráztatási módszerének hazai ökológiai viszonyokra történő alkalmazhatóságáról.

Kulcsszavak: Növényi Diverzitás Központ, Ökológiai és Botanikai Intézet, Aggteleki Nemzeti Park, Pannon Magbank, génbank, *ex situ* megőrzés, maggyűjtés, csíráztatás

Bevezetés

A biodiverzitás megőrzése korunk egyik kiemelten fontos feladata. A mag, mint kitartó és terjesztőképlet alkalmas a növényi genetikai erőforrások *ex situ* (természetes élőhelyen kívüli) konzervációjára. A mag alakban történő megőrzés napjainkban elsősorban génbankokban (magbankokban) valósul meg (Smith *et al.* 2003, Lima *et al.* 2014, Groot *et al.* 2015).

Az egyes fajok magvainak genetikailag meghatározott életidőtartama eltérő. Bizonyos fajok magvai több évig, vagy akár 100 évig is életképesek a természetben (perzisztensek), míg más fajoké legfeljebb egy évig (tranzienzensek) (Csontos

2001, Thompson 1993). Speciális génbanki tárolási technikák alkalmazásával azonban az élettartam megsokszorozható. Leghatékonyabb módszer erre a szárított (3,5–6,5 % nedvesség-tartalmú) magvak alacsony hőmérsékleten ($< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, leggyakrabban $-18 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, vagy folyékony nitrogénben akár $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on) való tárolása (Smith *et al.* 2003, Agacka *et al.* 2014, Halmagyi & Pinker 2014, Lima *et al.* 2014). A módszer a mérsékelt övi klíma fajainak többsége esetében hatékony (Agacka *et al.* 2014). Alkalmazhatósága alapvetően a szárítással és fagyasztással szembeni tolerancia függvénye, amely nincs bizonyított összefüggésben a természetes perzisztenciával (Walters *et al.* 2005). Alkalmask ilyen módon a hosszú távú megőrzésre az ún. ortodox tárolási viselkedésű fajok, míg a rekalcitráns és az intermedier fajok nem (Hong & Ellis 1996, Lima *et al.* 2014).

Tekintettel arra, hogy a magvak genetikailag meghatározott élettartamuk függvényében természetes körülmények között is túlélnek hosszabb-rövidebb ideig, adott a kérdés, miért van szükség *ex situ* génbanki megőrzésükre. Számos kutatás foglalkozik a különböző élőhely-típusok természetes talaj magkészletével és annak regenerációban betöltött szerepével. Hazánkban ilyen vizsgálatok történtek többek között dolomit sziklagyepeken (Csontos *et al.* 1996, Csontos 2007), homoki gyepeken és parlagokon (Halassy 2001; Matus *et al.* 2003, 2005; Török *et al.* 2009), szikes gyepeken (Valkó *et al.* 2014), löszgyepeken (Tóth & Hüse 2014), hegyi kaszálóréteken (lápréteken) (Valkó *et al.* 2009, 2011), vetett gyepeken (Török *et al.* 2012), cseres-tölgyesekben (Koncz *et al.* 2010) vágásterületeken és tisztásokon (Csiszár 2004), illetve ültetett feketefenyvesekben (Cseresnyés & Csontos 2012). Ezek a vizsgálatok összhangban a külföldi kutatások eredményeivel (Thompson & Grime 1979, Thompson 1992, Thompson *et al.* 1997, Bekker *et al.* 1998, Bossuyt & Honnay 2008) rámutattak, hogy a talaj fajszegény magkészlete zömében korai szukcessziós állapotokra jellemző fajokból áll, a természetes fajok (köztük a vegetáció domináns fűfajai és a védett kétszikűek) pedig hiányoznak vagy csak csekély denzitású tranziens magkészlettel rendelkeznek. Így az esetek többségében a magkészletből nem számíthatunk az élőhelyek zavarást követő spontán regenerációjára. Ez indokolja az *ex situ* magbankok kialakítását a természetes flóra fajainak megőrzésére.

A közelmúltban számos ország létesített nemzeti génbankokat a természetes flórájának *ex situ* megőrzésére (Smith *et al.* 2003, Csontos *et al.* 2006, Lima *et al.* 2014). Hazánkban erre a célra hoztuk létre a Pannon Magbank (PMB) LIFE+ projektet (2010–2014), amely a Növényi Diverzitás Központ (NöDiK) koordinálásával, valamint az MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézetének (ÖK ÖBI) és az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóságának (ANPI) a közreműködésével valósult meg. A projekt a Pannon Biogeográfiai Régió ös-

honos, vadon élő magvas növényeinek *ex situ*, magbankban történő hosszú távú megőrzését szolgálja.

A program megvalósítása érdekében 2014. december 31-ig a következő célkitűzéseket tettük: (1) a hazai flóra legalább 800, magbanki tárolásra alkalmas (ortodox), őshonos, vadon élő fajának begyűjtése és hűtött magbanki tárolása, (2) a tárolásra szánt magtétel életképességének vizsgálata, (3) a rövid távú tárolás életképességre gyakorolt hatásának tesztelése egy reintrodukciós kísérlet keretében. A célkitűzések megvalósításában a NöDiK feladatai a gyűjtött magminták taxonómiai ellenőrzése, génbanki tárolásra való előkészítése, laboratóriumi vizsgálata és hosszú távú megőrzése, valamint az információkezeléshez szükséges adatbázis kialakítása és működtetése volt. Az ÖBI elsősorban a maggyűjtés koordinálásáért, az aktív tároló duplikátumainak megőrzésért és a visszatelepítési kísérlet megvalósításáért volt felelős. Az ANPI fő feladata a bázis tároló duplikátumainak megőrzése volt. Jelen munkában az (1) – (2) célkitűzéseket tárgyaljuk.

Módszerek

A magyar flóra növényfajainak száma 2600 körüli (Király 2009). A PMB célfajai közé ezek közül azok a vadon élő, hazánkban őshonos magvas növények kerülhetnek be, amelyek feltételezhetően alkalmasak a hosszú távú génbanki tárolásra (ortodox viselkedésűek). A célfajok között – összhangban a European Native Seed Conservation Network (ENSCONET 2009a) által megőrzésre javasolt csoportokkal – helyet kaptak a védett, fokozottan védett fajok; az endemikus fajok; a különleges és ritka növénytársulások karakterfajai; az élőhelyek környezeti állapotát jelző indikátorfajok; a klímaváltozás által veszélyeztetett vizes élőhelyek fajai; a szárazságtűrő fajok; az erdei növénytársulások domináns fajai; a ritka és eltűnően lévő őshonos gyomfajok; valamint a gazdasági szempontból értékes kultúrnövény rokonfajok és gyógynövények. A célfajokat a projekt kezdetekor egy körülbelül 1600 fajt tartalmazó elektronikusan hozzáférhető fajlistában [1] rögzítettük. A fajlista összeállításához a tárolási viselkedés vonatkozásában a Royal Botanic Gardens Kew (RBG Kew) mag-adatbázisát [2], a természetvédelmi érték vonatkozásában a 13/2001. (V. 9.) KöM rendeletben foglalt védett fajok listáját, az egyéb attribútumok vonatkozásában pedig az Új Magyar Fűvészkönyvet (Király 2009) és a Flóra adatbázist (Horváth *et al.* 1995) alkalmaztuk. A fajnevek és az auktornevek az Új Magyar Fűvészkönyv (Király 2009) nomenklatúráját követik.

Maggyűjtés

A maggyűjtés a 2011–2014 közötti időszakban történt. A gyűjtést a NöDiK, az MTA ÖK ÖBI, a nemzeti park igazgatóságok, valamint egyéb intézmények botanikus szakemberei végezték. A vadon élő növényfajok magvainak gyűjtéséhez ajánlott metodikát, valamint a begyűjtött magtételek mennyiségi és minőségi kritériumait az ENSCONET (2009a) maggyűjtési kézikönyv felhasználásával készült Maggyűjtési Útmutató (Zsigmond 2011) tartalmazza. A növényfajok taxonómiai azonosítása az Új Magyar Fűvészkönyv (Király 2009) alapján történt.

A gyűjtés alapvető kritériuma volt, hogy a magminták a megmintázott populáció génállományát a lehető legteljesebb mértékben reprezentálják úgy, hogy a gyűjtés a populáció fennmaradását semmiképpen ne veszélyeztesse. A gyűjtés a teljes maghozam legfeljebb 20 %-át (védett taxonok esetében 10 %-át) érinthette (ENSCONET 2009a, Zsigmond 2011).

Szempontra volt, hogy a magminták az egyes fajok régióra jellemző genetikai diverzitását a lehető legteljesebb mértékben képviseljék. Az ENSCONET (2009a) és Zsigmond (2011) forrásmunkákban foglaltak szerint a taxonok geográfiai elterjedésén belül 5 különböző populáció megmintázása már reprezentatív eredményt adhat.

A hosszú távú génmegőrzésre alkalmas minták 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).

A gyűjtéseket pontosan dokumentáltuk az erre a célra megszerkesztett, elektronikusan letölthető gyűjtési adatlapokon [3]. Feljegyeztük a gyűjtés időpontját, helyét, a jellemző Á-NÉR élőhely-típust (Bölöni *et al.* 2011), a gyűjtés módszerét és a becsült magszámot. A gyűjtött fajokról fotódokumentációt készítettünk.

A magminták taxonómiai ellenőrzése és tisztítása

A gyűjtőktől beérkező előtisztított magminták meghatározók felhasználásával (Bojnansky & Fargasová 2007, Schermann 1966, [4]) taxonómiai ellenőrzésen estek át a NöDiK laboratóriumában. A minőségi (vizuálisan épnek tűnő) és mennyiségi szempontból megfelelő minták tovább kerülhettek a tisztításra. A mintákat feldolgozásig papírzacskókban, száraz helyen, szilika gél mellett tároltuk.

A tisztítás során Rao *et al.* (2006) és az ENSCONET (2009b) módszereit alkalmazva eltávolítottuk a magmintákból az idegen anyagokat, az egyéb növényi törmelékeket, a kártevőket, a fertőzött, sérült, éretlen és léha magokat. Így jó minőségű, csökkentett térfogatú minta kerülhetett tárolásra. A tisztítás kézi válogatás, szitások és pneumatikus magtisztító gép segítségével történt. A magminták a beérkezésüket követő legkésőbb 3 hónapon belül feldolgozásra kerültek.

Életképesség vizsgálat

A génbanki tárolásra szánt magtételek tárolás előtti életképességének vizsgálatát a vadon élő növényfajok esetében protokoll írja elő (ENSCONET 2009b) a mezőgazdasági növényfajok szabványához hasonlóan (FAO 2013, FAO/IPGRI 1994). Eredménye kiindulási alapot ad a későbbi életképesség ellenőrző vizsgálatokhoz.

A minták életképességének vizsgálatát csíráztatással végeztük el. A nagyméretű, nehezen csíráztható magvaknál trifenil-tetrazolium klorid (TTC) festést alkalmaztunk.

A csíráztatásos életképesség vizsgálat alapja a csírázás külső feltételeinek – víz, megfelelő hőmérséklet és bizonyos fajoknál a fény – biztosítása. A megfelelő módszer fajonként változik. Kiválasztásához az RBG Kew adatbázisát [2] vettük alapul, amely számos vad növényfajra megadja az ideális csíráztatási körülményeket (csíráztató közeg, hőmérséklet, időtartam, előkezelés, tápoldatok stb.). Figyelembe vettük a mezőgazdasági növényfajokra vonatkozó International Seed Testing Association szabványt (ISTA 2013), amely jól alkalmazható a kultúrnövény rokonfajokra. A csíráztatásokat szükség esetén több módszerrel is elvégeztük.

A csíráztatást Petri csészékben végeztük termosztátokban, vagy csíráztató „hangok” alatt Jacobsen asztalon. A csíráztatásokat a vad növényfajokra vonatkozó protokollnak (ENSCONET 2009b) megfelelően 2×50 db maggal végeztük el, veszélyeztetett fajok esetében 2×25 db maggal. A mezőgazdasági növényfajokra vonatkozó szabvány (FAO 2013, FAO/IPGRI 1994) által előírt 2×100 db mag csíráztatása a vad növényfajok esetében a limitált magszám és a természetvédelmi célok miatt nem ajánlott (ENSCONET 2009b). A kicsírázott és a csíráztatásra elhelyezett magvak hányadosa alapján csírázási százalékot számítottunk, a két ismétlés eredményét tételenként átlagoltuk.

Szárítás és tárolás

A magvak hosszú távú tárolása szempontjából a megfelelő magnedvesség-tartalom és a tárolási hőmérséklet meghatározó (Agacka *et al.* 2014, Lima *et al.* 2014). Ezek határértégeit és módszereit a vadon élő növényfajok vonatkozásában az ENSCONET (2009b) protokoll, a mezőgazdasági növényfajok vonatkozásában a FAO (2013) génbanki szabvány határozza meg, ezek lényegükben átfednek. A szárítás és tárolás során ezeket az előírásokat vettük figyelembe.

A tárolásra szánt magvak nedvesség-tartalmát az előírásoknak megfelelően 3–7 % közötti értékre csökkentettük. A szárítás 16 ± 1 °C hőmérsékletű és 15–20 % relatív páratartalmú szárítókamrában történt.

A leszártított magminták légmentesen zárt, 3 rétegű laminált tasakokban kerültek a tárolókba. A tárolás az előírásoknak megfelelően 0 °C-on üzemeltetett aktív

és $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on működtetett bázis tárolókban valósul meg. Az ortodox fajok számára a száraz, $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű környezetben való tárolás alkalmas a hosszú távú megőrzésre, ilyen módon több évtizedig is eltárolhatók (Smith *et al.* 2003, ENSCONET 2009b, FAO 2013). A FAO (2013) génbank szabvány értelmében az aktív gyűjtemények magmintái közvetlenül kiadhatók a felhasználónak szaporításhoz, kutatáshoz, míg a bázis gyűjtemények mintái nem adhatók ki, céljuk a hosszú távú megőrzés. Az aktív tárolók Tápiószelén a NöDiK-ben és Vácrátóton az ÖBI-ben, a bázis tárolók a NöDiK-ben és az Aggteleki Nemzeti Parkban Bódvarákón kerültek kialakításra.

Az adatok feldolgozása

Az adatokat folyamatosan frissülő internetes adatbázisban kezeltük. A csíráztatási eredmények közlésénél az egyes fajokra reprezentatívnak tekinthető – legalább 3 különböző populációból származó minta egyazon csíráztatási módszerével kapott – csírázási eredmények bemutatására szorítkoztunk.

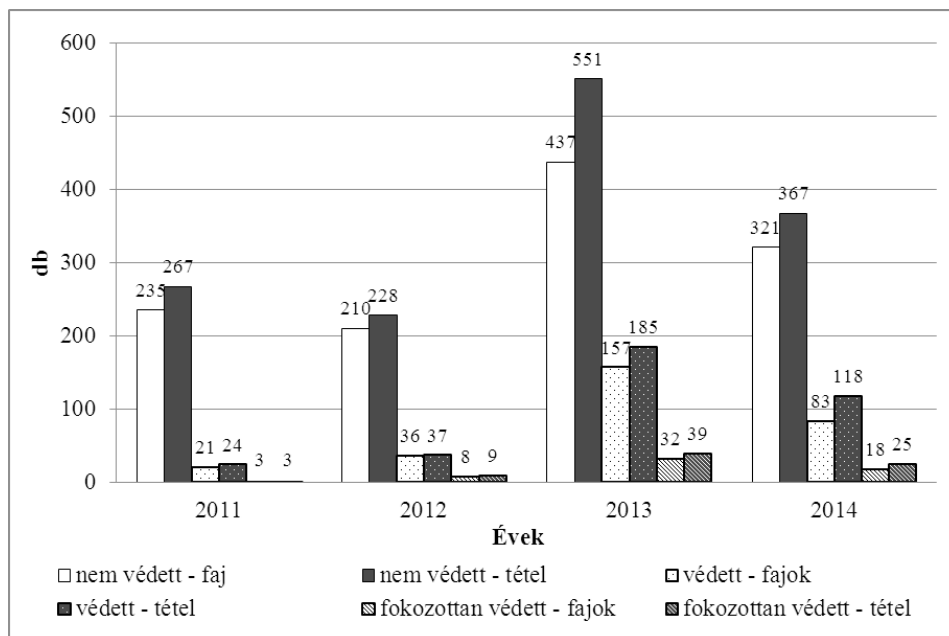
Eredmények

Maggyűjtés és tárolás

A tételek 16,6 %-át a NöDiK, 9 %-át az MTA ÖK ÖBI, 10,0 %-át a nemzeti park igazgatóságok dolgozói, 64,5 %-át egyéb botanikus szakemberek gyűjtötték be.

A projekt keretében összesen 910 faj 1853 tétele került begyűjtésre és tárolásra. Ezek magukba foglalják 204 hazai jogszabály által védett növényfaj 364 tételét, valamint 45 fokozottan védett növényfaj 76 tételét. A védett, fokozottan védett, illetve nem védett fajok és tételek számának évenkénti megoszlását az 1. ábra mutatja be.

A tételek és fajok számának megoszlását az egyes családok és nemzetségek között az 1. táblázat és az 1. függelék (az Online Függelékben [OF]) mutatják be. A legtöbb begyűjtés az Asteraceae, a Poaceae, a Caryophyllaceae, a Fabaceae, valamint a Brassicaceae családokból történt, ezek a gyűjtések 42 %-át tették ki. Ezeken a családokon belül a *Cirsium* (faj/tételszám: 6/25 db) és az *Inula* (faj/tételszám: 8/23 db), a *Festuca* (faj/tételszám: 10/24 db) és a *Bromus* (faj/tételszám: 9/23 db), a *Silene* (faj/tételszám: 11/42 db) és a *Dianthus* (faj/tételszám: 8/31 db), a *Vicia* (faj/tételszám: 10/23 db) és az *Astragalus* (faj/tételszám: 8/18 db), valamint a *Lepidium* (faj/tételszám: 4/11 db) és az *Alyssum* (faj/tételszám: 3/8 db) nemzetségek voltak a legtömegesebbek (1. függelék az Online Függelékben [OF]).

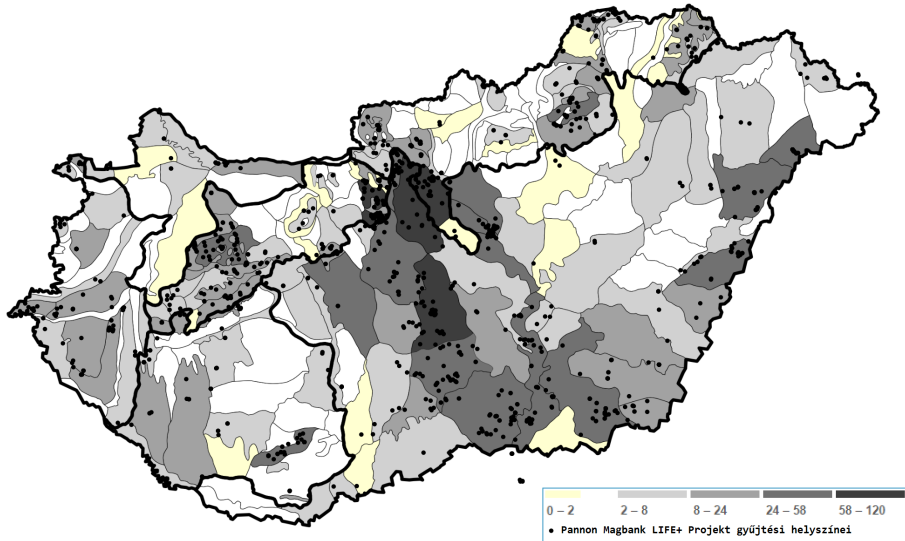


1. ábra. A védett, fokozottan védett, illetve nem védett fajok és tételek számának (db) megoszlása az egyes években.

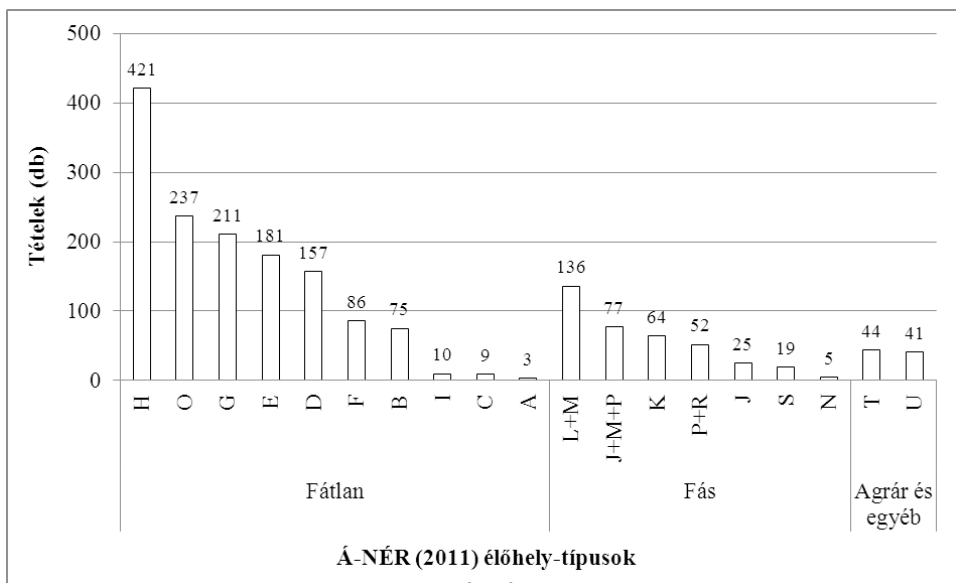
A tételek gyűjtési helyszíneit a 2. ábra mutatja be. Valamennyi magyarországi nagy- és középtáj területéről, valamint a kistájak kétharmadáról (150) történt gyűjtés. Ezen felül országhatárainkon túlról érkezett 48 tétel.

A legjobban reprezentált nagytáj az Alföld volt, a tételek 44 %-a (806 db) innen származott. Az Alföldet a Dunántúli-középhegység (413 db), majd az Északi-középhegység (325 db) követte. Száz feletti tételszámmal rendelkező középtájak a Duna-Tisza közti síkvidék (186 db), a Dunamenti-síkság (183 db) és az Észak-alföldi hordalékkúp-síkság (101db) voltak az Alföldön; a Dunazug-hegyvidék (247 db) és a Bakonyvidék (147 db) a Dunántúli-középhegységben; valamint a Cserhátvidék (124 db) az Északi-középhegységben. A kistájak közül a legjelentősebbek a Tétényi-fennsík (118 db) és a Budai-hegyek (89 db) voltak a Dunántúli-középhegységben; a Gödöllői-dombság (71 db) az Északi-középhegységben; illetve a Kiskunsági-homokhát (63 db), a Pesti-hordalékkúp-síkság (54 db), a Csepeli-sík (54 db) és a Hatvani-sík (54 db) az Alföldön.

A magtételek Á-NÉR élőhely-típusok közötti megoszlását a 3. ábra mutatja be. A tételek 75 %-a fátlan élőhelyekről, 20 %-a fás élőhelyekről, 5 %-a pedig emberi tevékenység által intenzíven befolyásolt agrár és egyéb élőhelyekről származott. A fátlan élőhelyek közül legjobban reprezentált a zárt száraz és félszáraz



2. ábra. A gyűjtött tételek számának (db) megoszlása az egyes magyarországi kistéjakra.



3. ábra. A gyűjtések megoszlása az egyes Á-NÉR élőhely-típusok között. H – zárt száraz, fűszáraz gyep; O – egyéb fátlan élőhely; G – nyílt szárazgyep; E – domb- és hegyvidéki gyep; D – nedves gyep és magaskórósok; F – szikések; B – nádasok és mocsarak; I – nem ruderális pionír növényzet; C – forrásgyep és tőzegmohás lápok; A – hinárnövényzet; L+M – fényben gazdag tölgyesek és erdő-gyep mozaikok; J+M+P – cserjések és szegélyek; K – üde lomboserdők; P+R – egyéb erdők és fás élőhelyek; J – láp- és ligeterdők; S – telepített erdészeti faültetvények és származékaik; T – agrár élőhelyek; U – egyéb élőhelyek.

1. táblázat. A tételek és fajok számának megoszlása a családok és nemzetségek között.

	Familia	Tárolások (db)		
		Σ Genus	Σ Species	Σ Tétel
1.	Asteraceae	51	111	246
2.	Poaceae	45	94	190
3.	Caryophyllaceae	18	47	138
4.	Fabaceae	22	62	114
5.	Brassicaceae	30	48	97
6.	Lamiaceae	22	43	90
7.	Apiaceae	26	45	87
8.	Scrophulariaceae	13	34	79
9.	Rosaceae	16	28	70
10.	Cyperaceae	9	40	69
11.	Orchidaceae	16	32	65
12.	Ranunculaceae	7	27	46
13.	Polygonaceae	4	17	39
14.	Boraginaceae	13	20	33
15.	Campanulaceae	4	14	32
16.	további 84 Familia	137	248	458
	Σ	433	910	1853

gyepek (H), valamint a nyílt szárazgyepek (G) génállománya volt, ezek a magtétélek 34 %-át adták. A tételek 18 %-a üde gyepi élőhelyeken – nedves gyepeken és magaskórósokban (D), valamint domb- és hegyvidéki gyepeken (E) – került begyűjtésre. További 5 % származott nyílt vízi, vízparti és egyéb vizes élőhelyek csoportjából: hínárnövényzetből (A), nádasokból és mocsarokból (B), valamint forrásgyepekről és tőzegmohalápokról (C). 5 % szikesekről (F) származott. A fás élőhelyek közül a fényben gazdag tölgyesek és erdő-gyep mozaikok (L+M) (7 %), a cserjések és szegélyek (J+M+P) (4 %), illetve az üde lomboserdők (K) (4 %) magtétélei voltak a leggyakoribbak.

A legaktívabb gyűjtési hónap a július volt, ezt követte az augusztus és a szeptember. Ez a három hónap az összes gyűjtés kétharmadát tette ki.

Életképesség vizsgálat

A tárolásra szánt tételek többségének életképességét sikerült csíráztatásos módszerrel igazolni. Azon magminták életképességét, amelyek nem mutattak csírázási hajlandóságot, TTC festéssel ellenőriztük.

2. táblázat. Az $\eta_1 > 3$ tételszámmal csírázott fajok csíráztatási módszerei és csírázási százaléakai. M – átlag, SE – átlag hibája, n_1 – tételszám, ae – 0 °C, be – KNO₃, ce – szkarifikálás, de – GA₃, ee – előáztatás, fe – 5 °C, ah – 20 °C/16 h + 30 °C/8 h, bh – 15 °C/24 h, ch – 20 °C/24 h, af – 24 h fény, bf – 8h fény + 16h sötét, cf – 24 h sötét.

Fajnév	Előkezelés	Módszer		Csírázás (%) M±SE	η_1 (db)
		Hőmérséklet	Fény		
<i>Bromus inermis</i>	7 nap ae	ah	af	92,8±7,3	4
<i>Verbascum phoeniceum</i>	-	bh	bf	88,3±1,5	3
<i>Rumex crispus</i>	be	ah	af	86,0±4,0	3
<i>Melica transsilvanica</i>	-	ah	af	85,4±8,9	5
<i>Podospermum canum</i>	-	bh	bf	85,0±1,7	3
<i>Gypsophila paniculata</i>	-	ch	af	83,3±4,2	3
<i>Dianthus pontederæ</i>	-	ch	bf	83,0±7,6	3
<i>Alyssum alyssoides</i>	-	bh	bf	82,0±7,8	3
<i>Centaurea jacea ssp. jacea</i>	7 nap ae	ah	bf	79,7±3,2	3
<i>Glycyrrhiza echinata</i>	7 nap ae, ce	ah	af	78,7±5,7	3
<i>Melilotus officinalis</i>	7 nap ae, ce	ch	af	77,0±2,5	3
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	-	ah	af	70,7±10,3	3
<i>Prunella vulgaris</i>	-	bh	bf	70,0±9,5	3
<i>Dactylis glomerata</i>	7 nap ae, be	ah	af	61,4±3,1	5
<i>Geum urbanum</i>	7 nap ae, ce	ah	bf	59,0±3,4	6
<i>Carduus nutans ssp. macrolepis</i>	de	ah	af	56,3±2,7	3
<i>Hypericum perforatum</i>	7 nap ae	ah	bf	46,3±0,9	3
<i>Stipa capillata</i>	7 nap ae, be	ah	af	38,3±7,5	3
<i>Filipendula vulgaris</i>	ce	ah	cf	29,3±3,1	4
<i>Juncus effusus</i>	ee	ah	bf	8,0±3,1	3
<i>Eupatorium cannabinum</i>	7 nap ae	ah	bf	2,0±2,0	3
<i>Muscari comosum</i>	de	bh	af	0,0±0,0	4
<i>Crataegus monogyna</i>	7 nap ae	ah	bf	0,0±0,0	3
<i>Euonymus europæus</i>	7 nap ae/ ee, 45 nap fe	ah	af	0,0±0,0	3

Az egy faj egyazon tételén belül alkalmazott különböző csíráztatási módszerek igen eltérő eredményeket adtak. A legeredményesebb csíráztatási módszerrel $n_1 > 3$ tételszámmal csíráztatott fajokat és módszereiket a 2. táblázat mutatja be. A legjobb csírázási eredményt elérő fűneműek a *Bromus inermis* Leyss. (92,8 %) és a *Melica transsilvanica* Schur (85,4 %) voltak, míg tőlük kissé elmaradtak a *Dactylis glomerata* L. (61,4 %) és a *Stipa capillata* L. (38,3 %) eredményei. Ezek a legtöbb pázsitfűféléhez hasonlóan teljes megvilágításban, váltakozó hőmérséklet (20–30 °C) mellett csíráztak. A 80 % feletti csírázást mutató kétszikűek a *Verbascum phoeniceum* L. (88,3 %), a *Rumex crispus* L. (86,0 %), a *Podospermum canum* (C. A. Mey.) Griseb (85,0 %), a *Gypsophila paniculata* L. (83,3 %), a *Dianthus ponederae* A. Kern. (83,0 %) és az *Alyssum alyssoides* L. (82,0 %) voltak. Csíráztatásukhoz sikeresen alkalmazott módszereket ld. a 2. táblázatban. Tíz százalék alatti csírázást mutattak a *Juncus effusus* L. (8 %), az *Eupatorium cannabinum* L. (2 %), a *Muscari comosum* (L.) Mill. (0 %), valamint két fűszárú, az *Euonymus europaeus* L. (0 %) és a *Crataegus monogyna* Jacq. (0 %).

A TTC festés a *M. comosum* átlagosan 80 %-os, az *E. europaeus* 73,3 %-os, a *C. monogyna* 70 %-os életképességét mutatta.

Értékelés

Maggyűjtés és tárolás

A célkitűzésben vállaltakat teljesítettük. A begyűjtött 910 faj 51 %-a egynél több tétellel szerepel a PMB gyűjteményében. A gyűjtött magtételek számát, azaz a megmintázott populációk mennyiségét alapvetően a faj gyakorisága határozta meg. A legtöbb gyűjtés a gyakori, nagy populációmérettel rendelkező, nagy maghozamú taxonokból történt. Könnyen gyűjthetőnek bizonyultak ilyen szempontból a *Cirsium*, az *Inula*, a *Festuca*, a *Bromus*, a *Silene*, a *Dianthus*, a *Vicia* és az *Astragalus* taxonok. Nehézséget okozott ugyanakkor a Poaceae esetében a léha magvak gyakorta nagy aránya, az Asteraceae, a Caryophyllaceae és a Fabaceae esetében pedig a magparaziták, magpredátorok kártétele. Korlátozottabb lehetőségek voltak a ritka, szűk elterjedési körrel, és/vagy kis populációmérettel rendelkező taxonok (pl. *Bulbocodium*, *Crambe*, *Paeonia*, *Parnassia*, *Trollius*) gyűjtésére. Esetükben a populáció felkutatása és a kis magmennyiség volt korlátozó tényező. A gyűjtési program eredményességét igazolja ugyanakkor, hogy 204 védett és 76 fokozottan védett faj begyűjtése valósult meg.

A gyűjtési helyszíneket tekintve megállapítható, hogy a gyűjtések szinte az egész ország területét lefedték. Legnagyobb mintaszámmal reprezentáltak a nagyvárosok környezetében fekvő, könnyen megközelíthető tájak voltak, úgy mint a

Tétényi-fennsík, a Budai-hegyek, a Gödöllői-dombság, a Kiskunsági-homokhát, a Pesti-hordalékkúp-síkság, a Csepeli-sík és a Hatvani-sík.

Az élőhely-típusok szerinti elemzés azt mutatta, hogy a legtöbb minta a fátlan élőhelyekről származott. Közülük is a nyílt és zárt szárazgyepek fajai adták a magtétélek legnagyobb százalékát. A nyílt szárazgyepek különösen értékes élőhely-típusok, fajkészletükben számos védett és endemikus faj megjelenik (Bölöni *et al.* 2011). Ez indokolta a nyílt szárazgyepek prioritását. A vállalásoknak megfelelően nagy szerepet kaptak a klímaváltozás által veszélyeztetett élőhely-típusok fajai. Nagy mintaszámmal kerültek ezért begyűjtésre a fás vegetációtípusok és az üde gyepek fajai, illetve valamivel csekélyebb mintaszámmal a vízparti élőhelyek fajai.

Életképesség vizsgálat

Elvégeztük a magtétélek életképesség vizsgálatát. Ismeretes, hogy a magvak laboratóriumi csírázóképesége a magminőségen túlmenően függ a csíráztatási módszertől, a mintavétel randomitásától, a mintanagyságtól, az ismétlésszámtól és a dormanciától (van Hintum & van Treuren 2012). A dormancia a megfelelő csírázási körülmények biztosítása mellett is gátolja az életképes magvak csírázását (Baskin & Baskin 2004). Számos faj magvai nem egyszerre érik el csírázóképeségüket, amely „kockázat-elosztó magatartás” (Grubb 1988) ökológiai hátterében a faj fennmaradásának biztosítása áll. Ezek a csírázási stratégiák befolyásolhatják a csíráztatás sikerességét, így az eredmények értékelése ennek figyelembe vételével történt.

A kapott csírázási eredmények – figyelembe véve a vadon élő növényfajok csírázási stratégiáit – jónak minősíthetők. Bemutattuk 24 növényfaj csírázási eredményeit és hazai viszonyokra sikeresen alkalmazott (21 faj esetében) csíráztatási módszereit. A bemutatott fajok többségének csírázási eredménye nagyságrendre megegyezett az RBG Kew adatbázisában [2] közölt eredményekkel. Szembetűnően nagy eltérések voltak az adatbázishoz képest a *J. effusus*, az *E. cannabinum*, a *M. comosum*, a *C. monogyna* és az *E. europaeus* eredményeinek tekintetében, ahol a csíráztatási eredményeink jóval alábecsülték a tényleges életképességet. A nagyméretű magvak esetében alkalmazható TTC festés ugyanis igazolta utóbbi három faj életképességét. Az eltérést a dormancia, vagy az esetlegesen nem megfelelő csíráztatási módszer okozhatta. A *J. effusus* esetében említést érdemel, hogy bár a faj laboratóriumi körülmények között kifejezetten rosszul csírázott, a talaj magkészletből üvegházi hajtatasos módszerrel több kutatás szerint (pl. Bossuyt & Honnay 2008, Török *et al.* 2009, Valkó *et al.* 2009, 2011, 2014, Tóth & Hüse 2014) tömegesen csíráznak *Juncus spp.* fajok.

Természetvédelmi vonatkozások

Tekintettel arra, hogy a természetes élőhelyek fajai a talajban nem képeznek tartós magkészletet és így zavarásokat követően nem számíthatunk az élőhelyek spontán regenerációjára, indokolt a magvaik *ex situ* megőrzése a későbbi visszatelepítések céljából.

A hazai flóra őshonos fajainak *ex situ* maggyűjteménye hosszú ideje létezik. Közismerten gazdag gyűjteménnyel rendelkezik például az MTA ÖK vácrátóti Nemzeti Botanikus Kertje, a Fővárosi Állat- és Növénykert, valamint a Debreceni Egyetem (Csontos *et al.* 2003, 2007; Török *et al.* 2013). A 2010-2014 között megvalósuló Pannon Magbank program gyűjteménye ugyanakkor az első, amely a Pannon Biogeográfiai Régió vadon élő őshonos növényfajainak hosszú távú megőrzése céljából jött létre, a teljesség igényére törekedve. A program újszerűsége, hogy a hosszú távú megőrzés a génbanki előírásoknak megfelelő hűtött tárolókban történik, amely lehetővé teszi az ortodox magvak élettartamának megsokszorozását. Így az itt tárolt genetikai erőforrások több tíz, vagy akár száz évig is fenntarthatók. A tárolt magtételék felhasználhatóak a természetvédelmi gyakorlatban többek között reintrodukciós célokra.

Köszönetnyilvánítás – A Pannon Magbank program az Európai Unió LIFE+ pénzügyi alapja és a Földművelésügyi Minisztérium anyagi támogatásával valósult meg, köszönet érte. A maggyűjtések kivitelezéséért köszönettel tartozunk a partnerintézetek dolgozóinak és – többek között – az alábbi botanikus szakembereknek: Baji Béla, Balogh Lajos, Békássy Gábor, Békefi Nóra, Böhm Éva Irén, Böszörményi Anikó, Bujdosó László, Czibula György, Czúcz Bálint, Cservenka Judit, Deák József Áron, Galambos István, Ilylyés Zoltán, Juhász Melinda, Kádár Ferenc, Kecskés Ferenc, Kohári György, Kopor Zoltán, Kóródi Blanka, Makra Orsolya, Mészáros András, Nagy Edina, Nagy József, Nagy Lajos Dr., Németh Anikó, Papp László ifj., Penksza Károly, Sass-Gyarmati Andrea, Simon Pál, Sinigla Mónika, Szabó Gábor, Szabó Máté, Szitár Katalin, Tatár Sándor, Tóth Zoltán, Török Péter, Vókó László, Zsigmond Vince. Köszönjük továbbá a nemzeti park igazgatóságok szakmai segítségnyújtását és együttműködését a gyűjtésekben.

Irodalomjegyzék

- 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet a védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről.
- Agacka, M., Laskowska, D., Doroszewska, T., Hay, F. R. & Börner, A. (2014): Longevity of *Nicotiana* seeds conserved at low temperatures in *ex situ* genebanks. – *Seed Sci. Technol.* **42**: 355–362.
- Baskin, J. M. & Baskin, C. C. (2004): A classification system for seed dormancy. – *Seed Sci. Res.* **14**: 1–16.

- Bekker, R. M., Bakker, J. P., Gradin, U., Kalamees, P., Milberg, P., Poschlod, P., Thompson, K. & Willems, H. (1998): Seed size, shape and vertical distribution in the soil: Indicators of seed longevity. – *Funct. Ecol.* **12**: 834–842.
- Bojnansky, V. & Fargasová, A. (2007): *Atlas of Seeds and fruits of Central and East-European flora. The Carpathian Mountains Region.* – Springer, 1046 pp.
- Bossuyt, B. & Honnay, O. (2008): Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. – *J. Veg. Sci.* **19**: 87–884.
- Böloni, J., Molnár, Zs. & Kun, A. (szerk.) (2011): *Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNER 2011.* – MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 441 pp.
- Cseresnyés, I. & Csontos, P. (2012): Soil seed bank of the invasive *Robinia pseudoacacia* in planted *Pinus nigra* stands. – *Acta Bot. Croat.* **71**(2): 249–260.
- Csiszár, Á. (2004): Adatok a magyar flóra fajainak magbank típus szerinti minősítéséhez. – *Tájökológiai Lapok* **2**(2): 219–229.
- Csontos, P. (2001): *A természetes magbank kutatásának módszerei.* – Synbiologia Hungarica 4. Scientia Kiadó, Budapest, 155 pp.
- Csontos, P. (2007): Dolomityepek magbankja ültetett feketefenyvesek talajában. – *Tájökológiai Lapok* **5**(1): 117–129.
- Csontos, P., Hornánszky, A., Kalapos, T. & Lőkös, L. (1996): Seed bank of *Pinus nigra* plantations in dolomite rock grassland habitats, and its implications for restoring grassland vegetation. – *Annls hist.-nat. Mus. natn. hung.* **88**: 69–77.
- Csontos, P., Tamás, J. & Balogh, L. (2003): Thousand seed weight records of species from the flora of Hungary, I. Monocotyledonopsida. – *Studia Bot. Hung.* **34**: 121–126.
- Csontos, P., Bózsing, E., Kósa, G. & Zsigmond, V. (2006): Csirázóképesség vizsgálata természetes flóránk fajainak hagyományos gyűjteményekben őrzött magvain. – *Bot. Közl.* **93**(1-2): 93–102.
- Csontos, P., Tamás, J. & Balogh, L. (2007): Thousand seed weight records of species from the flora of Hungary, II. Dicotyledonopsida. – *Studia Bot. Hung.* **38**: 179–189.
- ENSCONET (2009a): *ENSCONET Seed Collecting Manual for Wild Species.* – Royal Botanic Gardens, Kew (UK) & Universidad Politécnica de Madrid (Spain), 32 pp. (interneten elérhető: http://ensconet.maich.gr/PDF/Collecting_protocol_English.pdf)
- ENSCONET (2009b): *ENSCONET Curation Protocols & Recommendations.* – Royal Botanic Gardens, Kew, 45 pp. (interneten elérhető: http://ensconet.maich.gr/PDF/Curation_protocol_English.pdf)
- FAO (2013): *Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.* – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 166 pp.
- FAO/IPGRI (1994): *Genebank Standards.* – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome & International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 13 pp.
- 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 Genet. Resour. C.* **13**(1): 18–26.
- 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. Fenn.* **25**: 23–26.
- Halassy, M. (2001): Possible role of the seed bank in the restoration of open sand grassland in old fields. – *Community Ecol.* **2**(1): 101–108.
- Halmagyi, A. & Pinker, I. (2014): Germination and cryopreservation responses of *Jatropha curcas* in relation of seed qualities. – *Seed Sci. Technol.* **42**: 344–354.
- Hong, T. D. & Ellis, R. H. (1996): *A protocol to determinate seed storage behaviour, IPGRI Technical Bulletin No. 1.* – International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 62 pp.

- Horváth, F., Dobolyi, Z. K., Morschhauser, T., Lökös, L., Karas, L. & Szerdahelyi, T. (1995): *Flóra Adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány*. – Vácrátót, 267 pp.
- ISTA (2013): *International rules for seed testing*. – International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- Király, G. (szerk.) (2009): *Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcs. Abrák*. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, 616 pp, 675 pp.
- Koncz, G., Papp, M., Török, P., Kotroczó, Zs., Krakomperger, Zs., Matus, G. & Tóthmérész, B. (2010): The role of seed bank in the dynamics of understorey in an oak forest in Hungary. – *Acta Biol. Hung.* **61**: 109–119.
- 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 Sci. Technol.* **42**: 363–392.
- Matus, G., Tóthmérész, B. & Papp, M. (2003): Restoration prospects of abandoned species-rich sandy grassland in Hungary. – *Appl. Veg. Sci.* **6**: 169–178.
- Matus, G., Tóthmérész, B. & Papp, M. (2005): Impact of management on vegetation dynamics and seed bank formation of inland dune grassland in Hungary. – *Flora* **200**: 296–306.
- 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, 147 pp.
- Schermann, Sz. (1966): *Magismeret I.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 861 pp.
- 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 pp.
- Thompson, K. (1992): The functional ecology of seed banks. – In: Fenner, M. (ed.): *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*. Redwood Books, Trowbridge, UK, pp. 231–257.
- 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, pp. 199–202.
- Thompson, K. & Grime, J. P. (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. – *J. Ecol.* **67**: 893–921.
- Thompson, K., Bakker, J. P. & Bekker, R. M. (1997): *Soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. – Cambridge University Press, Cambridge.
- Tóth, K. & Hüse, B. (2014): Soil seed banks in loess grasslands and their role in grassland recovery. – *Appl. Ecol. Env. Res.* **12**(2): 537–547.
- Török, P., Matus, G., Papp, M. & Tóthmérész, B. (2009): Seed bank and vegetation development of sandy grasslands after goose breeding. – *Folia Geobot.* **44**: 31–46.
- Török, P., Migléc, T., Valkó, O., Kelemen, A., Deák, B., Lengyel, Sz. & Tóthmérész, B. (2012): Recovery of native grass biodiversity by sowing on former croplands: Is weed suppression a feasible goal for grassland restoration? – *J. Nat. Conserv.* **20**: 41–48.
- Török, P., Migléc, T., Valkó, O., Tóth, K., Kelemen, A., Albert, Á., Matus, G., Molnár, V. A., Ruprecht, E., Papp, L., Deák, B., Horváth, O., Takács, A., Hüse, B. & Tóthmérész, B. (2013): New thousand-seed weight records of the Pannonian flora and their application in analysing Social Behaviour Types. – *Acta Bot. Hung.* **55** (3-4): 429–472.
- Valkó, O., Török, P., Vida, E., Arany, I., Tóthmérész, B. & Matus, G. (2009): A magkészlet szerepe két hegyi kaszálórét közösség helyreállításában. – *Természetvédelmi Közlem.* **15**: 147–159.
- Valkó, O., Török, P., Tóthmérész, B. & Matus, G. (2011): Restoration potential in seed banks of acidic fen and dry-mesophilous meadows: Can restoration be based on local seed banks? – *Restor. Ecol.* **19**(101): 9–15.
- Valkó, O., Tóthmérész, B., Kelemen, A., Simon, E., Migléc, T., Lukács, B. & Török, P. (2014): Environmental factors driving vegetation and seed bank diversity in alkali grasslands. – *Agr. Ecosyst. Environ.* **182**: 80–87.

- van Hintum, T. & van Treuren, R. (2012): Reliability of germination testing of ex situ conserved seeds: a genebank case study on outsourced analyses. – *Plant Genet. Resour. C.* **10**(2): 134–136.
- Walters, C., Wheeler, L. M. & Grotenhuis, J. M. (2005): Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. – *Seed Sci. Res.* **15**: 1–20.
- Zsigmond, V. (szerk.) (2011): *Maggyűjtési Útmutató*. – Kézirat, 16 pp. (interneten elérhető: http://www.pannonmagbank.hu/pmb/wp-content/uploads/2013/06/PMB_Maggyujtesi-utmutato.pdf)

Internetes hivatkozások

- [1] Pannon Magbank Projekt. Gyűjthető fajok listája. http://www.pannonmagbank.hu/pmb/?page_id=158/
- [2] Royal Botanic Gardens, Kew. Seed Information Database. <http://data.kew.org/sid/sidsearch.html>
- [3] Pannon Magbank Projekt. Maggyűjtési adatlap. http://www.pannonmagbank.hu/pmb/wp-content/uploads/2013/06/Gyujtesi-adatlap_final.pdf
- [4] The Digital Plant Atlas. <http://econ.eldoc.ub.rug.nl/index.php?lang=nl/>

Függelék

A cikkhez tartozó Online Függelékek a folyóirat honlapján találhatóak.

Függelék 1: A tételek és fajok megoszlása az egyes családok és nemzetségek között.

Seed collecting and storing results and preliminary seed viability results and methods of Pannon Seed Bank project (2010–2014)

Erzsébet Peti¹, Gábor Málnási Csizmadia¹, Imre Oláh¹, Judit Schellenberger¹, Katalin Török², Krisztián Halász² and Borbála Baktay¹

¹Centre for Plant Diversity,
H-2766 Tápíószele, Külsőmező 15, Hungary

²CER HAS Institute of Ecology and Botany,
H-2163 Vácrátót, Alkotmány utca 2-4, Hungary
e-mail: schellenberger.jx@gmail.com

The main goals of five years long (2010-2014) Pannon Seed Bank LIFE+ project are collecting and long-term *ex situ* conservation of 800 wild vascular native plant species of Pannon Biogeographical Region which are suitable for storing. In order to the implementation of the project following aims were targeted until 31 December 2014: (1) collecting and storing of seeds of at least 800 wild vascular native plant species which are suitable for storing (orthodox) in genebank circumstances, (2) testing seed viability of accessions, (3) testing the effects of short-term storing on viability of seeds in the frame of a reintroduction experiment. Current study is reported about (1) and (2) objectives. During the project totally 1853 accessions of 910 plant species were collected and stored, including 364 accessions of 204 protected species and 76 accessions of 45 strictly protected species. According to genebank standards accessions are stored active storage cabinets operated on 0 °C and base collections are stored -20 °C. Germination tests provided data about the applicability of germination methods of some plant species under native ecological circumstances.

Keywords: Centre for Plant Diversity, Institute of Ecology and Botany, Aggtelek National Park, Pannon Seed Bank, genebank, *ex situ* conservation, seed collecting, germination