

LÁGYSZÁRÚ NÖVÉNYFAJOK MAGJAINAK ÉLETKÉPESSÉG-VIZSGÁLATA TERMÉSZETES ÉS LABORATÓRIUMI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

INVESTIGATION OF VIABILITY OF SEEDS OF HERBACEOUS PLANT SPECIES UNDER LABORATORY AND FIELD CONDITIONS

Erzsébet Peti, PhD* 0000-0002-1125-719X

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet, Cegléd, Magyarország
<https://doi.org/10.47833/2023.1.AGR.002>

Kulcsszavak:

mag,
csírázás,
génbank,
életképesség,
restauráció

Keywords:

seed,
germination,
genebank,
viability,
restoration

Cikk történet:

Beérkezett 2022. október 31.
Átdolgozva 2023. február 12.
Elfogadva 2023. február 25.

Összefoglalás

Kutatásomban a hazai flóra öt különböző családból származó 23 vadon élő lágyszárú növényfajának különböző hőmérsékletű génbanki tárolókban őrzött, szárított magjainak csírázóképeség-változását vizsgáltam amelynek során 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.

Abstract

I investigated the germination ability of seeds of 23 wild herbaceous plants from 5 different families under laboratory and field conditions. Dried seeds are stored in genbank under cooled conditions (0 °C and -20 °C). Main aims of the investigation:

1. Comparing germination ability of selected species under different genbank conditions (under 0 °C and -20 °C);
2. Investigation of viability under laboratory and field conditions;
3. Analysing germination data before and after storing, and defining the possible reasons of significant differences (germination influencing factors).

1. Bevezetés

A hazai természetes élőhelyek fajainak csírázási tulajdonságairól – szemben az alaposan kutatott gyomnövényekével – ma még csak nagyon szórványosak az ismereteink. A mag alakban történő megőrzés napjainkban elsősorban génbankokban (magbankokban) valósul meg [17] [9] [5]. A növényi magvak sajátos tárolási körülményeket igényelnek, különösen indokolt annak kutatása, hogy az egyes növényfajok magvai hogyan reagálnak a hűtött körülményekre, életképességük hogyan változik a tárolás során. Mindez rendkívül fontos nemcsak a tárolt minták regenerációja,

*Kapcsolattartó szerző.

E-mail cím: peti.erzsebet@uni-mate.hu

hanem a gyakorlati felhasználás során is, hiszen a megőrzött maganyag elsődleges célja az aktív természetvédelemben való felhasználás [10].

2. Anyag és módszer

A vizsgálatokat 5 család 23 fajának 41 magtételével végeztem, amelyek már legalább minimum 1 éve tároltak voltak a vizsgálat kezdetén a Nemzeti Biodiverzitás és Génmegőrzési Központban. A vizsgálatba vont fajok családok szerint:

Fabaceae: *Anthyllis vulneraria*, *Lotus corniculatus*, *Melilotus officinalis*, *Oxytropis pilosa*, *Coronilla vaginalis*.

Lamiaceae: *Mentha longifolia*, *Salvia nemorosa*, *Prunella vulgaris*, *Phlomis tuberosa*.

Asteraceae: *Tragopogon dubius*, *Tragopogon orientalis*, *Podospermum canum*, *Aster tripolium*, *Cirsium brachycephalum*.

Caryophyllaceae: *Gypsophila paniculate*, *Holosteum umbellatum*, *Silene alba*, *Gypsophila arenaria*, *Dianthus serotinus*.

Poaceae: *Bromus inermis*, *Festuca arundinacea*, *Melica transsilvanica*, *Stipa borysthena*.

2.1. Maggyűjtés

A vizsgálatban szereplő fajok magtétéleinek 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 [3]. A maggyűjtések módszertanának további részleteit lásd még [13] és [18] publikációiban.

2.2. A magminták feldolgozása és csíráztatása

A tisztítás során [15], valamint az [4] módszereit alkalmazva eltávolítottuk a magmintákból az idegen anyagokat, az egyéb növényi maradványokat, a kártevőket, a fertőzött, sérült, éretlen és léha magokat. A tömegméréseket a nemzetközileg használt standardnak [pl. LEDA [8]; [6]] 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 [16], 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.

A leszártott magminták légmentesen zárt, 3 rétegű laminált alumínium tasakokban kerültek a megfelelően a 0 és -20°C-on működtetett tárolókba.

A statisztikai elemzések során a nem paraméteres Kruskal-Wallis rankteszttel (Kruskal–Wallis H test) vettem össze valamennyi vizsgált faj esetében a kontroll, üvegházi hajtás és laboratóriumi körülmények között 2015-ben, 2016-ban és 2017-ben, 0 és -20°C-on végzett csíráztatási százalékok átlag eredményeit annak érdekében, hogy megállapítható legyen, van-e szignifikáns különbség ($p < 0.05$) a páronkénti összehasonlítások medián értékei között. Ezt követően Mann-Whitney U teszt segítségével határoztam meg, hogy pontosan mely páronkénti értékek között szignifikáns a különbség.

2.3. Szabadföldi vetések

A tételeket szántóföldi körülmények között is elvettem, semleges kémhatású virágfölddel töltött cserepekbe, majd a cserepeket talajszintbe süllyesztettem.

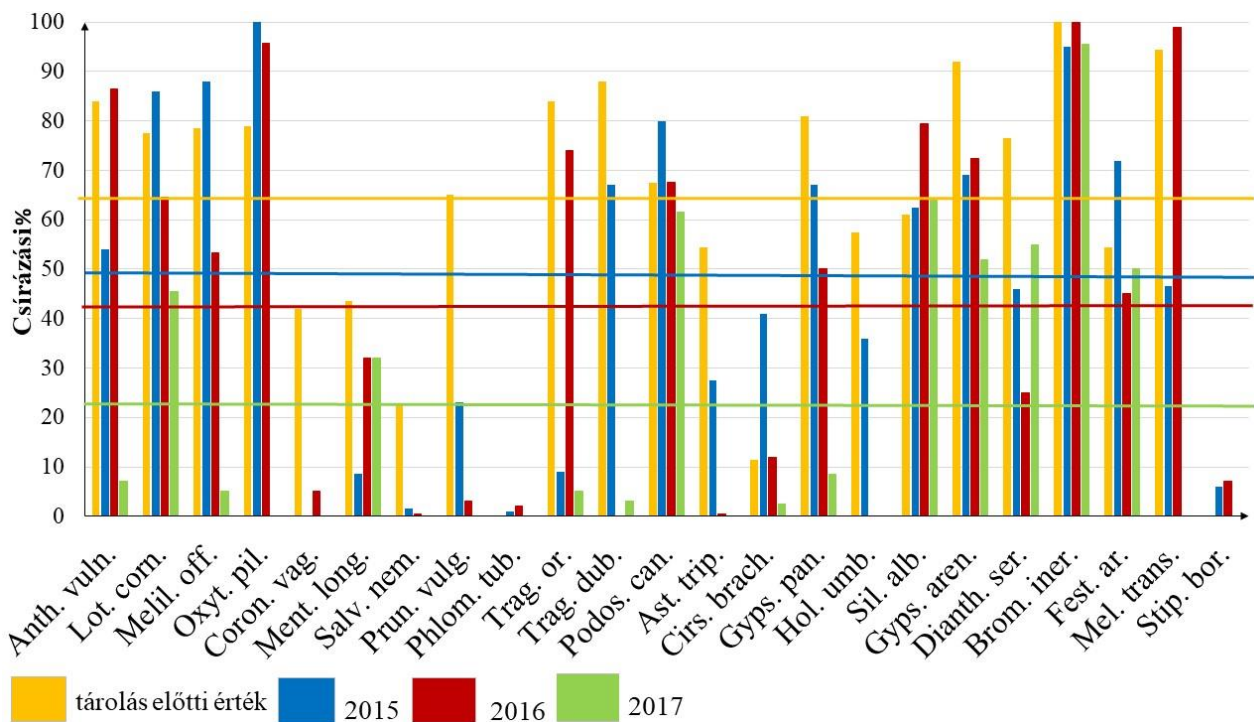
A tételek 5-ös ismételtségekben (5 mag/cserép, összesen 5 cserép/tétel, 5×5, vagyis 25 maggal) kerültek kiültetésre a következő időpontokban: 2015. augusztus vége; 2016. február eleje; 2016. március közepe; 2016. március vége; 2016. augusztus eleje.

3. Eredmények

A közép-európai flórában őshonos növényfajok magjainak csírázási képességéről igen kevés adat áll rendelkezésünkre, csupán három adatbázisban található adatok (HUSEEDwild [14]; [7] [16]). A legtöbb nemzetközi növényi tulajdonság adatbázisból hiányoznak a Magyarországon honos fajok csírákéességére vonatkozó információk (LEDA – [8], [6]). 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, ezeknél javaslatot tettem lehetséges módszertanra. Munkám tehát új adatokkal járult hozzá az őshonos növényfajok csírázási képességének ismeretéhez.

3.1. A 0°C-os tárolási hőmérséklet hatása a magvak csírázására

Az 1. 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.



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

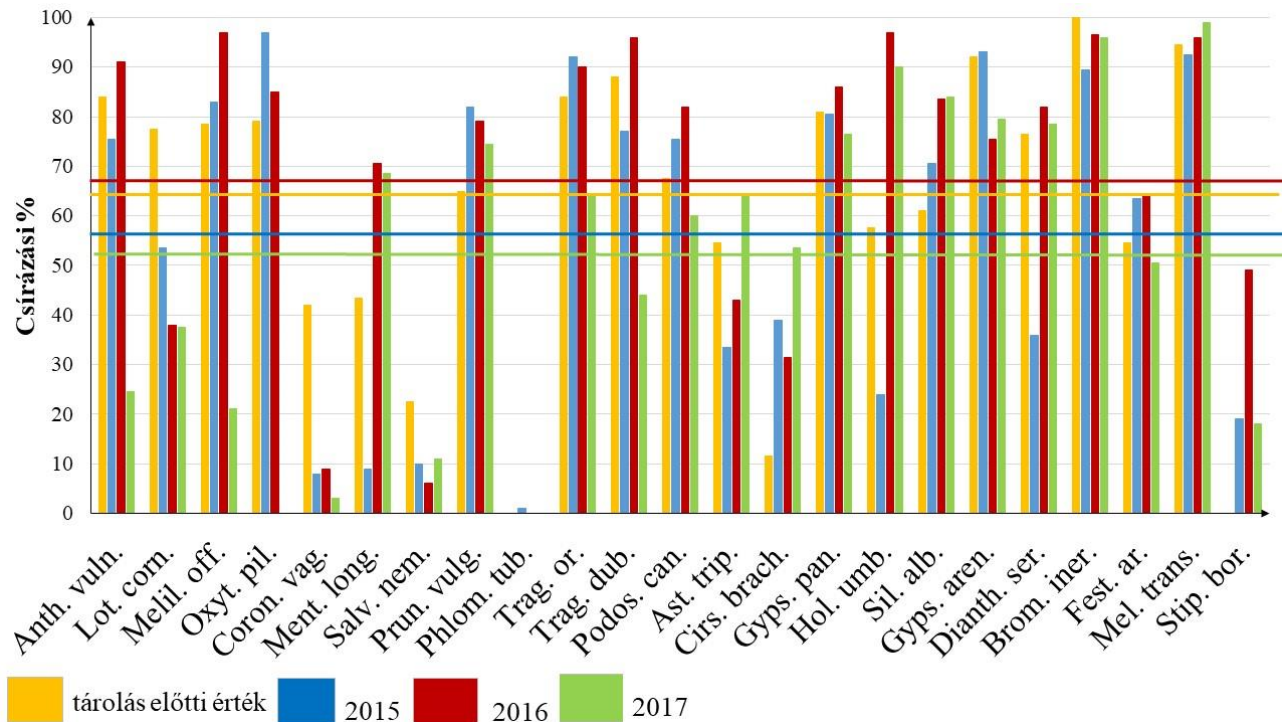
Az utolsó vizsgálati évben a 0 C-os tárolást követően a vizsgált 23 faj közül 17 esetben szignifikáns csökkenés következett be az átlagos csírázási eredményekben a tárolás előtti eredményekhez képest. 5 faj (*Podospermum canum*, *Festuca arundinacea*, *Silene alba*, *Mentha longifolia*, *Phlomis tuberosa*)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

3.2. 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 (2. ábra).

A -20°C-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. Tehát ezen fajok esetében az alacsonyabb tárolási hőmérséklet kedvezően befolyásolta a fajok eltarthatósági idejét.



2. ábra: A laboratóriumi csíráztatások eredménye a -20 C-os tárolást követően

3.3. Szabadföldi csíráztatások

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. 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.

Az optimális vetési időpontok meghatározásával kapcsolatos eredményeket az 1. táblázat foglalja össze. 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>Tragopogon orientalis</i>	0°C	**	**
	-20°C	*	***
<i>Tragopogon dubius</i>	0°C	***	*
	-20°C	-	***

Faj	tárolási hőm.	kelés (%)	
		ősszel	tavasszal
<i>Podospermum canum</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 serotimus</i>	0°C	*	*
	-20°C	*	*
<i>Bromus inermis</i>	0°C	**	***
	-20°C	**	***
<i>Festuca arundinacea</i>	0°C	*	*
	-20°C	*	**
<i>Melica transsilvanica</i>	0°C	-	-
	-20°C	-	*
<i>Stipa borysthena</i>	0°C	*	*
	-20°C	**	*

3.4. 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 borysthena* fajoknak volt.

4. Következtetések, 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. Egy fajon belül nem mindig nyerhetők egységes eredmények, mivel az egyes tételek esetenként nagyon eltérő eredményt mutathatnak. 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 [12], [1], [4], [2]. Mindezek 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 laboratóriumi csírázási átlageredmények alapján elmondható, hogy a tartósan extrém alacsony hőmérséklet hatékonyabb a magnyugalmi állapot feloldásában, mint a 0 C körüli.

Míg a fiatalabb eredetű családok (pl. Poaceae) fajaira inkább az egyenes csírázás volt jellemző laboratóriumban, addig az ősbibb eredetű családok (pl. Fabaceae, Lamiaceae) fajai sokkal változékonyabb, hektikusabb eredményeket mutattak. 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 Pannon flóra fajaira alig találhatóak csírázási adatok, különösen természetközeli viszonyok között vizsgálva [7]. Kutatásom 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.

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 projektekbe 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 arra is 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 és akár két csírázási időszak is lehet egy évben.

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 [10].

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 őszelel is képes ugyan csírázni, de nagyobb arányban inkább tavasszal csíráznak, a melegebb őszelel és az enyhébb télnek köszönhetően őszelel is nagyobb arányban csírázhatnak. Ez potenciális lehetőséget jelenthet egyes fajok túlélése szempontjából. Ugyanakkor egyes gyomfajok, özönfajok irtása során további problémákat is jelenthet.

Irodalomjegyzék

- [1] 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. DOI:[10.1079/SSR200190](https://doi.org/10.1079/SSR200190)
- [2] 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.
- [3] ENSCONET (2009a): ENSCONET Seed Collecting Manual for Wild Species. Royal Botanic Gardens, Kew (UK) és Universidad Politécnica de Madrid (Spain), 32 p. http://brahmsonline.kew.org/Content/Projects/msbp/resources/Training/ENSCONET_Collecting_protocol_English.pdf
- [4] 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.
- [5] 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. DOI:[10.1017/S1479262114000586](https://doi.org/10.1017/S1479262114000586)
- [6] 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. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2013.02.001>
- [7] 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. DOI:[10.1556/034.60.2018.3-4.7](https://doi.org/10.1556/034.60.2018.3-4.7)
- [8] Kleyer, Michael & Bekker, R.M. & Knevel, Irma & Bakker, J.P. & Thompson, K. & Sonnenschein, Michael & Poschlod, Peter & van Groenendael, Jan & Klimeš, L. & Klimešová, Jitka & Klotz, Stefan & Rusch, Graciela & Hermy, Martin & Adriaens, Dries & Boedeltje, Ger & Bossuyt, Beatrijs & Dannemann, A. & Endels, P. & Götzenberger, Lars & Peco, Begoña. (2008). The LEDA Traitbase: A database of life-history traits of the Northwest European flora. *Journal of Ecology*. 96. 1266 - 1274. DOI:10.1111/j.1365-2745.2008.01430.x.
- [9] 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. DOI:[10.15258/sst.2014.42.3.06](https://doi.org/10.15258/sst.2014.42.3.06)
- [10] 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. DOI:[10.1079/SSR2003133](https://doi.org/10.1079/SSR2003133)
- [11] Merritt, D. J., Dixon, K.W. (2011): Restoration seed banks – a matter of scale. *Science*, 332: 424-425. DOI:[10.2307/29784114](https://doi.org/10.2307/29784114)
- [12] Milberg, P., Andersson, L., Elfverson, C., Regné, S. (1996): Germination characteristics of seeds differing in seed mass. *Seed Science Research*, 6: 191-197. DOI:[10.1017/S0960258500003251](https://doi.org/10.1017/S0960258500003251)

- [13] 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.
- [14] 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. DOI:[10.15666/aeer/1501_225244](https://doi.org/10.15666/aeer/1501_225244)
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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. DOI:[10.1556/ABot.58.2016.3-4.13](https://doi.org/10.1556/ABot.58.2016.3-4.13)